



GUIDE DIDACTIQUE

DU PROCESSUS DE RAISONNEMENT

DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA

SOUDEUSE-MONTEUSE

Projets régionaux visant l'adéquation entre la formation et l'emploi

- > **Conseil régional des partenaires du marché du travail Bas-Saint-Laurent**
- > **Emploi-Québec Bas-Saint-Laurent**
- > **Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche**

Ainsi que:

- > **Cégep de Rivière-du-Loup**
- > **Comité sectoriel de la main-d'œuvre de la fabrication métallique du Québec**
- > **Université du Québec à Rimouski**



DIRECTION DES TRAVAUX:

> Marie Alexandre, Ph. D.

RÉDACTION ET RÉVISION LINGUISTIQUE :

> Dominique Amyot, agente de recherche

CONCEPTION GRAPHIQUE DU MANUEL NUMÉRIQUE :

> Annie Pineault, designer graphique

COORDINATION :

> Denise Bossinotte, agente de recherche



TABLE DES MATIÈRES

PRÉSENTATION	1
---------------------------	---

SECTION 1 : LE PROCESSUS DE RAISONNEMENT DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

1. Description du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse	5
1.1 Schéma des activités clés et des actions	5
A. Activité clé <i>Interprétation des plans, devis et procédés de soudage</i>	6
> Lien vers des capsules de <i>description générale</i>	6
> Lien vers des capsules de <i>mesures de santé et de sécurité</i>	7
A1 Décoder les symboles et distinguer les procédés de soudage	7
A2 Sélectionner l'équipement et le matériel	9
B. Activité clé <i>Préparation des pièces</i>	9
> Lien vers des capsules de <i>description générale</i>	10
> Lien vers des capsules de <i>mesures de santé et de sécurité</i>	10
B1 Distinguer les propriétés des matériaux	10
B2 Choisir et appliquer les méthodes de préparation	12
B3 Nettoyer les pièces	14
B4 Assurer la manutention des matériaux	15
C. Activité clé <i>Réalisation, modification et réparation des assemblages</i>	15
> Lien vers des capsules de <i>description générale</i>	16
> Lien vers des capsules de <i>mesures de santé et de sécurité</i>	16
C1 Établir et appliquer une gamme d'assemblage	16
C2 Pointer les pièces	17
C3 Effectuer l'assemblage final	18
D. Activité clé <i>Soudage des pièces ou des assemblages</i>	18
> Lien vers des capsules de <i>description générale</i>	19
> Lien vers des capsules de <i>mesures de santé et de sécurité</i>	20
D1 Établir et appliquer la gamme de soudage	20
D2 Régler le poste de soudage	21
D3 Exécuter les différents procédés de soudage	21
D4 Prévenir ou corriger les défauts de soudure	24

SECTION 2: LES PARAMÈTRES

2. Des familles de paramètres	28
2.1 Paramètres de sécurité	28
2.2 Paramètres du métier	28
2.3 Paramètres de conformité	28
2.4 Triade paramétrique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse	29

SECTION 3: LE RÉPERTOIRE DES PARAMÈTRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

3. Répertoire des paramètres du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse	32
3.1 Les paramètres de sécurité	33
3.1.1 Paramètres de sécurité individuelle.....	33
3.1.2 Paramètres de sécurité et de santé oculaire.....	34
3.1.3 Paramètres de sécurité et de santé auditive.....	36
3.1.4 Paramètres de sécurité et de santé respiratoire.....	36
3.1.5 Paramètres de sécurité comportementale.....	38
3.1.6 Paramètres de sécurité collective.....	38
3.1.7 Paramètres de sécurité de la manipulation.....	38
3.1.8 Paramètres de sécurité de la manutention.....	39
3.1.9 Paramètres de sécurité de fonctionnement des outils.....	39
3.1.10 Paramètres de sécurité reliés au poste de soudage ou coupage.....	39
3.1.11 Paramètres de sécurité reliés à l'électricité.....	40
3.1.12 Paramètres de sécurité reliés aux gaz.....	40
3.1.13 Paramètres de sécurité reliés aux permis et procédures.....	41
3.2 Les paramètres du métier du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse	42
3.2.1 Paramètres spécifiques des matériaux.....	42
3.2.2 Paramètres spécifiques des procédés de coupage.....	43
3.2.2.1 Paramètres spécifiques de l'oxycoupage.....	43
3.2.2.2 Paramètres spécifiques du coupage plasma.....	44
3.2.3 Paramètres spécifiques des procédés de soudage.....	45
3.2.3.1 Paramètres spécifiques du soudage GMAW.....	45
3.2.3.2 Paramètres spécifiques du soudage GTAW et TIG.....	46
3.2.4 Paramètres spécifiques des procédés de gougeage.....	47
3.3 Les paramètres de conformité	48
3.3.1 Paramètres de conformité des matériaux.....	48
3.3.2 Paramètres de conformité à la gamme d'assemblage.....	48
3.3.2.1 Paramètres de conformité dimensionnelle de l'assemblage.....	48
3.3.2.2 Paramètres de conformité géométrique de l'assemblage.....	49
3.3.3 Paramètres de conformité à la gamme de soudage.....	49
3.3.4 Paramètres de conformité du cordon de soudure.....	49
3.3.5 Paramètres de conformité des instruments de mesure.....	50
3.3.6 Paramètres de conformité de l'environnement de travail.....	50
3.3.7 Paramètres de conformité des mesures de sécurité.....	51
3.3.7.1 Paramètres des équipements de protection individuelle.....	51
3.3.7.2 Paramètres de conformité des postes de travail.....	51

SECTION 4: LES SÉQUENCES OPÉRATOIRES DU SOUDEUR-MONTEUR

OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

4. Analyse de différentes séquences opératoires du soudeur-monteur	
ou de la soudeuse-monteuse	54
4.1 Interprétation des plans, devis et procédés de soudage (A1)	54
4.1.1 Activation de paramètres de sécurité	54
4.1.2 Séquence opératoire	55
4.1.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	55
4.2 Sélectionner l'équipement et le matériel (A2)	55
4.2.1 Activation des paramètres de sécurité	55
4.2.2 Séquence opératoire	56
4.2.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	56
4.3 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (B2)	56
4.3.1 Activation des paramètres de sécurité	57
4.3.2 Séquence opératoire	57
4.3.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	57
4.4 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (cisaille hydraulique) (B2)	58
4.4.1 Activation des paramètres de sécurité	58
4.4.2 Séquence opératoire	59
4.4.3 Activation des paramètres et liens vers les capsules	59
4.5 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (procédé d'oxycoupage) (B2)	60
4.5.1 Activation des paramètres de sécurité	60
4.5.2 Séquence opératoire	60
4.5.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	61
4.6 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (coupage plasma) (B2)	62
4.6.1 Activation des paramètres de sécurité	62
4.6.2 Séquence opératoire	62
4.6.3 Activation de paramètres et liens vers les capsules	63
4.7 Assurer la manutention des matériaux (B4)	63
4.7.1 Activation des paramètres de sécurité	63
4.7.2 Séquence opératoire	64
4.7.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	64
4.8 Pointer les pièces (C2)	65
4.8.1 Activation des paramètres de sécurité	65
4.8.2 Séquence opératoire	65
4.8.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	66
4.9 Effectuer l'assemblage final (C3)	67
4.9.1 Activation des paramètres de sécurité	67
4.9.2 Séquence opératoire	68
4.9.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	68
4.10 Établir et appliquer une gamme de soudage (D1)	68
4.10.1 Activation des paramètres de sécurité	69
4.10.2 Séquence opératoire	69
4.10.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	69
4.11 Régler le poste de soudage (D2)	70
4.11.1 Activation des paramètres de sécurité	70
4.11.2 Séquence opératoire	70
4.11.3 Activation des paramètres et lien vers la capsule	71
4.12 Exécuter les différents procédés de soudage (D3)	72

4.12.1	Activation des paramètres de sécurité.....	72
4.12.2	Séquence opératoire.....	72
4.12.3	Activation des paramètres et liens vers les capsules.....	73
4.13	Prévenir et corriger les défauts de soudure (D4)	74
4.13.1	Activation des paramètres de sécurité.....	75
4.13.2	Séquence opératoire.....	75
4.13.3	Activation des paramètres et liens vers les capsules.....	76

MÉDIAGRAPHIE	77
---------------------------	----



Retour à la
Table des
matières



PRÉSENTATION

Au Québec, d'ici à 2023, il y aura près de **1 400 000 emplois à pourvoir**. Le développement économique des régions québécoises repose sur des entreprises qui doivent s'appuyer sur une main-d'œuvre qualifiée et en quantité suffisante. De nombreux partenaires de l'emploi au Québec, notamment ceux de la formation professionnelle, tant à l'échelle locale, que régionale et nationale, ont sonné l'alarme à ce propos. Ils craignent que la main-d'œuvre dont ils auront besoin rapidement ne soit disponible ni en nombre ni en qualité pour combler les postes en question.

Déjà en 2011, lors des rencontres régionales sur l'adéquation formation-emploi du Gouvernement du Québec, les partenaires de l'emploi et de l'éducation de la région du Bas-Saint-Laurent se sont entendus sur le besoin de maintenir la formation professionnelle près des avancées du marché de l'emploi. Parmi les pistes d'action ciblées, une meilleure utilisation des technologies de l'information aux fins de la formation à distance ainsi que le soutien à la formation pour les petites et moyennes entreprises (PME) ont été identifiés pour favoriser la convergence entre les compétences à développer dans le cadre de la formation et les savoir-faire nécessaires à l'emploi.

Sur le plan national, la formation de la main-d'œuvre est un enjeu majeur du marché du travail inscrit au cœur des politiques publiques (Bernier, 2011). Or, les récentes publications gouvernementales rapportent des écarts entre les qualifications acquises de la main-d'œuvre et les compétences requises pour occuper les emplois offerts. Selon Emploi-Québec, cette nouvelle réalité interpelle tous les acteurs du réseau de la recherche et de l'innovation, d'autant plus que le retard concernant la qualification et l'acquisition des compétences menacent considérablement la croissance économique du Québec (Gouvernement du Québec, 2012).



Retour à la
Table des
matières

Le *Guide didactique du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse* prend appui sur le partage d'une définition commune du processus de raisonnement de métier.

La recherche à l'origine du projet *Paramètres > Laboratoire des savoirs de métier* a pour finalité une meilleure adéquation entre la formation et l'emploi. La parole est donnée à de nombreux acteurs de différents métiers: des enseignants des centres de formation professionnelle, des formateurs et des travailleurs en entreprise. Les entretiens non dirigés et les captations vidéo commentées ont permis d'identifier les principales activités clés du métier et les actions qui en découlent. De plus, cette recherche a permis d'extraire de nombreux paramètres reliés à ces activités et actions. Et c'est cet ensemble d'activités, d'actions et de paramètres en présence qui définit le processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse.

Ce travail de collaboration entre chercheuse et praticiens, soutenu par un fructueux partenariat avec le Conseil régional des partenaires du marché du travail (Bas-Saint-Laurent) et le Cégep de Rivière-du-Loup, vise la consolidation des ponts entre les différents partenaires des milieux de la formation professionnelle, du marché du travail et du milieu universitaire.

Dans le domaine des savoirs de métier et dans le cadre précis de ce laboratoire, le terme *paramètre* désigne tout élément important qui permet une meilleure explicitation des caractéristiques essentielles de l'ensemble des activités clés et actions d'un métier. Il permet aussi d'optimiser la compréhension des savoirs de métier.

Ainsi toute **activité clé** ou **action** déployée lors de l'exercice d'un métier peut être analysée, décrite à partir de repères et d'indications précises rassemblés sous le terme paramètres.

Ce guide est principalement destiné aux enseignants des centres de formation professionnelle, aux étudiants du baccalauréat en enseignement professionnel, aux formateurs des programmes d'apprentissage en milieu de travail, aux élèves de la formation professionnelle, ainsi qu'aux travailleurs en entreprise. Aussi, dans le cadre de l'école orientante, il peut s'avérer un outil fort utile pour les élèves de la formation générale du secondaire.



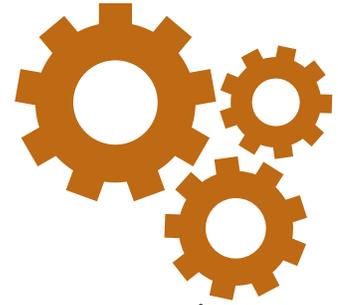
Retour à la
Table des
matières

Afin de faciliter l'accès au guide et d'en diversifier les usages, il se présente sous la forme de quatre sections indépendantes pouvant être consultées séparément. La **première section** présente le processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Cette section comprend le schéma et la description de chacune des activités clés et des actions du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. De nombreuses capsules vidéo sont dispersées tout au long de cette première section pour appuyer et illustrer différents points importants du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Dans la **seconde section**, les paramètres sont définis et regroupés en trois grandes familles : **les paramètres de sécurité**, **les paramètres du métier** et **les paramètres de conformité**. Dans le dernier point de cette section, la triade paramétrique qui encadre les activités clés et les actions du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse est présentée.

La **troisième section** est constituée du répertoire des paramètres du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Une description détaillée des caractéristiques de chaque sous-groupe de paramètres est précédée du contexte précis d'activation de ces paramètres. La **quatrième section** propose une analyse de différentes séquences opératoires selon une approche à la fois séquentielle et paramétrique. Cette double approche offre un accès plus complet au déploiement en temps réel des activités et des actions du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse.

En conclusion, nous sommes conviés à titre d'acteurs de la formation professionnelle, à partager nos avancées scientifiques. C'est dans ce contexte stimulant que s'inscrit la présente étude de cas qui a pour objectif une définition commune de l'agir du travailleur. Ainsi la mise en place d'un laboratoire numérique sur le processus de raisonnement de métier constitue une réponse concrète et adaptée qui permettra de réduire l'écart entre la formation et l'emploi. En abordant ces nouveaux défis sous l'angle de l'innovation et du partage des expertises, nous serons à même d'avoir un réel impact sur la qualification de la main-d'œuvre.

Marie Alexandre, Ph. D.



Section 1.

LE PROCESSUS DE RAISONNEMENT DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

paramètres
Laboratoire des savoirs de métier
en formation professionnelle



Section 1.

LE PROCESSUS DE RAISONNEMENT DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE



Retour à la
Table des
matières

1. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE RAISONNEMENT DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

1.1 Schéma des activités clés et des actions

La description détaillée des **activités clés** et des **actions** du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse est schématisée dans la *figure 1* présentée ci-dessous.

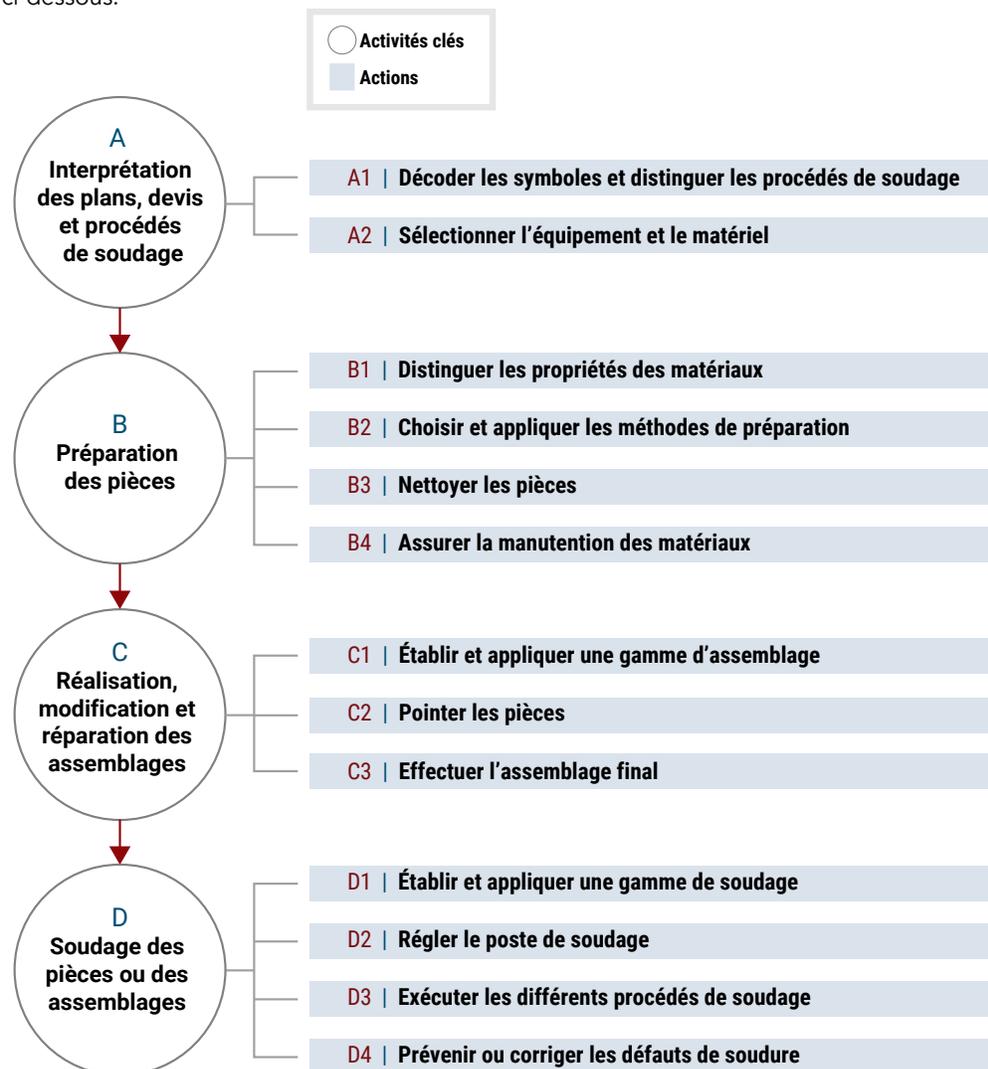


Figure 1: Processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse

A. **Activité clé** *Interprétation des plans, devis et procédés de soudage*

L'activité clé **Interprétation des plans, devis et procédés de soudage** est à la fois l'ouverture et la base du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-manteuse. En premier lieu, il faut étudier le plan dans ses moindres détails, ce qui permet de savoir exactement en quoi consiste le travail à effectuer, pour ensuite déterminer la manière la plus pratique d'exécuter l'assemblage et d'obtenir le produit demandé. Une bonne vérification de toutes les indications dimensionnelles des pièces et une connaissance des dimensions hors tout sont essentielles. Lors de l'étude du plan, les matériaux exigés, l'envergure et le nombre prévu d'assemblages ainsi que l'emplacement des pièces donnent une idée générale du projet. À la lecture des cartouches, les matériaux sont identifiés avec précision: le ou les types d'acier, le ou les types de profilés. La visualisation du projet fini est possible grâce aux vues isométriques, aux projections orthogonales, et à l'ensemble des vues détaillées de toutes les pièces à assembler. Toutes les annotations, cotations et échelles sont à interpréter.

Toutes les préparations à faire sur les pièces sont inscrites sur les plans et devis. Cela permet de prévoir les outils ou machines nécessaires aux étapes de préparation des pièces. Il faut ensuite lire tous les symboles de soudage, les dimensions des différents cordons de soudure, les procédés de soudage à appliquer, les types de joints à souder, par exemple des soudures d'angle pour des assemblages en L ou en T ou des soudures en pourtour. Les procédés de soudage sont précisés dans la plupart des cas, tout comme les positions de soudage ou les différents réglages du poste qui sont souvent détaillés sur les plans et approuvés par l'ingénieur de la compagnie ou du client. Dans d'autres situations, c'est le soudeur-monteur ou la soudeuse-manteuse qui choisit le ou les procédés de soudage à utiliser selon les disponibilités et les matériaux à souder.

Voici des liens vers des capsules de **description générale** de l'activité clé **Interprétation des plans, devis et procédés de soudage**:



- > **Cathy Bélanger, soudeuse-manteuse, vidéo n° 01**
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 01**
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 02**
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 03**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 01t**
- > **Claudin Caron, soudeur-monteur, vidéo n° 01**
- > **Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 01**
- > **Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 16**
- > **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 01**



Retour à la
Table des
matières

Voici des liens vidéo au sujet des principales **mesures de santé et de sécurité** reliées à l'activité clé **Interprétation des dessins techniques** :



> **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse**, vidéo n° 02

> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 02t

> **Harold Gendron, soudeur-monteur**, vidéo n° 02t

> **Harold Gendron, soudeur-monteur**, vidéo n° 03t

> **Louis Dionne, soudeur-monteur**, vidéo n° 02

> **Simon Pelletier, soudeur-monteur**, vidéo n° 02

L'activité clé **Interprétation des plans, devis et procédés de soudage** se déploie et se précise à l'aide des deux actions suivantes.

A1 | Décoder les symboles et distinguer les procédés de soudage

Cette action consiste à décortiquer toutes les informations pertinentes reliées aux procédés de soudage et à leur application. Dans la plupart des situations, les procédés de soudage sont clairement identifiés sur les plans. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse choisit son poste de soudage à partir des informations de la gamme de soudage. On peut retrouver des indications précises sur le gaz de protection, par exemple l'indication du procédé de soudage FCAW (Flux Cored Arc Welding) peut être suivie de précisions sur la composition du gaz de protection, argon 75 % et CO₂ 25 %, et le débit suggéré pour ce gaz. D'autres éléments importants, qui sont des paramètres spécifiques du poste de soudage, sont inscrits sur les plans, comme le diamètre du fil et la vitesse de dévidage de ce fil, l'ampérage et le voltage.



Rappel de notions

Les principaux procédés de soudage¹ rencontrés dans le cadre de ce laboratoire des savoirs de métier sont le :

SMAW

> Soudage à l'arc électrique sans gaz avec électrode enrobée ou baguette

¹VAC Oxygène inc. *Lexique de soudage*. Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://www.vacoxygene.ca/lexique-soudage> (consulté le 2 mai 2015).





Retour à la
Table des
matières

GMAW

- > Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible MIG
- > Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible MAG

FCAW

- > Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fourré

GTAW

- > Soudage à l'arc sous gaz inerte avec électrode de tungstène TIG

Soudage aux gaz

- > Soudage oxygène/acétylène
- > Soudage oxygène/propane

Les symboles de soudure sont acceptés à l'échelle internationale. À chaque soudure désignée sur le plan correspond une série de symboles apportant les précisions nécessaires à son exécution. Une bonne compréhension des différents symboles est essentielle, car si on procède à un soudage du mauvais côté de la pièce, il y a risque de conflit avec une autre pièce de l'assemblage et la structure sera non conforme. Différents symboles sont répertoriés autour d'une ou plusieurs flèches. Chaque flèche comprend une queue, une ligne de référence et une ou plusieurs pointes. L'endroit où la flèche de soudage pointe est primordial, il est donc requis de bien noter le sens des flèches. Quand les notations sont inscrites sous la ligne de référence de la flèche, elles concernent le joint pointé par la flèche. Quand les notations sont inscrites au-dessus de la ligne de référence, elles réfèrent au joint de soudure du côté opposé au joint pointé.

Différentes indications sont dispersées tout autour de cette flèche. Au niveau de la queue de la flèche se trouve le numéro de code du procédé de soudage. Le long de la ligne de flèche se suivent les indications de préparation, de finition, ainsi que les indications de soudure telles que la longueur, l'épaisseur et le pas du cordon². En plus des symboles des différents types de joint de soudure, comme la soudure bout à bout, soudure d'angle ou en T, la soudure par point ou de recouvrement, on trouve des indications sur le niveau de pénétration de la soudure. La soudure sur préparation peut demander un demi-V ou une préparation préalable à l'arc-air en U ou en J, sur des chanfreins simples ou doubles.

D'autres symboles indiquent si la soudure doit être en pourtour et continue, en bouchon, ou avec pièces d'écartement. Tous ces symboles ont leur importance pour l'obtention de la conformité et de la résistance mécanique optimale du produit fini. Une bonne revue de tous les symboles du plan permet de planifier les étapes subséquentes.

Voici quelques liens vers des capsules au sujet de l'action *Décoder les symboles et distinguer les procédés de soudage* :

² CSMOFMI. *Lecture de plans et préparation*. Site téléaccessible à l'adresse suivante : http://www.comiteperform.ca/IMG/pdf/1032_01_07_chap7.pdf (consulté le 22 mai 2015).



> **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 13**

> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 03a**

> **Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 12**



Retour à la
Table des
matières

A2 | Sélectionner l'équipement et le matériel

Cette action permet d'obtenir toutes les pièces requises pour faire l'assemblage. C'est aussi le moment de vérifier l'équipement nécessaire, que ce soit le ou les postes de soudage, ou l'état et la disponibilité des outils et machines nécessaires à la préparation préalable des pièces. Pour la sélection du matériel, on doit d'abord procéder à son identification précise, et s'assurer d'avoir en main le bon type de matériau : acier, acier inoxydable ou aluminium. Ensuite, on choisit le bon type de profilé entre les tubes creux, tubes ronds, carrés ou rectangulaires, en portant une attention particulière à l'épaisseur des parois. Ne pas respecter les épaisseurs prescrites sur les plans peut compromettre la résistance mécanique du produit assemblé. L'utilisation d'équipements sécuritaires pour atteindre ces matériaux est de rigueur. Des pinces ou des outils de levage peuvent être nécessaires selon la situation.

Voici un lien vers une capsule au sujet de l'action *Sélectionner l'équipement et le matériel* :



> **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 16t**

B **Activité clé** Préparation des pièces

Cette activité clé suit et complète l'interprétation des plans, devis et procédés de soudage. Après avoir étudié le contenu du cartouche et bien identifié la nature, la forme et la longueur des matériaux et après une bonne évaluation du nombre de pièces en présence, il s'agit de choisir tous les outils nécessaires à la préparation de ces pièces et de procéder à ces préparations dans un ordre logique. Il faut débiter les pièces les plus longues en premier et par la suite les retailles de sections pourront servir aux assemblages de plus petites dimensions.

Il est nécessaire de passer en revue toutes les étapes et de planifier le passage d'une à l'autre avec une logique à toute épreuve. Souvent, l'on doit débiter par l'utilisation de la scie à ruban pour la découpe des pièces brutes. Le façonnage à l'aide d'une meuleuse portative et le pliage sur presse-plier peuvent faire partie des étapes préparatoires. Il faut prévoir le perçage et le fraisage qui vont faciliter l'insertion de tiges selon les exigences du plan. Tous les outils et machines utilisés demandent la connaissance et l'application des procédures de santé et de sécurité. Aucune indication de préparation ne peut être omise sans affecter la conformité de l'assemblage. Le nettoyage complète la préparation des pièces et celui-ci demande une prise en compte des propriétés spécifiques des matériaux à traiter.

Voici quelques liens vers des capsules de **description** de l'activité clé **Préparation des pièces** :



- > **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse**, vidéo n° 03
- > **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 03t
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 04
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur**, vidéo n° 05t
- > **Claudin Caron, soudeur-monteur**, vidéo n° 02
- > **Simon Pelletier, soudeur-monteur**, vidéo n° 03

Voici quelques liens vers des capsules de **mesures de santé et de sécurité** reliées à l'activité clé **Préparation des pièces** :



- > **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse**, vidéo n° 04
- > **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 04t
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 05
- > **Louis Dionne, soudeur-monteur**, vidéo n° 04

B1 | Distinguer les propriétés des matériaux

Cette action s'appuie sur une bonne identification des matériaux à partir des indications du cartouche. En effet, pour éviter tout problème lors du soudage, il faut faire une identification formelle des matériaux sélectionnés. Par exemple, si un acier laminé à froid est confondu avec un acier inoxydable, il sera impossible de les souder conformément aux spécifications du plan. L'acier laminé n'est pas compatible avec l'acier inoxydable quant à son niveau de soudabilité. Par conséquent, on doit s'assurer de l'identification et de la compatibilité de tous les matériaux requis pour l'assemblage.

Cette identification exacte peut se faire selon un large éventail de méthodes, pensons au test d'étincelles, à la vérification du magnétisme ou de la dureté qui est précisée par le niveau de carbone du matériau. De plus, on peut procéder à des tests de dilatation thermique ou des tests de conductibilité thermique ou électrique des matériaux. La réalisation d'essais destructifs ou non destructifs complète le volet de ces procédures d'identification. Lors des projets de réparation ou de modification de pièces ou d'assemblages, il arrive que la nature exacte des



Retour à la
Table des
matières

matériaux ne soit pas disponible. Il est encore plus important dans ce contexte de choisir les procédures d'identification les plus pertinentes pour les matériaux analysés.

L'**aluminium** est souvent sélectionné pour sa légèreté. Il est non-ferreux, ne rouille pas et est recyclable. Différencier une pièce d'aluminium d'une pièce d'acier inoxydable n'est pas toujours évident au premier coup d'œil. La légèreté et la couleur blanche caractérisent l'aluminium, mais il existe plusieurs grades de différents types: 1000, 4043, 5356 ou 6061. Ces quatre types sont les plus communs sur le marché et ils ont des propriétés différentes. L'aluminium 6061 peut être roulé, mais ne peut être plié, car il est cassable. Le 5356 offre une bonne malléabilité, tout comme le 4043, mais ce dernier offre une moindre résistance que le 5356. En outre, la couleur de l'arc électrique différencie les types d'aluminium. L'arc est blanc pour le 4043, vert pour le 5356; les couleurs varient selon les réactions chimiques en cours.

L'**acier inoxydable** est à l'épreuve de la corrosion et offre une bonne résistance mécanique et une bonne dureté. Il existe plusieurs grades d'acier inoxydable et le plus commun et le moins dispendieux est le 304. Il résiste à la corrosion, mais il est magnétique et plus ferritique que les autres. Le 316 résiste mieux aux intempéries et à l'eau salée et n'est pas magnétique. Plus on monte en grade dans la classe des 300, plus on s'attend à retrouver une plus haute teneur en chrome, mais ce n'est pas toujours le cas. De plus, on retrouve les aciers inoxydables austénitiques, et les aciers martensitiques utilisés pour la coutellerie et les instruments chirurgicaux. Il est fortement conseillé au soudeur-monteur ou à la soudeuse-monteuse de référer aux manuels des fournisseurs dans le moindre doute. Une pellicule de plastique recouvre l'inox et sert à le protéger de toute contamination par d'autres matériaux. Lors du soudage, les métaux d'apport et les gaz de protection seront différents selon le type exact d'acier inoxydable à souder.

Les **aciers** roulés ou laminés à froid ou à chaud présentent des propriétés différentes. Le diamètre d'une tige pleine d'un acier roulé à froid est uniforme et précis tout au long de la barre. Pour l'acier roulé à chaud, le diamètre peut fluctuer à cause des déformations possibles reliées à son laminage à chaud, et présenter une tendance à l'ovalisation. Les aciers roulés à froid et à chaud sont cependant les plus économiques. Au niveau des aciers, il existe des types T1, des types Hardox, des aciers doux, du 350 W, du G40.21. Dans l'industrie des pâtes et papiers, pour le transport des copeaux, on choisit le T1 à cause de sa résistance à l'abrasion. Les fonds de camion sont souvent faits d'acier Hardox, facilement soudables et hautement résistants aux chocs, frottements et aux vibrations. Certains types d'aciers comme le G40.21 comportent des grades soudables et des grades structuraux qui n'ont pas besoin d'être soudés. Les barres d'armature peuvent être composées d'acier 400 W. La lettre W signifie que cet acier est soudable (*weldable*). L'application d'un test d'étincelles sert à caractériser les différents aciers. L'acier doux a des étincelles longues et blanches, tandis que la présence des alliages dans les aciers fait varier la couleur des étincelles de jaune, orange à rouge. Quant à la fonte, elle émet des étincelles rouges, courtes et très explosives, tandis que l'acier inoxydable émet des étincelles orangées.

Voici quelques liens vers des capsules au sujet de l'action *Distinguer les propriétés des matériaux*:



Retour à la
Table des
matières



> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 06a**

> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 07a**

> **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n°17**

> **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n°19**

> **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 20**



Retour à la
Table des
matières

B2 | Choisir et appliquer les méthodes de préparation

Comme il existe de nombreuses méthodes de préparation des pièces, cette action peut prendre différentes formes selon les matériaux en présence, l'épaisseur de ces matériaux et les indications des préparations inscrites sur les plans et devis.



Rappel de notions

Les principales méthodes de préparation³ rencontrées dans le cadre de ce laboratoire :

- > Coupage, oxycoupage et coupage au jet de plasma
- > Chanfreinage
- > Gougeage et gougeage à l'arc-air
- > Perçage de trous et entailles
- > Pliage

La préparation la plus fréquemment rencontrée dans ce laboratoire est le coupage ou découpage. Pour choisir le bon outil de découpe, il faut y aller selon la forme et l'épaisseur de la pièce. Avec des profilés en L et des fers plats d'épaisseur variant entre $\frac{1}{8}$ et $\frac{3}{4}$ de pouce, le ferrailleur fera l'affaire. Cet appareil ne fait cependant pas des coupes précises. Si une grande précision est exigée, il est suggéré d'opter pour la scie à ruban qui peut couper les profilés

³ CSMOFMI. *Procédés de coupage, de gougeage et de chanfreinage*. Site téléaccessible à l'adresse suivante : http://www.comiteperform.ca/IMG/pdf/1032_01_04_chap4.pdf (consulté le 12 mai 2015).



Retour à la
Table des
matières

creux, les profilés en L ou les fers plats. La longueur sera constante et l'ajout d'un gabarit de coupage est possible. Dans le cas des coupes simples à la rectifieuse, il faut porter une attention particulière au matériau à couper et utiliser des disques à couper compatibles avec ce matériau. Pour couper l'acier inoxydable, on insère dans la rectifieuse un disque à couper en acier inoxydable afin de ne pas contaminer le matériau avec des particules oxydables.

Le choix de la méthode de découpage des pièces dépend des matériaux et de leur niveau d'usure. Dans le domaine de la réparation navale, en présence de pièces d'acier rouillées, l'**oxycoupage** au gaz propane offre un rendement supérieur à celui du gaz acétylène, car il travaille mieux dans la rouille, est plus économique et fait des coupes plus propres. Le principe de l'oxycoupage est le suivant : après un préchauffage de la pièce au point de départ ou amorce, une injection sous pression d'oxygène induit une oxydation éclair qui coupe le matériau.

La **découpe plasma** ou au jet de plasma permet de couper les aciers, aluminiums et aciers inoxydables avec un minimum de déformation. Un appareil portable de découpe plasma traite des pièces jusqu'à 1 ½ pouce d'épaisseur. Lors de la découpe de l'acier inoxydable, il faut augmenter l'ampérage. Ce procédé est très sensible au taux d'humidité de l'air d'où l'importance des filtres à air. Un jet d'air comprimé expulse le métal en fusion. Lors de la découpe, le jet de plasma ou mélange gazeux peut atteindre des températures de 18000 °C. Il est essentiel de faire une mise à la terre adéquate avant de procéder et bien ajuster l'ampérage selon l'épaisseur du métal à couper. Il est important de vérifier l'état des composantes de la torche au plasma pour obtenir un jet précis et une découpe tout aussi précise. Pour la découpe de pièces en série, une table de découpe plasma permet de produire des pièces identiques comportant des traits de coupe propres.

Une autre méthode de préparation de pièces est le **chanfreinage**. Chanfreiner un morceau modifie ou coupe une arête à l'aide d'un disque à meuler ou autre technique. Cela permet de donner un angle précis à l'arête et prépare les pièces au niveau des surfaces des joints de soudure. Les principales préparations de joints sont indiquées par des symboles sur les plans, on y retrouve les joints à bords droits, les joints en V ou demi-V et les joints en J ou en U. Une plus grande surface de contact assure une plus grande résistance mécanique.

Certaines méthodes de préparation se regroupent sous le terme de **façonnage**. Cela signifie la modification de la matière brute, plaque, fer plat ou profilé, dans le but de lui donner une fonction dans un assemblage. Le façonnage peut comprendre du perçage, du pliage et de l'ébavurage. Le choix des outils doit être adapté au niveau de finition et de précision demandées. Afin de diminuer au maximum les temps de façonnage, le choix d'une meule à gros grains permet d'enlever le plus de matière en peu de temps. Si on a des niveaux de façonnage plus précis, il faut utiliser les bons rayons de poinçon et matrice au niveau de la plieuse. En effet, les préparations qui demandent du **pliage** ou de la mise en forme se font à l'aide d'une presse plieuse qui fonctionne grâce aux outils de pliage, les poinçons et matrices. Il faut tenir compte des dimensions avant et après pliage afin de respecter les exigences dimensionnelles.

Une autre méthode de préparation des pièces est le **gougeage**. Le gougeage à l'arc-air consiste à creuser un sillon dans le métal, celui-ci étant d'abord fusionné et puis expulsé par un

puissant jet d'air comprimé. Dans le cadre de ce laboratoire, cette technique est fréquemment utilisée pour corriger les défauts de soudure ou enlever des soudures lors de réparations.

Voici quelques liens vers des capsules traitant de l'action *Choisir et appliquer les méthodes de préparation* :



Retour à la
Table des
matières



> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 09a

> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage**, vidéo n° 16a

> **Simon Pelletier, soudeur-monteur**, vidéo n° 11

> **Harold Gendron, soudeur-monteur**, vidéo n° 03a

> **Harold Gendron, soudeur-monteur**, vidéo n° 33a

Voici un lien vers une capsule qui traite de **mesures de santé et de sécurité** reliées à l'action *Choisir et appliquer les méthodes de préparation* :



> **Harold Gendron, soudeur-monteur**, vidéo n° 17t

B3 | Nettoyer les pièces

Cette action fait suite à l'exécution des différentes méthodes et techniques de préparation des pièces. Pour des soudures de qualité, toutes les surfaces à souder doivent être lisses, propres, exemptes de particules métalliques ou scories ou de résidus de produits chimiques ou autres. Le nettoyage peut se faire par des moyens mécaniques comme la meuleuse ou rectifieuse ou à l'aide d'une brosse métallique. Les surfaces peuvent ensuite être abrasées à la lime. La présence de limailles peut réduire la soudabilité des matériaux. Lors du brossage, le choix du type de brosse dépend du matériau en présence. Pour l'aluminium, seule une brosse en acier inoxydable est utilisée afin d'éviter toute contamination du matériau par des particules oxydables. Il en va de même lors du choix des disques à poncer ou à meuler.

Après le nettoyage mécanique, il peut être nécessaire de compléter l'opération à l'aide de différents produits. Dans le cas de l'aluminium, la coupe se fait sans liquide de coupe, pour diminuer les risques de contamination. Il faut ensuite nettoyer les poussières déposées sur l'aluminium avec de l'acétone. Cela nécessite une bonne ventilation de la pièce. L'acétone ne doit pas être utilisée près de la zone de soudage à cause de son inflammabilité. Il faut bien assécher les pièces avec un linge propre. Tout enduit de graisse sur un matériau peut affecter sa soudabilité. La présence de résidus de peinture sur une pièce à souder augmente aussi les risques d'émanations de gaz nocifs lors du soudage. La méthode de nettoyage choisie doit

être adaptée aux substances à éliminer, par exemple en utilisant un solvant pour la peinture, un dégraissant pour l'huile et une brosse pour la rouille.

Voici des liens vers des capsules au sujet de l'action *Nettoyer les pièces*:



Retour à la
Table des
matières



> **Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 18**

> **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 12**

B4 | **Assurer la manutention des matériaux**

Cette action demande de suivre à la lettre les procédures reliées à l'utilisation de chaque appareil de manutention. Au départ, une évaluation fiable du poids des matériaux est nécessaire et permettra de choisir les bonnes techniques de levage ou les appareils de manutention adéquats. La main à fer choisie doit être appropriée au poids du matériel à soulever. Les risques de renversement ou de chute d'objets doivent être évités. Les pièces doivent être attachées correctement et le poids bien balancé. La détention d'une carte d'opérateur est obligatoire pour le pont roulant et le chariot élévateur. Il faut éviter d'entrechoquer ou d'endommager les pièces transportées afin de préserver la conformité des matériaux. L'entreposage se fait aussi selon des normes strictes. Le transport des bonbonnes de gaz demande des précautions supplémentaires. Il faut fixer la bonbonne sur un chariot spécifique à cet effet à l'aide de chaînes, après avoir bien fermé les manomètres et installé des coiffes ou bouchons protecteurs. L'identification des bonbonnes de gaz et l'entreposage se font aussi selon les règles en vigueur.

C **Activité clé** *Réalisation, modification et réparation des assemblages*

Cette activité clé complète la préparation des pièces en vue du soudage qui va suivre. Elle consiste en la compréhension et en l'application de la gamme d'assemblage en respectant la suite logique et l'application de multiples points de soudage disposés sur les zones de l'assemblage identifiées à cet effet. Tout d'abord, il faut évaluer la complexité de l'assemblage et planifier l'utilisation de gabarits d'assemblage s'il y a lieu. Le gabarit d'assemblage aide au positionnement des pièces et au maintien de ce positionnement. Un fréquent retour sur les vues de détail et les vues de coupe est suggéré. Celles-ci sont d'une aide précieuse lors d'assemblages complexes et permettent de voir l'intérieur de l'assemblage. La séquence d'assemblage doit être respectée en intégralité. L'assembleur doit bien maîtriser les détails des sous-assemblages et débiter par les plus petits. Il doit aussi agencer logiquement les séquences d'assemblage aux séquences de soudage selon les indications précises du plan et tenir compte des tolérances et des niveaux de finition.

Pour ce qui est des modifications que le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut avoir à faire sur des pièces usagées, il doit vérifier si l'étape préalable de préparation des pièces

ou des joints ainsi que l'étape de nettoyage ont bel et bien été faites. Dans certains cas, une modification au plan peut être ajoutée par l'ingénieur sous forme d'addenda. Une réparation efficace d'un assemblage implique une connaissance détaillée des fonctions et usages de cet assemblage.

Voici quelques liens vers des capsules qui décrivent l'activité clé **Réalisation, modification et réparation des assemblages** :



Retour à la
Table des
matières



- > **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 05**
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 08**
- > **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 05t**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 06t**
- > **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 04**

Voici quelques liens vers des capsules de **mesures de santé et de sécurité** reliées à l'activité clé **Réalisation, modification et réparation des assemblages** :



- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 09**
- > **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 06**
- > **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 16**
- > **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 06t**

C1 | Établir et appliquer une gamme d'assemblage

Cette action demande une bonne connaissance des plans et devis et une étude détaillée de la gamme d'assemblage. Si les pièces à assembler proviennent d'un autre endroit ou département, il faut vérifier la nature des matériaux, le niveau de préparation et les dimensions exactes des pièces avant de procéder à un assemblage qu'il soit simple ou complexe. Souvent le niveau de complexité dépend en premier lieu des tolérances exigées, plus celles-ci sont serrées, plus l'assemblage est qualifié de complexe. Dans le cas des assemblages simples, la marche à suivre n'est pas toujours inscrite sur le plan. Elle s'apprend souvent avec l'expérience et par parrainage. Il est logique de commencer par l'assemblage de base, si base il y a. Il est suggéré de marquer à l'aide d'une craie ou d'une pointe à tracer les zones à souder. La gamme d'assemblage doit être respectée, car elle a une forte influence sur les déformations thermiques. L'assemblage peut nécessiter du pointage, du bridage ou serrage à l'aide

de pinces-étaux. Le contrôle de la déformation angulaire à l'aide de l'équerre est répété fréquemment tout au long de l'assemblage.

Voici quelques liens vers des capsules au sujet de l'action *Établir et appliquer une gamme d'assemblage*:



Retour à la
Table des
matières



> **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 06**

> **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 07**

> **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 14**

> **Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 05**

> **Claudin Caron, soudeur-monteur, vidéo n° 23**

C2 | Pointer les pièces

Pointer les pièces est une étape préliminaire au soudage et elle est incontournable. Il s'agit d'effectuer de courts segments ou points de soudure à des endroits stratégiques sur l'assemblage dans les zones qui seront ultérieurement soudées. Cela assure la stabilité de l'assemblage et les différents contrôles de conformité dimensionnelle et géométrique avant le soudage. Il est préférable de pointer en alternance les faces des pièces pour répartir uniformément les tensions induites par le pointage et éviter les déformations angulaires. D'ailleurs, l'action de pointer les pièces est régulièrement entrecoupée par des prises de mesure d'angle à l'aide d'une équerre. Avant de pointer, il faut avoir obtenu l'espacement idéal entre les pièces. S'il n'est pas atteint, on utilise des serre-joints ou pinces en C pour rapprocher, stabiliser les pièces et éviter le retrait. L'installation de serre-joints ne se fait pas à proximité du joint de soudure à réaliser, la zone à souder doit demeurer dégagée en tout temps. Le pointage aide à maintenir un espacement régulier entre les pièces. Une fois le pointage de l'ensemble terminé, il faut faire une dernière vérification de l'équerrage et du dimensionnel.

Le choix du procédé de soudage pour le pointage est normalement le même que celui du soudage inscrit sur le plan. Il doit y avoir une complète compatibilité, car le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse va passer sur les zones pointées lors du soudage complet de l'assemblage. De ce fait, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse utilise le même gaz de protection si nécessaire et le même métal d'apport. Cela signifie que l'action *Pointer les pièces* est étroitement reliée à l'action *Régler le poste de soudage* qui relève de l'activité clé **Soudage des pièces ou des assemblages** qui suit dans le processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Il y a une constante régulation entre le pointage des pièces et le réglage du poste de soudage.



Retour à la
Table des
matières

Dans certains cas, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse installe des plaques pour rapprocher et aligner les bords, toujours dans le but de contrôler la déformation linéaire ou angulaire des pièces. Le poste de soudage est réglé pour le pointage selon le type de joint et l'épaisseur des tôles d'acier ou autre matériau. De plus, avec certains procédés de soudage, dès que le pointage est terminé, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse s'empresse de détacher le laitier au marteau pour éviter la contamination des points de soudure. Le laitier est un résidu de soudage qui se dépose sur le cordon ou point de soudure, il sert à protéger momentanément le cordon de l'oxygène et des chocs thermiques et celui-ci doit être retiré. L'opération se termine par un brossage et une inspection visuelle des points de soudure.

Voici un lien vers une capsule au sujet de l'action *Pointer les pièces*:



> **Simon Pelletier, soudeur-monteur**, vidéo n° 19

C3 | Effectuer l'assemblage final

Cette action consiste en de fins ajustements dans le but de rendre un assemblage en tout point conforme au plan. La moindre variation d'un angle de coupe d'une des pièces peut entraîner des répercussions sur l'ensemble. Dans ce cas-là, des modifications sont à planifier et du meulage peut être nécessaire. Cette action implique le passage en revue de toutes les dimensions et de tous les cordons de soudure. Le travail de finition est à compléter selon les critères du plan. Toutes les projections de soudure doivent être retirées à l'aide d'une lime ou lame d'acier durci, et ce, même dans les endroits restreints ou difficilement accessibles. Toutes les arêtes vives sont éliminées avec une rectifieuse portative ou un papier sablé, en évitant d'altérer l'état et le fini du métal de base. Il est requis de compléter l'assemblage mécanique selon les prescriptions du plan. Tous les accessoires, poignées et garnitures sont installés à la toute fin pour ne pas risquer de les endommager.

D **Activité clé Soudage des pièces ou des assemblages**

L'activité clé **Soudage des pièces ou des assemblages** prend son appui sur les trois activités clés précédentes. Celles-ci préparent le terrain en quelque sorte. Sans l'étape préliminaire de pointage, l'activité clé de soudage est compromise. Elle en va de même pour la préparation des joints, le nettoyage des pièces, l'espacement entre les pièces et la stabilisation de l'assemblage. Tous ces points sont des prérequis au soudage des pièces.

La pierre angulaire de cette activité clé est le choix du procédé de soudage. La plupart du temps, il est indiqué sur le plan, mais dans de fréquentes situations, c'est le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse qui choisit le procédé approprié. Son processus décisionnel s'appuie sur de nombreux critères afin de faire un choix éclairé. Celui-ci dépend de nombreux facteurs, comme la nature des matériaux à souder, l'épaisseur des pièces, la configuration des joints, la vitesse d'exécution demandée et la position de soudage à adopter. Le soudeur-monteur ou



Retour à la
Table des
matières

la soudeuse-monteuse doit avoir une connaissance des propriétés des matériaux et de leur soudabilité. Plusieurs autres facteurs influencent le choix du procédé. Si la soudure doit être réalisée à l'extérieur, il est conseillé de choisir des procédés sans gaz de protection, car celui-ci perd de son efficacité à l'extérieur. Le procédé SMAW à la baguette sans gaz de protection est fréquemment utilisé sur les chantiers. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse a une plus grande mobilité et peut s'éloigner du poste de soudage.

Le GMAW, le MAG, le MIG et le FCAW sont des procédés semi-automatiques. Dans certains ateliers, le GMAW est privilégié pour les pièces épaisses, d'autant plus qu'il est moins dispendieux que le FCAW. Cependant, le FCAW est à préconiser pour les soudages de pièces soumises à de fortes vibrations à cause de la spécificité de son bain de fusion. Le choix du procédé dépend aussi des types de matériaux. Pour les aciers doux, on recommande le procédé semi-automatique ou la baguette si le soudage se fait à l'extérieur. Pour l'acier inoxydable de faible épaisseur et l'aluminium, le procédé TIG demeure un bon choix. Lorsque l'acier inoxydable est plus épais, on se tourne vers les procédés semi-automatiques. Ceux-ci sont beaucoup plus rapides que les procédés manuels.

Une fois le procédé de soudage sélectionné, il faut compléter l'étude du plan et bien comprendre les différents symboles de soudure présents pour ensuite régler adéquatement le poste de soudage. Sur le plan, il peut y avoir des indications sur le mélange de gaz de protection, le type de fil à insérer, le diamètre précis de ce fil et sa vitesse de dévidage.

Voici quelques liens vers des capsules qui traitent de l'activité clé **Soudage des pièces ou des assemblages**:



> **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 07**

> **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 10**

> **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 08t**

> **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 09t**

> **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 07t**

> **Claudin Caron, soudeur-monteur, vidéo n° 04**

> **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 05**

> **Martin Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 05**

Voici de nombreux liens vers des capsules de **mesures de santé et de sécurité** reliées à l'activité clé **Soudage des pièces ou des assemblages** :



- > **Cathy Bélanger, soudeuse-monteuse, vidéo n° 08**
- > **Ghislain Lacroix, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 11**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 10t**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 20a**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 21a**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 22a-01**
- > **Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 22a-02**
- > **Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 08t**
- > **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 06**
- > **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 09**



Retour à la
Table des
matières

D1 | Établir et appliquer la gamme de soudage

Cette action reprend l'interprétation des plans, devis et procédés de soudage et consiste en l'extraction suivie de l'activation de tous les détails de la gamme de soudage. Tous les dessins, schémas et symboles de la gamme de soudage se traduisent en une séquence de données opératoires. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse procède à la revue de la gamme de soudage : la nature des matériaux en présence, les procédés de soudage préconisés, la vérification des différentes préparations déjà réalisées, les gaz de protection et les produits d'apport. De plus, la gamme de soudage peut comprendre des indications précises à considérer avant le soudage pour prévenir les défauts de soudage ou des indications concernant la période suivant le soudage.

Dans les cas d'assemblages simples, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut établir lui-même la gamme de soudage. Dans toutes les autres situations, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse applique la gamme prescrite sur le plan auquel il doit constamment se référer. Pour éviter les erreurs, il est conseillé de tracer les limites des cordons de soudure à la craie et de bien vérifier si ces traits correspondent au plan, cela n'est pas nécessaire si les soudures sont continues. Cette action est souvent déjà présente avant le pointage de la pièce qui dépend à la fois de la gamme de soudage et de la gamme d'assemblage. Ces actions sont séparées dans le cadre du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse afin de mieux distinguer les particularités de chacune.

D2 | Régler le poste de soudage

Cette action est en lien direct avec l'action précédente *Établir et appliquer la gamme de soudage* (D1). La gamme de soudage indique le ou les procédés à effectuer ce qui sous-entend le réglage de chaque poste de soudage spécifique aux différents procédés indiqués sur la gamme. Cette action est fortement reliée à l'action *Pointer les pièces* (C2). Souvent un premier réglage du poste de soudage a déjà été activé lors de cette étape de l'assemblage. C'est une action qui comprend aussi de fortes et constantes modulations par les actions *Exécuter les différents procédés de soudage* (D3) et *Prévenir ou corriger les défauts de soudure* (D4). En fait, le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse procède souvent au réglage du poste de soudage au moment d'initier l'exécution du procédé de soudage, puis tout au cours de son déroulement. Que ce soit lors de l'exécution d'un cordon de soudure ou dès son inspection dans les minutes qui suivent, le moindre problème exige une revue d'un ou de plusieurs réglages du poste de soudage. La détection du moindre défaut de soudure requiert des ajustements immédiats des réglages. En résumé, le réglage du poste de soudage est un point central autour duquel gravitent plusieurs actions cruciales du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-mondeuse.

Les réglages dépendent du type de poste de soudage. Si la gamme de soudage indique le procédé de soudage GMAW (*Gas Metal Arc Welding*), les réglages et ajustements du poste varient selon les facteurs suivants: le type de matériel à souder, le type d'assemblage et l'épaisseur des pièces à souder. D'autres facteurs entrent aussi en ligne de compte comme le type de soudure, par exemple une soudure d'angle demande des réglages différents par rapport à un joint bout à bout. Le niveau de pénétration exigé dans la gamme de soudage a aussi son influence, tout comme la position du soudeur-monteur ou de la soudeuse-mondeuse lors de l'exécution du procédé de soudage. L'obtention d'une pénétration complète de la soudure demande une augmentation du voltage. La résistance mécanique optimale doit toujours être préservée. Le poste de soudage GMAW nécessite un ajustement du débitmètre du gaz de protection, du voltage, de la vitesse de dévidage du fil dont on a préalablement choisi le diamètre et la composition. Lors du fonctionnement en mode semi-automatique, la vitesse du fil est contrôlée par une gâchette au niveau du pistolet à souder.

Comme la présence du gaz de protection est essentielle à la qualité des soudures avec le procédé GMAW, il est requis de purger la ligne de gaz de protection en début de procédure. Toutes les parties mobiles du poste de soudage doivent être passées en revue et plus particulièrement l'état du pistolet à souder, de la gaine protectrice des fils, du câble et de la pince de mise à la terre.

D3 | Exécuter les différents procédés de soudage

Cette action d'exécuter les différents procédés s'appuie sur le déroulement optimal des trois activités clés précédentes pour ensuite être fortement modulée par les trois autres actions de l'activité clé **Soudage des pièces ou des assemblages**. Après l'étude de la gamme et le réglage du poste de soudage sélectionné, il s'agit d'exécuter les cordons de soudure prescrits sur le plan selon la gamme de soudage.



Retour à la
Table des
matières



Retour à la
Table des
matières

Lors de cette action, le choix de la technique de soudage est de la plus haute importance. En tenant compte des risques de déformation associés à la forme de la pièce et la composition des matériaux, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit adopter la technique qui permettra l'atteinte des critères de conformité dimensionnelle et géométrique. Dans le cas précis du soudage d'un tuyau de cheminée, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut opter pour la technique du pas de pèlerin qui est en fait une technique à rebours. Il s'agit de passer du premier point de soudure vers le bord ou l'extrémité du tuyau, puis du second point de soudure, qui est une zone plus froide, vers le premier cordon effectué. Il faut évidemment référer à la gamme de soudage qui précise un joint bout à bout et exige une pénétration complète. Le premier cordon doit être inspecté et le niveau de pénétration vérifié avant d'effectuer le second cordon. En règle générale, chaque cordon est examiné avant de poursuivre.

D'autres choix de techniques dépendent du procédé de soudage prescrit sur la gamme. Lors du soudage à la baguette, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse utilise la technique en tirant. Il s'agit d'appliquer la baguette en tirant à partir du bain de fusion et en s'éloignant, pour éviter les inclusions de laitier au bout de la baguette. Avec le procédé de soudage TIG, c'est le contraire, on utilise la technique en poussant vers le bain de fusion du métal d'apport. Avec le procédé semi-automatique, on obtient une plus grande pénétration en tirant parce que le fil, au lieu de piquer dans le métal froid, pique dans le bain de fusion à haute température assurant ainsi une pénétration plus profonde. La technique en poussant offre cependant une meilleure visibilité du joint. Il est possible d'inverser la technique si d'importantes turbulences de gaz dans les coins où les angles risquent de provoquer des porosités. Le choix d'une des techniques dépend donc à la fois du procédé de soudage utilisé et des contraintes rencontrées lors du soudage.

Dans le cadre de ce laboratoire, certains procédés de soudage moins fréquents ont été explorés, comme le procédé de soudage sur latte de céramique. Le support céramique est utile lorsqu'une seule face des pièces à souder est facilement accessible. Cette barre ou latte de céramique contient une crevasse ou un sillon en son centre qui sert de support au bain de fusion. La céramique permet la rétention du métal en fusion et de ce fait, une fusion égale des deux bords de la pièce. L'écart des pièces doit être régulier et une préparation minutieuse des pièces est nécessaire. La propreté des surfaces d'application de la latte de céramique est essentielle pour que le ruban d'aluminium adhésif colle sur les pièces. Une préchauffe des pièces résultera en une meilleure adhérence de la céramique avant le soudage. La préparation idéale pour le procédé de soudage à la latte de céramique est un écart entre les pièces variant entre $\frac{5}{16}$ et $\frac{3}{8}$ pouce pour obtenir un cordon fusionné d'environ un demi-pouce. Il existe des supports de céramique arrondis qui sont pratiques pour les coins et les angles difficiles d'accès.

Quel que soit le procédé de soudage prescrit sur le plan, l'entretien du poste et des différentes composantes doit être fait régulièrement. Il faut constamment vérifier l'état de la buse et la nettoyer afin d'assurer la bonne diffusion du gaz de protection et si cela est nécessaire, il faut couper la pointe du fil-électrode afin d'ôter tous les contaminants. La mise à la terre et l'installation de la pince de mise à la terre doivent être faites selon les règles.

Les procédés de soudage manuel ou soudage à la baguette sont encore fréquemment utilisés. Un point essentiel est le choix de l'électrode selon le matériau à souder. Le diamètre de

l'électrode dépend de la largeur du cordon demandé dans la gamme de soudage. Il existe un système de numérotation des électrodes à souder. Les deux premiers chiffres indiquent le nombre de livres multiplié par 1 000 que la soudure pourra soutenir par pouce carré. Suivent des indications sur les positions de soudage possibles avec ce type d'électrode et sur le type d'enrobage de l'électrode.



Retour à la
Table des
matières



Rappel de notions

Exemple de classification des électrodes: E 7 0 1 8

- > **E**: électrode
- > **70**: multiplié par 1 000 livres par pouce carré
- > **1**: les positions de soudage permises avec cette électrode. L'électrode 1 est la plus versatile et permet toutes les positions de soudage
- > **8**: type d'enrobage de l'électrode et niveau de pénétration

Lors de l'exécution des différents procédés de soudage, la position du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse est fréquemment précisée dans la gamme de soudage. Si elle ne l'est pas, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse tente dans la mesure du possible de prioriser le soudage à plat. L'assemblage sera positionné et stabilisé à l'aide de blocs pour permettre le soudage à plat. Les réglages du poste de soudage tiennent aussi compte de la position de soudage.



Rappel de notions

Les principales positions de soudage sont :

- > À plat
- > En corniche
- > Au plafond
- > Verticale montante
- > Verticale descendante



Retour à la
Table des
matières

Lors de l'action *Exécuter les différents procédés de soudage*, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit régler d'autres aspects de sa technique. Il choisit sa vitesse d'avance ou vitesse d'exécution du cordon de soudure. Il maintient sa torche ou pistolet dans un certain angle tout au long de l'action. De plus, il choisit et conserve une certaine distance entre sa torche et la pièce, et de cette distance découle la longueur de l'arc. À ces facteurs techniques s'ajoutent plusieurs autres facteurs tels que la dextérité, l'expérience du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse, la position choisie, l'accessibilité de la zone à souder et les différentes formes des pièces.

Voici un lien vers une capsule sur les positions de soudage :



> **Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 25**

D4 | Prévenir ou corriger les défauts de soudure

Cette action comprend trois volets distincts qui ont la même finalité, celle d'obtenir un cordon en tout point conforme aux indications du plan et de la gamme de soudage. Les trois volets sont le volet *préventif*, le volet de *détection* et le volet *correctif* des défauts de soudure.

Le cordon doit non seulement correspondre aux dimensions précises, longueur et épaisseur, il doit aussi être situé aux endroits prescrits sur le plan, être lisse et régulier. Pour les soudures d'angle, il est essentiel d'observer le profil du cordon, celui-ci doit être également réparti sur les faces adjacentes. Tout décalage affaiblit la résistance de l'assemblage. Même si tous ces critères sont remplis, le cordon doit de plus offrir une résistance mécanique optimale, et pour ce faire, il doit être exempt de tout défaut de structure, d'où l'importance de procéder à l'inspection visuelle de chaque cordon afin de détecter précocement le moindre défaut de soudure.

Parmi les défauts de soudure les plus fréquents, on retrouve les fissurations qui peuvent apparaître lorsque le cordon est trop étroit et que des tensions sont présentes au niveau des joints. Les fissures sur le cordon peuvent aussi être dues à une préparation inadéquate des pièces. Une température trop froide des pièces lors du soudage augmente le risque de fissurations dues à l'hydrogène. Les caniveaux forment souvent des creux ou canaux entre le cordon comme tel et le métal à souder. Ils sont dus à un excès d'intensité du courant. On peut les éviter en augmentant la vitesse d'avance ou en éloignant légèrement la torche du joint à souder ce qui augmente la longueur de l'arc. Les projections sont des éclaboussures excessives du métal d'apport qui se déposent autour de la soudure. Il est suggéré de réduire l'intensité du courant. Par contre, les projections sont un phénomène courant avec les procédés semi-automatiques, seul l'excès de projections indique la nécessité d'un ajustement du poste de soudage. Le collage est un défaut fréquemment associé au procédé GMAW. C'est une fusion incomplète entre le métal d'apport et le métal soudé. Il faut alors diminuer la vitesse de soudage ou augmenter le courant pour rectifier la situation. La présence de



Retour à la
Table des
matières

porosités, soufflures ou bulles dans un cordon de soudure peut signaler une absence ou une insuffisance de gaz de protection. Il faut vérifier le débitmètre, les valves de la bouteille et l'état de la buse. Un cordon de soudure présentant des porosités doit être enlevé en totalité, car il est cassant et n'offre pas la résistance mécanique attendue. Parmi les défauts de soudure, on retrouve aussi les mauvaises terminaisons de cordons avec des cratères ou des cordons trop bombés. Dès la détection d'un défaut, il faut changer les réglages du poste. Dans ce cas, il est fortement suggéré de faire des tests préalables sur des échantillons avec les nouveaux ajustements avant de reprendre le soudage de la pièce, afin de les valider.

Dans le volet préventif, en plus de l'ajustement immédiat des réglages du poste selon le défaut rencontré, il existe différentes techniques pour prévenir les défauts de soudure. La meilleure manière de prévenir les défauts de soudure consiste à préparer adéquatement les pièces. Toute présence de contaminant, graisse ou peinture sur les pièces, augmente le risque de soudures non conformes. Une connaissance sans faille du matériau à souder et le choix approprié du métal d'apport sont indispensables au bon déroulement du soudage. Souder un assemblage en T à l'aide du procédé GMAW, mais sans contrôler la déformation peut causer une cambrure de la pièce horizontale lors du retrait. Pour prévenir cette déformation, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut maintenir la pièce par bridage en la fixant solidement à la table de travail avec des pinces avant le soudage. Il peut choisir d'induire une précontrainte en insérant une cale d'espacement pour ainsi forcer la pièce et imposer une cambrure inverse avant de procéder au soudage. Lors du retrait suivant le soudage, la pièce reprendra peu à peu la forme exigée par le plan.

Le préchauffage de certaines zones des pièces est une autre méthode préventive qui induit une déformation opposée à celle que la soudure que l'on s'apprête à faire pourrait provoquer. Lorsque le plan indique qu'il est nécessaire de préchauffer certaines pièces d'une épaisseur de plus d'un pouce, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut se guider à l'aide d'un crayon de chaleur. Il s'agit d'un crayon de cire qui fond à une température donnée. Dans le cas présenté, le plan exige que les pièces soient à une température de 150 °F ou 66 °C, alors le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse n'a qu'à sélectionner le crayon qui fond à 150 °F. Ensuite, il chauffe les pièces, applique la pointe du crayon de chaleur sur la pièce jusqu'à ce que la pointe de cire fonde. La préchauffe évite les fissurations lors du refroidissement trop rapide. De grands contrastes thermiques augmentent les tensions dans l'assemblage. Seul un premier cycle de préchauffe est nécessaire, car le soudage augmente la température de la pièce tout au long de la procédure.

Plusieurs méthodes permettent la détection des défauts de soudure. Après l'examen visuel et les vérifications dimensionnelles et géométriques des cordons à l'aide de jauges ou autres instruments de mesure, des méthodes plus complexes sont disponibles si les doutes persistent. La méthode du ressuage consiste à déposer un liquide à la surface des cordons, le laisser pénétrer, essuyer tout excès pour ensuite appliquer un révélateur. Toutes les zones où l'on retrouve des résidus du liquide sont des preuves de la discontinuité du cordon ou de failles structurelles qui nuisent à la résistance mécanique du cordon. Une autre méthode dite magnétique comprend le dépôt de particules magnétiques à la surface des cordons. Selon les mouvements non uniformes des particules soumises à un champ magnétique, l'on devine les zones de discontinuité à la surface des cordons. Pour les défauts situés en profondeur, il faut



Retour à la
Table des
matières

recourir à la détection par les ultrasons ou les rayons X⁴. Ces derniers sont souvent utilisés lors de l'examen de structures de grande dimension, par exemple sur les chantiers navals.

Dans le volet correctif des défauts de soudure, plusieurs approches sont possibles. La plupart du temps, il s'agit de retirer la totalité du ou des cordons défectueux et de reprendre le soudage avec de nouvelles bases. Cet enlèvement peut se faire selon différentes méthodes, comme le meulage. Il est important de ne cibler que la zone défectueuse sans endommager ou affaiblir le matériau de base, et de choisir une meule et des disques adaptés à la réparation à effectuer.

On peut aussi enlever la soudure non conforme par gougeage à l'arc-air. Le gougeage crée un bain de fusion à l'aide d'une électrode de carbone enrobée de cuivre et il est accompagné d'un jet d'air puissant. Le bain de fusion est expulsé sous pression, ce qui provoque l'enlèvement du cordon. Le gougeage à l'arc-air est une technique très efficace pour enlever les cordons défectueux. Gouger à la torche est fort utile pour corriger des défauts de soudure dans des espaces clos ou restreints, car il dégage moins d'émanations toxiques. Cependant, c'est un procédé plus lent que le gougeage à l'arc-air.

Quant aux méthodes correctrices des défauts de soudure liés à la déformation des pièces, la chauffe de retrait s'applique à l'opposé de la soudure effectuée. À l'aide d'un poste oxyacétylénique, il s'agit de chauffer afin de faire opposition aux zones déformées. Ensuite, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse plonge la pièce dans l'eau rapidement pour que la pièce retrouve la rectitude exigée.

⁴ CSMOFMI. *Défauts de soudure*. Site téléaccessible à l'adresse suivante : http://www.comiteperform.ca/IMG/pdf/1032_01_06_chap6.pdf (consulté le 12 mai 2015).



Section 2.

LES PARAMÈTRES

paramètres
Laboratoire des savoirs de métier
en formation professionnelle



Section 2.

LES PARAMÈTRES



Retour à la
Table des
matières

2. LA FAMILLE DES PARAMÈTRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

L'examen approfondi de l'ensemble des actions du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse fait ressortir des constantes ainsi que des caractéristiques variables. Le cadre de ces actions est balisé et structuré par de nombreux paramètres. Tous les paramètres recueillis facilitent l'accès au processus de raisonnement de métier, et ce, à partir de l'environnement dans lequel chaque action prend forme et se développe.

La démarche d'analyse comprend tout d'abord l'extraction des différents paramètres, l'établissement des contours précis de chacun, c'est-à-dire leur caractérisation. Par la suite, une compilation de ces différents paramètres selon leurs caractéristiques et leur contexte précis d'activation a permis de les recenser et de les regrouper sous trois grandes familles. Le répertoire des paramètres du métier de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse comprend les paramètres de sécurité, les paramètres du métier et les paramètres de conformité.

2.1 Paramètres de sécurité

Plusieurs paramètres peuvent en effet se regrouper sous le terme de paramètres d'entrée. Un paramètre d'entrée est, dans le cadre de ce laboratoire, un élément d'information ou une série d'informations à prendre en compte ou à activer avant de démarrer une action ou une de ses composantes. Il s'agit d'une zone préparatoire qui doit précéder l'action et qui sous-entend à la fois un temps d'arrêt et la mise en place d'une chaîne de contrôle d'entrée. Les paramètres d'entrée sont désignés sous le vocable de paramètres de sécurité.

2.2 Paramètres du métier

La seconde famille de paramètres sous-tend tout l'exercice des activités clés et des actions du métier et se retrouve sous le terme de paramètres d'assise. Un paramètre d'assise est un élément d'information ou une série d'éléments d'informations spécifiques du métier à prendre en compte ou à activer tout au long du déploiement d'une action ou d'une opération. Ces paramètres d'assise sont regroupés sous le vocable de paramètres du métier.

2.3 Paramètres de conformité

La troisième famille de paramètres encadre toutes les actions du métier et se retrouve sous le terme de paramètres de sortie. Un paramètre de sortie est un élément d'information ou une

série d'informations à prendre en compte ou à activer soit en cours d'action, soit à la fin d'une action ou d'une de ses composantes. Il s'agit d'un autre temps d'arrêt où s'opère le contrôle de qualité qui donne le feu vert pour l'étape subséquente. Les paramètres de sortie sont regroupés sous le vocable de paramètres de conformité.



Retour à la
Table des
matières

2.4 Triade paramétrique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse

Toute action ou opération du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse prend place et se déploie à l'intérieur d'un cadre constitué des familles de paramètres en interaction.

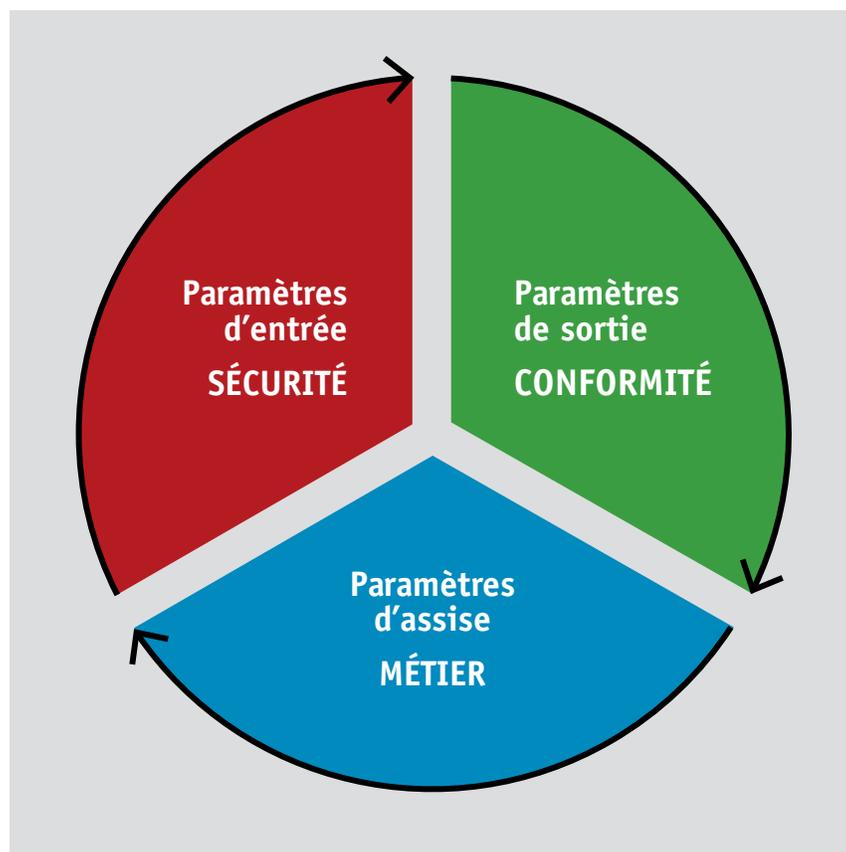


Figure 2: Triade paramétrique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse

Cette triade paramétrique composée des paramètres de sécurité, du métier ainsi que des paramètres de conformité encadre toutes les activités clés et les actions du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. En décrivant le fonctionnement de cette triade et en notant l'activation de certaines zones, il est possible en tout temps de caractériser un point précis de l'action ou de l'opération en cours. Certaines actions complexes demandent l'activation simultanée des trois types paramétriques soutenue par une circulation intense entre tous ces paramètres, tandis que d'autres actions ne requièrent la présence que d'une ou deux familles de paramètres.

En effet, l'analyse de la triade paramétrique en présence lors d'une action précise permet de mieux étayer la description des séquences opératoires et donne un accès privilégié au processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. La triade paramétrique sert de matrice et de support de régulation à toute action exercée dans le cadre d'un métier.



Retour à la
Table des
matières



Section 3.

LE RÉPERTOIRE DES PARAMÈTRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

paramètres
Laboratoire des savoirs de métier
en formation professionnelle



Section 3.

LE RÉPERTOIRE DES PARAMÈTRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE



Retour à la
Table des
matières

3. RÉPERTOIRE DES PARAMÈTRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

Tous les paramètres de ce répertoire ont été colligés à partir de nombreuses captations vidéo dans le cadre du laboratoire des savoirs de métier. Dans un tel contexte, il s'agit d'un répertoire non pas exhaustif, mais évolutif. Les différents paramètres activés par les soudeurs-monteurs ou par les soudeuses-monteuses se regroupent en trois grandes familles : les **paramètres de sécurité**, les **paramètres spécifiques du métier** et les **paramètres de conformité**.

Ces paramètres sont en constante interaction lors des étapes de l'exercice du métier de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse. Ces interactions peuvent s'exercer soit entre plusieurs paramètres d'une même famille, soit entre des paramètres de deux ou même des trois familles, lorsqu'une action complexe ou une opération précise exige un niveau élevé de régulation⁵.

Tous les paramètres qui seront activés du début à la fin des différentes tâches du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse sont d'abord extraits, puis examinés lors de l'activité clé d'interprétation des plans, devis et procédés de soudage. Cette démarche d'analyse permet d'anticiper toutes les phases des trois activités clés subséquentes de préparation des pièces, de réalisation, modification ou réparation des assemblages et de soudage des pièces ou des assemblages. Ainsi l'examen approfondi des paramètres en présence sur les plans et les gammes d'assemblage et de soudage amorce l'exercice de régulation de tout le processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. En premier lieu, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit prévenir tous les risques potentiels et assurer sa propre sécurité et celle des autres travailleurs. Par la suite, il doit passer en revue tous les détails des gammes d'assemblage et de soudage en examinant plus à fond les points critiques de chaque séquence. De plus, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse tient compte de plusieurs facteurs : la faisabilité, l'efficacité du déroulement des gammes d'assemblage et de soudage, la planification des séquences d'activation de tous les paramètres extraits et étudiés lors de l'interprétation des plans et des gammes.

Afin de faciliter la consultation du répertoire, un code de couleur désigne chaque famille de paramètres. Le **rouge** signale les **paramètres de sécurité**, car il est nécessaire de faire un temps d'arrêt avant de commencer chaque étape du travail. Le **bleu** indique les **paramètres spécifiques du métier** de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse et

⁵ De façon générale, le terme *régulation* signifie « l'action de régler (...) une situation en y intervenant de façon à obtenir un fonctionnement jugé normal » (Legendre, 2005, p. 1170). De façon plus spécifique, il s'agit de « l'ensemble des fonctions et des actions dont le but est de maintenir l'équilibre d'un système complexe (...) ou de modifier le système de façon à ce qu'il s'adapte aux conditions environnantes » (Legendre, 2005, p. 1170).

fait référence à ses outils de travail. Le **vert** est relié à la famille des **paramètres de conformité**, tout simplement parce qu'il faudra obtenir le feu vert de la conformité avant de passer à l'étape suivante.

Les trois grandes familles de paramètres (les **paramètres de sécurité**, **de métier** et **de conformité**) sont divisées en sous-groupes. Le contexte précis d'activation ainsi qu'une description détaillée complètent la caractérisation de chaque sous-groupe de paramètres.



Retour à la
Table des
matières

3.1 Les paramètres de sécurité

Cette grande famille de paramètres est régie par les normes et règlements décrétés par l'ACNOR (Association canadienne de normalisation). Il faut constamment se référer à la **norme CSA W117.2** qui établit les règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes. Les paramètres de sécurité extraits et analysés dans le cadre de ce laboratoire ne sont que des indicateurs de l'application des normes en vigueur dans les milieux investigués.

3.1.1 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ INDIVIDUELLE

3.1.1.1 Le code vestimentaire de base du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse

À activer dès le passage dans l'atelier ou l'usine.

Le code vestimentaire est prescrit par le milieu de travail. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit porter des vêtements ignifuges, choisir la fibre de coton et éviter les fibres synthétiques. Le port des salopettes et d'une veste de coton ignifuge aux manches longues et de vêtements refermés au niveau du cou a pour but de protéger la peau des rayons ultraviolets et des risques de brûlures. Il est recommandé d'éviter les poches et les replis au bas du pantalon, tout ce qui pourrait recueillir des étincelles. Les bijoux et accessoires de métal sont à proscrire à cause des risques d'électrisation, tout comme le port de vêtements ou de gants humides ou mouillés. Eau et électricité ne font pas bon ménage. Le port de vêtements effilochés est interdit, car cela augmente l'inflammabilité du tissu.

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse porte en tout temps des bottes de sécurité. Celles-ci sont renforcées par des bouts d'acier, et ce, également au niveau des semelles afin d'éviter tout risque de perçage ou de fonte des semelles par du métal en fusion. Cependant, les semelles sont en caoutchouc pour éviter la transmission du courant électrique. Le port du petit chapeau est facultatif, mais les cheveux doivent être attachés et inaccessibles lors de l'utilisation de certaines machines, telle la perceuse à colonne qui présente un haut risque d'entraînement. L'utilisation de genouillères peut être recommandée. D'autres équipements individuels sont requis selon les situations, comme les harnais de sécurité pour les travaux en hauteur ou dans les nacelles élévatrices.



Rappel de notions⁶

Travail à chaud : tout travail qui exige l'emploi d'une flamme ou qui peut produire une source d'inflammation ou d'allumage.

> Définition (297). Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST).

Selon le *Code national de prévention incendie* (CNPI), tous les travaux utilisant une flamme nue ou produisant de la chaleur ou des étincelles, notamment le découpage, le soudage, le meulage, etc.



Retour à la
Table des
matières

3.1.1.2 Le code vestimentaire spécifique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse

À activer avant d'exécuter tout travail à chaud.

Le code vestimentaire du travail à chaud demande le port d'une veste ou manteau de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse en cuir qui protège des flammes et de la chaleur. Tous les risques de brûlures de la peau soit par la chaleur intense, soit par le rayonnement doivent être évités. Le port de gants de cuir à manchettes (qui couvrent une partie des avant-bras) ou mitaines est obligatoire. Ces gants doivent préserver la dextérité dans la mesure du possible. Le port de gants de caoutchouc sous les gants de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse en cas de sudation excessive ou si le lieu de travail est humide peut être requis. D'autres types de gants de travail sont requis pour la manipulation des matériaux.



Rappel de notions

> Ne pas toucher les pièces en atelier ou usine même si elles ne sont pas identifiées comme chaudes et même si l'on n'a pas eu connaissance de travaux de soudage ou de coupage effectués sur les pièces.

3.1.2 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ OCULAIRE

À activer avant d'exécuter un travail à chaud ou en présence d'un travail à chaud.

Tous les procédés de soudage ou de coupage utilisés émettent des quantités importantes de rayonnement de longueurs d'onde variables. Les risques de problèmes oculaires varient selon le rayonnement présent pendant la tâche effectuée. L'intensité du courant appliqué lors des travaux influence aussi le niveau de rayonnement, tout comme le ou les gaz de

⁶ Claude Millette. *Travail à chaud. Réglementation et permis*. Association sectorielle – Fabrication d'équipement de transport et de machines. Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://www.lacsst.com> (consulté le 20 mai 2015).

protection utilisés. Les mélanges de gaz augmentent le rayonnement ultraviolet. Les procédés à jet de plasma occasionnent de fortes émissions de rayons ultraviolets. De plus, les surfaces réfléchissantes de certains matériaux comme l'aluminium ou l'acier inoxydable accentuent ce rayonnement.

Les rayons ultraviolets ont des longueurs d'onde variant entre 200 et 400 nanomètres. Ceux-ci peuvent endommager ou brûler la conjonctive ou la cornée des yeux non protégés. C'est ce qu'on appelle la photokératite ou le coup d'arc ou le flash du soudeur. Le coup d'arc dépend de la distance entre l'arc électrique et l'œil, l'intensité du rayonnement et l'angle d'incidence. C'est une brûlure douloureuse, mais superficielle de l'œil qui se résorbe en moins de 48 heures dans la plupart des cas. Dans la zone des rayons visibles qui comprend des longueurs d'onde de 400 à 700 nanomètres, le symptôme le plus fréquent est l'éblouissement qui, dans certains cas sévères, peut endommager la rétine et occasionner des problèmes de vision à long terme. Les rayons infrarouges de plus de 700 nanomètres qui proviennent surtout de la chaleur intense du métal en fusion peuvent accélérer le vieillissement du cristallin et causer la formation de cataractes.



Retour à la
Table des
matières



Rappel de notions⁷

- > Sans protection oculaire, il est possible de souffrir d'un coup d'arc même sans avoir regardé directement l'arc et même à une distance de 25 mètres, et ce, en quelques secondes seulement!

> Santé oculaire / Équipements de protection⁸

Il est requis de porter des lunettes de sécurité munies d'écrans latéraux dès l'entrée en atelier ou en usine. Les lunettes en polycarbonate qui protègent des UVA et des UVB sont recommandées en tout temps. Ces lunettes protègent aussi des projections de particules ou poussières de métal ou autre substance.

Elles doivent être portées sous le masque de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse. Avant d'entreprendre tout travail de soudage, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit porter un casque ou masque de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse à visière articulée. Ce masque comprend un filtre protecteur et différentes lentilles filtrantes qui protègent les yeux, ainsi qu'une coquille opaque qui bloque le rayonnement sur la peau du visage et du cou. Il est impératif de choisir un masque approprié à la tâche spécifique et un niveau de teinte de la visière qui assure visibilité et protection. Le choix du numéro de teinte dépend du procédé utilisé, de l'épaisseur des pièces, de l'ampérage et il existe des tableaux de référence à cet effet. Il existe différents types de masques selon les procédés de soudage utilisés, certains comprennent des filtres respiratoires intégrés ou même des systèmes de

⁷ Vega, P. (2014). *Risques du métier de soudeur*. Association sectorielle – Fabrication d'équipement de transport et de machines. Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://asfctm.com/wp-content/uploads/2013/11/Risquesmetiersoudeur141017.pdf> (consulté le 20 mai 2015).

⁸ Godin, C. (2013). *Guide. Prévention pour le soudage et le coupage*. 2^e édition. Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://www.asphme.org/upload/pdf/soudage.pdf> (consulté le 20 juin 2015).

ventilation adaptés. Le masque le plus fréquemment utilisé dans le cadre de ce laboratoire est un masque simple maintenu par un serre-tête qui pivote sur demande devant le visage.



Rappel de notions⁹

- > Ne **jamais** pointer sans descendre le masque de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse en cachant l'électrode et le rayonnement avec la main!



Retour à la
Table des
matières

3.1.3 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ AUDITIVE

À activer avant d'exécuter un travail bruyant ou en présence d'un environnement bruyant.

De nombreux procédés utilisés par les soudeurs-monteurs ou les soudeuses-monteuses sont très bruyants, surtout les procédés à l'arc-air ou au jet de plasma. En plus des bruits ambiants dans l'atelier ou l'usine, le meulage et le martelage augmentent les bruits d'impact et la vibration. Par exemple, le coupage au plasma produit autour de 90 dB (A) (décibels audibles) et le martelage pour enlever le laitier produit entre 75 et 90 dB (A). Au Québec, la norme permise est de 90 dB (A) par période de 8 heures d'exposition continue par jour. Ces milieux de travail très bruyants augmentent les risques de problèmes auditifs, et même de surdité en plus d'occasionner du stress, de la fatigue et une baisse de la vigilance.

> Santé auditive / Équipements de protection⁹

En plus de tout faire pour réduire le bruit à la source, il est requis de porter des protecteurs auditifs lors des travaux bruyants. On retrouve deux types de protecteurs, les bouchons d'oreilles et les coquilles. Les bouchons d'oreilles sont plus confortables que les coquilles dont l'utilisation est difficile avec le port du casque du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse, mais celles-ci protègent mieux des sons graves.

3.1.4 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ ET DE SANTÉ RESPIRATOIRE

À activer avant d'exécuter tout travail à chaud ou dégageant de la fumée ou en présence d'autres soudeurs-monteurs ou soudeuses-monteuses au travail.

L'air que respire le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut contenir d'importantes quantités de particules en suspension et des émanations de gaz. En plus d'une ventilation constante du lieu de travail, il faut installer des capteurs de fumée à la source près du travailleur, sans toutefois aspirer les gaz de protection nécessaires à la qualité de la soudure. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit garder dans la mesure du possible la tête hors du panache de fumée. Les particules les plus grosses sont absorbées par les voies respiratoires et adhèrent aux sécrétions nasales qui deviennent très foncées. Les particules plus fines passent vers les poumons, puis le sang.

⁹ Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur de la fabrication de produits en métal, de la fabrication de produits électriques et des industries de l'habillement. *Choisir des coquilles ou des bouchons?* Site téléaccessible à l'adresse suivante: <http://www.aspme.org/upload/pdf/Coquille.pdf> (consulté le 20 juin 2015).

La toxicité de certains matériaux comme l'acier inoxydable, l'aluminium et les matériaux galvanisés comportant un enduit de zinc, demande des précautions supplémentaires. Le soudage dans un milieu clos demande aussi une ventilation adaptée. Comme les capteurs de fumée installés près des sources de soudage sont bruyants, cela implique l'activation conjointe des **paramètres de sécurité et de santé auditive**.



Retour à la
Table des
matières



Rappel de notions

- > Les **fumées de soudage** comportent de sérieux risques pour la santé en général et pour le système respiratoire en particulier. Ces fumées sont en fait des mélanges complexes d'oxydes, de silicates et de particules fines en suspension. Elles sont le résultat de différents apports. Elles dépendent de la composition des matériaux soudés qui dégagent des émanations lors de leur fusion. Selon les différents aciers, on retrouve des taux variables de fer, chrome, nickel, manganèse et molybdène pour ne mentionner que ces substances. À ces émanations s'ajoutent celles des gaz de protection de certains procédés de soudage. Les principaux gaz de protection sont l'argon, le CO₂ et l'hélium. Comme divers procédés de soudage fréquemment utilisés nécessitent des gaz de combustion comme l'acétylène ou le propane, voici donc une source additionnelle de substances volatiles. D'autres particules ou substances présentes dans les fumées de soudage proviennent de la fusion des enrobages des électrodes (SMAW) ou du flux ou fondant au centre des électrodes tubulaires de type FCAW que l'on retrouve dans les différents procédés de soudage largement utilisés actuellement. De plus, lors de la formation d'un arc de soudage, il y a production de monoxyde de carbone. Sous l'effet des rayons ultraviolets, il y a production dans l'air de substances volatiles irritantes comme l'ozone ou des oxydes d'azote.

> Santé respiratoire / Équipements de protection

Il existe différentes sortes de masques qui offrent une protection respiratoire. Certains sont jetables et contiennent des filtres à particules. Cependant le port d'un masque respiratoire augmente la chaleur, l'humidité sous le casque et la formation de buée sur les lunettes de sécurité, ce qui décourage son utilisation et diminue la visibilité essentielle au travail. D'autres appareils de protection respiratoire ont des cartouches filtrantes qui captent certains gaz ou des particules spécifiques. Ces filtres seaturent rapidement et requièrent un changement aux deux heures.

Le travail à chaud en milieu restreint ou en espace clos demande la mise en place d'un protocole très complexe de mesures de santé et de sécurité adaptées à la situation. Ces procédures seront revues dans le cadre des **paramètres de sécurité reliés aux permis et procédures**.



Retour à la
Table des
matières

3.1.5 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ COMPORTEMENTALE

À activer dès l'entrée en atelier ou en usine.

Dans un milieu de travail à haut risque, une attitude de responsabilisation est de mise en tout temps. Il ne faut pas se fier à quiconque, et les différentes vérifications essentielles sont à répéter avant chaque utilisation d'un outil, d'un poste de soudage ou de toute autre machine. Le calme et la concentration sont de rigueur et le maintien d'une posture ergonomique en toute situation est suggéré. La propreté est primordiale. Il ne faut jamais laisser traîner des tubes de gaz, des chalumeaux encore raccordés pour éviter les risques de chute, de blessure ou de fuite de gaz. Les zones de passage et les postes de travail doivent être libres d'obstacles, et les objets rangés aux endroits désignés. On doit se référer à un supérieur devant tout problème potentiel quant à sa propre sécurité ou celle d'autrui et participer activement à l'identification et à l'élimination des risques d'accidents. Les mesures d'urgence doivent être connues de tous.

3.1.6 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ COLLECTIVE

À activer avant tout travail à chaud s'il y a des personnes à proximité ou avant toute manipulation ou manutention de pièces.

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse est non seulement responsable de sa sécurité, mais aussi celle de son entourage. Il ne peut manutentionner ou déplacer des pièces avant d'avoir vérifié l'absence d'obstacles et d'avoir éliminé tout risque de collision. Après la manutention, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit remonter les chaînes ou toute pièce métallique qui pourraient heurter un travailleur. Aucune pièce ne doit être déposée dans les zones de passage.

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse ne peut souder ou faire un travail à chaud près d'autres travailleurs à moins que ceux-ci aient leurs équipements de protection individuelle. Il doit s'assurer que les visiteurs portent les équipements requis et se tiennent à bonne distance du travail à chaud. L'installation d'écrans protecteurs entre les postes empêche la diffusion du rayonnement et les projections. Il est requis de bien identifier, de manière visible et évidente, les pièces récemment soudées ou coupées pour éviter qu'une tierce personne ne se brûle. Avant toute procédure qui dégage des étincelles, comme le meulage, l'installation de pare-étincelles est nécessaire. En installant le capteur de fumées de soudage, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse protège sa santé et celle des autres travailleurs présents dans l'usine ou l'atelier.

3.1.7 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ DE LA MANIPULATION

À activer dès qu'il y a maniment de pièces, d'outils ou de produits en atelier ou en usine.

Le port de gants de travail est requis en tout temps. Il faut bien connaître et suivre les consignes de santé et de sécurité reliées à la **manipulation des produits chimiques**, des nettoyants, peintures, solvants ou tout autre produit nécessaire au nettoyage ou au traitement chimique requis lors de la préparation des pièces. Il existe différents types de gants, de nitrile ou PVA, selon les produits chimiques à manipuler. Tout résidu de produit de nettoyage doit être enlevé pour éviter des problèmes ou des émanations toxiques lors du soudage. L'acétone est un nettoyant qui ne peut être utilisé ou vaporisé près d'un poste de soudage, car il est

inflammable. L'entreposage des produits se fait selon les règles établies. Il faut procéder à un examen rapide des outils afin de détecter toute anomalie, signe d'usure ou bris.

Le port des gants est requis pour la manipulation de toutes les pièces, car les arêtes peuvent être tranchantes. Un point à surveiller en particulier est le risque de piqûre à cause des électrodes de tungstène, celles-ci étant très pointues. L'on doit toujours garder en tête qu'une pièce à manipuler peut être chaude. Dans un autre ordre d'idées, lors des essais de pliage, de traction et de dureté ou de tout autre test sur un matériau ou un assemblage, il faut respecter les procédures spécifiques de chaque type de test et s'assurer de la sécurité en tout temps lors de l'exécution de ces tests.



Retour à la
Table des
matières

3.1.8 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ DE LA MANUTENTION

À activer dès qu'il y a déplacement de pièces, de bonbonnes de gaz ou d'outils d'un certain poids ou volume, en atelier ou en usine.

Il faut connaître les procédures d'utilisation des sangles ou chaînes. La formation pour le pont roulant ou le chariot élévateur est obligatoire. Une connaissance détaillée des procédures de sécurité pour chaque appareil de manutention est recommandée, tout comme des mises à jour fréquentes. Dans le cas de la manutention des bouteilles de gaz, l'on doit vérifier la fiche signalétique de la bouteille de gaz, vérifier les robinets des bouteilles et les bouchons de protection. Des chariots spécifiques au transport des bonbonnes sont recommandés et ces bonbonnes doivent être attachées solidement à l'aide de chaînes. L'entreposage des bouteilles suit des normes strictes.

3.1.9 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ DE FONCTIONNEMENT DES OUTILS

À activer au moment d'utiliser un outil ou une machine dans le cadre des diverses tâches de préparation des pièces ou de fabrication d'un assemblage.

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit connaître et maîtriser tous les détails de fonctionnement de chaque outil et de chaque machine avant de l'utiliser et de maintenir ce savoir-faire même sous pression. Il faut savoir s'adapter aux procédures spécifiques de chaque appareil et avoir reçu la formation préalable lorsque celle-ci est requise.

Voici les **paramètres de sécurité de fonctionnement de la perceuse** activés dans le cadre de notre étude de cas. Avec cet outil rotatif, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse ne doit pas porter de gants à cause des risques d'entraînement. S'il nettoie les pièces à l'aide d'un linge, celui-ci doit être éloigné de la zone de perçage. L'opérateur doit bien fixer la pièce et les étaux et s'assurer que le déflecteur est bien positionné avant le démarrage. Un seul opérateur contrôle la machine et ajuste la vitesse selon les **paramètres spécifiques de cette machine**. Le mandrin ne peut être touché avant l'arrêt complet de l'appareil.

3.1.10 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ RELIÉS AU POSTE DE SOUDAGE OU DE COUPAGE

À activer au moment d'utiliser un poste de soudage ou de coupage ou tout autre poste permettant de réaliser un travail à chaud que ce soit pour la préparation ou le soudage des pièces ou assemblages.

Chaque poste de soudage ou coupage a ses procédures de sécurité spécifiques selon le procédé utilisé et les différents paramètres spécifiques de soudage à ajuster. Les paramètres

de sécurité de cette section ont été recueillis à partir des principaux procédés de soudage ou de coupage vus dans le cadre de notre laboratoire des savoirs de métier.

3.1.11 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ RELIÉS À L'ÉLECTRICITÉ

À activer en présence de tous les procédés à l'arc électrique, car ceux-ci comportent des risques d'électrisation, c'est-à-dire de chocs électriques.

Les principaux points à surveiller sont les suivants : la présence d'eau sur le plancher et l'humidité des lieux, du matériel, des vêtements ou gants sont des facteurs à contrôler avant de procéder à la tâche. Le travail sur une surface de métal augmente les risques de transmission du courant. Une mise à la terre défectueuse est dangereuse, elle peut être causée par un mauvais contact ou un fil endommagé. Tous les équipements du poste, le porte-électrode, la torche ou la buse, les gaines isolantes ou les câbles doivent être en parfait état et vérifiés régulièrement pour réduire les risques à zéro. Le câble de retour du poste à souder doit aussi être en bon état.

L'électrisation peut être légère et sans douleur ou occasionner des picotements ou de la douleur. Elle peut aller jusqu'à la contraction involontaire des muscles, ce qui fait que le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse ne peut relâcher le porte-électrode ou autre objet. Suivent les problèmes respiratoires ou cardiaques.



Rappel de notions

- > En cas d'électrisation, il faut couper le courant avant de toucher ou de porter secours au travailleur.

3.1.12 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ RELIÉS AUX GAZ

À activer dès l'entrée dans un lieu de travail où il y a présence de bonbonnes de gaz.

De nombreux postes de soudage ou de coupage demandent l'apport d'un ou de plusieurs gaz, soit des gaz de combustion, de coupe ou de chauffe, soit des gaz de protection. En plus des mesures de sécurité liées à la manutention et à l'entreposage des bonbonnes de gaz, il faut porter une attention de chaque instant aux tubes et raccords des bonbonnes de gaz près des postes de soudage ou de coupage. L'état des tubes de gaz est vérifié régulièrement, un simple test à l'eau savonneuse peut suffire à localiser une fuite. De plus, des détecteurs de fuite en bon ordre de fonctionnement peuvent être installés. Certains gaz plus lourds que l'air, comme le propane, ont tendance à s'accumuler sur place et à s'enflammer. Ces phénomènes sont encore plus dangereux en espace clos ou restreint. Il est essentiel de bien ajuster les raccords des boyaux de gaz et de vérifier fréquemment si ces raccords sont bien serrés. La rupture d'un raccord ou d'un boyau d'air comprimé par exemple peut fouetter le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse et causer de graves blessures.

Un autre point à surveiller est le débranchement de tout apport de gaz en dehors des périodes d'utilisation. Par exemple, si le tuyau de propane demeure raccordé au chalumeau oxycoupeur



Retour à la
Table des
matières

à la fin d'une utilisation et que le chalumeau est déposé, il peut y avoir une ouverture accidentelle de la valve de propane.

Il est impératif d'éloigner les tubes de gaz de la zone d'oxycoupage. Les travaux de soudage et de coupage doivent être effectués loin de toute substance combustible. Il faut porter une attention spéciale à la propreté de la zone de travail, car les poussières de métal peuvent s'enflammer. Pour les procédés de type oxycoupage, après le travail, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse ferme les robinets de gaz en commençant par celui de l'oxygène et règle les manodétendeurs à zéro. Des mécanismes qui empêchent le retour de flamme ou de gaz doivent être installés.¹⁰



Retour à la
Table des
matières



Rappel de notions

Code de couleur des tuyaux de gaz :

VERT

> Oxygène

ROUGE

> Acétylène

NOIR

> Air comprimé Argon Hélium

3.1.13 PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ RELIÉS AUX PERMIS ET PROCÉDURES

La gestion des risques dans le domaine du soudage-montage est complexe et de nombreuses situations critiques demandent l'émission de permis spécifiques et le respect d'une suite de procédures. Il est essentiel de respecter les normes et règlements en vigueur et de demander lorsque cela est nécessaire l'émission d'un permis pour travail à chaud. Ce permis n'est valide que pour un seul quart de travail et il doit comporter une description détaillée des tâches à accomplir et être affiché à l'endroit précis où a lieu le travail à chaud.

Sur ce permis, les principaux paramètres de santé et de sécurité à activer sont détaillés. Avant le début du travail pour lequel un permis a été émis, les détecteurs de fumée seront recouverts et les panneaux d'alarme incendie seront temporairement désactivés. Tous les matériaux combustibles seront enlevés. Tous les récipients, tuyaux et équipements contenant des substances inflammables seront purgés. Les couvertures contaminées par du pétrole ou des solvants doivent être enlevées. Les bouteilles de gaz comprimé sont recouvertes de matière ignifuge. L'installation d'un écran de protection est nécessaire quand il y a plus d'un travailleur présent.

Pour les travaux en espace clos ou restreint, c'est-à-dire où il n'y a qu'une seule entrée ou sortie, il est obligatoire de demander un permis en bonne et due forme. Dans le cas de

¹⁰ Godin, C. (2013). *Guide. Prévention pour le soudage et le coupage*. 2^e édition. Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://www.asphme.org/upload/pdf/soudage.pdf> (consulté le 10 juin 2015).



Retour à la
Table des
matières

l'émission d'un permis d'entrée en espace clos, il faut d'abord identifier de manière précise l'endroit de travail, par exemple un puits ou un réservoir à chaînes d'ancres. Il est requis de bien décrire les tâches et d'indiquer si c'est un travail à chaud. Pendant le travail comme tel, un surveillant qualifié pour cette tâche est présent durant tout le travail sur le bord du trou avec un moyen de communication efficace avec le ou les travailleurs. Il faut bien indiquer le nombre de personnes présentes, et ce nombre doit être transmis à l'équipe qui gère la sécurité et la signature du surintendant doit compléter le permis de travail à chaud.

Une évaluation des risques de chute, d'incendie ou d'explosion est à faire par le chef d'équipe ; tout comme la vérification de l'installation, des moyens de sortie et plus précisément de la possibilité d'une sortie rapide en cas d'urgence.

L'espace clos doit avoir été préparé, nettoyé et ventilé au préalable. La présence ou l'absence de ventilation doit être notée au dossier. Il est obligatoire d'effectuer des tests d'air avant chaque quart de travail et d'inscrire au dossier les résultats de ces mesures de concentration en oxygène et en dioxyde carbone. La présence de gaz inflammables doit aussi être détectée et inscrite au dossier. Il est à noter que l'utilisation d'une torche consomme de l'oxygène et fait baisser le taux d'oxygène dans l'air ambiant, ce qui peut entraîner de graves conséquences sur la santé des travailleurs présents dans cet espace clos. La ventilation doit être constamment ajustée selon les procédés utilisés.

Il est essentiel de porter tous les items de l'équipement individuel requis selon les travaux décrits. L'on doit prévoir le masque s'il est nécessaire, sans oublier les harnais et lignes de vie dans certaines situations. Une liste exhaustive des outils de travail requis doit être établie. Toutes les procédures d'urgence sont connues des personnes présentes et passées en revue dans le cadre précis de chaque émission de permis en espace clos. À l'entrée et à la sortie de l'espace clos, chaque travailleur doit apposer sa signature sur le permis, ainsi que la date et l'heure.

3.2 Les paramètres du métier du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse

Les méthodes de préparation et les procédés de soudage sont variés et la liste suivante ne peut en aucun cas être exhaustive. Elle reflète les situations rencontrées au cours de la présente recherche dans le cadre du laboratoire des savoirs de métier.

3.2.1 PARAMÈTRES SPÉCIFIQUES DES MATÉRIAUX

À activer dès le choix des matériaux à préparer, à assembler et à souder.

Tous les matériaux choisis doivent correspondre aux matériaux inscrits sur les plans et les gammes d'assemblage et de soudage. Le degré de soudabilité doit être connu, tout comme la compatibilité des matériaux en présence. Les outils et les procédés de coupage ou de soudage choisis dépendent des matériaux à assembler et des indications des plans. Dans le cas de la meule ou rectifieuse, les disques sont sélectionnés à partir des caractéristiques spécifiques du matériau à transformer et il doit y avoir compatibilité. L'épaisseur du matériau et la présence d'alliages entrent aussi en ligne de compte. Le choix du métal d'apport du fil-électrode est relié au matériau et d'autres paramètres spécifiques du procédé choisi varient

selon les paramètres spécifiques du matériau, par exemple le choix d'un courant alternatif ou continu, ou l'ampérage.

3.2.2 PARAMÈTRES SPÉCIFIQUES DES PROCÉDÉS DE COUPAGE

À activer dès l'application d'un procédé de coupage lors de la préparation des pièces.

Ces paramètres sont nombreux et varient avec le procédé de coupage choisi. Pour ce répertoire, seuls les paramètres abordés dans certaines situations de ce laboratoire des savoirs de métier seront détaillés. Dans le cas des outils de coupe de base, il est requis d'ajuster les **paramètres spécifiques à chaque outil de coupe**, comme la vitesse de lame, la vitesse de coupe et l'ajustement du liquide de coupe dans le cas précis de la scie à ruban. Dans le cas de la cisaille hydraulique, le principal paramètre spécifique est l'ajustement de la descente des couteaux selon l'épaisseur du matériau en présence.

3.2.2.1 Paramètres spécifiques de l'oxycoupage

À activer lors de l'application d'un procédé d'oxycoupage et à ajuster tout au long de l'application de ce procédé selon les résultats obtenus.

Dans le cadre de ce laboratoire, le procédé utilisé est le coupage à l'aide d'un chalumeau oxycoupeur qui nécessite de l'oxygène et un gaz de combustion comme le propane ou l'acétylène. Le chalumeau oxycoupeur dirige une flamme qui chauffe le point de départ de la coupe pour ensuite injecter sous pression de l'oxygène sur le métal en fusion. Celui-ci oxyde instantanément le métal, ce qui provoque le trait de coupe.

> Paramètres spécifiques de l'oxycoupage / Facteurs physique, mécanique, chimique

- Installation si nécessaire d'un guide de coupe ;
- Choix des composantes du chalumeau et leurs différents ajustements ;
- Le diamètre de la tête de coupe dépend de l'épaisseur de la pièce à couper. L'ajustement des pressions de gaz de chauffe, un mélange de propane et d'oxygène se fait par le levier de gaz de chauffe. En général, la pression de l'oxygène de chauffe est trois fois moindre que la pression de l'oxygène de coupe et plus la pièce est épaisse, plus les pressions sont fortes ;
- Suit l'ajustement du gaz de coupe, l'oxygène pur. Une bonne amorce est essentielle avant d'appuyer sur le levier d'oxygène. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit faire une analyse fréquente de la flamme. La forme de la flamme, le nombre de dards et leur couleur ainsi que le sifflement de cette flamme donnent de bonnes indications sur son efficacité. Le débit et la pression des gaz assurent la qualité de la coupe, et plus particulièrement du trait de coupe.

> Paramètres reliés aux techniques du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse / Facteur humain

- Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit maîtriser les éléments techniques de l'oxycoupage. Une surchauffe du métal, due à une buse trop rapprochée ou une avance trop



Retour à la
Table des
matières



Retour à la
Table des
matières

lente, crée des bavures et des traits de coupe inadéquats. La distance entre la tête de coupe et la pièce, ainsi que l'angle de la tête de coupe influencent fortement la qualité du trait de coupe;

- La vitesse d'avance doit être ajustée selon la phase de chauffage ou de coupage. Pendant la phase de découpe, la vitesse d'avance dépend principalement de l'épaisseur de la pièce. Lorsque la pièce est épaisse, le soudeur-monteur ou la soudeuse-manteuse choisit une vitesse d'avance plus basse. Si la pièce à découper est mince, le soudeur-monteur ou la soudeuse-manteuse rapproche la buse de la pièce et opte pour une avance rapide;
- Le soudeur-monteur ou la soudeuse-manteuse doit réagir immédiatement devant toute modification de la flamme, du trait de coupe ou toute variation des pressions de gaz.

3.2.2.2 Paramètres spécifiques du coupage plasma

À activer lors de l'application d'un procédé de coupage plasma et à ajuster tout au long de l'application de ce procédé selon les résultats obtenus.

Ce procédé de coupage est utilisé avec tous les aciers, mais aussi l'aluminium et l'acier inoxydable. Il est rapide, plus précis et occasionne beaucoup moins de déformations. Le plasma est en fait un gaz ionisé. Dans le cas suivant, il s'agit d'air comprimé et d'un coupage plasma conventionnel avec de l'air pur et sec. Il ne peut y avoir la moindre présence de gouttes d'eau et l'installation de filtres est requise.

> Paramètres liés à des facteurs électriques, physiques, chimiques et mécaniques

- Le courant;
- Le choix de l'intensité du courant 75 ampères pour l'aluminium. Ce choix se fait selon le matériau à couper, son épaisseur et la vitesse de coupe;
- Une bonne vérification de l'état des composantes : buse, électrode, diffuseur et buse de protection est requise. Ces composantes s'usent rapidement et demandent des remplacements fréquents si l'on veut obtenir un trait fin et précis;
- L'installation de bons filtres à air;
- Une mise à la terre conforme;
- Une vérification de la pression de l'air comprimé.

Ce procédé manuel demande, comme tous les procédés passés en revue, de la dextérité de la part du soudeur-monteur ou de la soudeuse-manteuse qui a de l'expérience, un ajustement constant dès la détection d'un changement au niveau de la qualité du trait de coupe.



Retour à la
Table des
matières

3.2.3 PARAMÈTRES SPÉCIFIQUES DES PROCÉDÉS DE SOUDAGE

À activer dès le choix du procédé de soudage et du poste de soudage avec lequel le travail sera effectué.

Ces paramètres sont nombreux et varient avec le procédé de soudage choisi. Pour ce répertoire, seuls les paramètres abordés dans le cadre de ce laboratoire des savoirs de métier seront détaillés.

3.2.3.1 Paramètres spécifiques du soudage GMAW

À activer dès le choix d'un poste à souder GMAW et à ajuster tout au long du soudage selon les indications de la gamme de soudage et selon l'aspect du cordon.

Voici les principaux paramètres à ajuster sur un poste de soudage GMAW dans un cas précis de notre laboratoire. Le soudage GMAW est un soudage à l'arc sous gaz protecteur avec fil plein. Ces premiers paramètres relèvent de différents facteurs mécaniques, physiques, chimiques ou électriques et ceux-ci sont consignés dans le tableau ci-dessous.

- **Le débit du gaz de protection.** Sans une présence continue et une pression constante du gaz de protection, le cordon de soudure ne peut être conforme. Il faut donc s'assurer d'un bon ajustement du débitmètre de ce gaz;
- **Le voltage.** Les ajustements de tension dépendent du type de joint demandé par les plans. Dans l'exemple d'un joint bout à bout d'une épaisseur de $1/16$ pouce, le voltage est de 16,5 V;
- **Le fil.** Il s'agit de choisir le bon fil, du bon diamètre (35 millimètres);
- **La vitesse du fil.** Une vitesse de dévidage de 145 à 150 pouces par seconde est demandée;
- **La prise de masse.** Il est recommandé de rapprocher la prise de masse afin d'optimiser l'ampérage;
- **L'examen du pistolet ou buse.** Un examen complet de la buse est essentiel avant le démarrage. Il faut nettoyer les projections ou tout ce qui pourrait obstruer le passage du gaz de protection et l'avancée du fil. Le bout du fil doit être net, s'il est arrondi ou contaminé par le travail antérieur, il doit être coupé pour obtenir une amorce efficace et précise.

D'autres paramètres du soudage GMAW touchent plus particulièrement la technique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Ils ajoutent le **facteur humain** à celui des réglages du poste GMAW.

- **La longueur d'arc.** Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse tient sa torche à une certaine distance de la pièce à souder. Cette distance entre la pointe de contact et la pièce se nomme longueur terminale ou longueur d'arc;
- **L'angle de soudage.** Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse déplace sa torche ou buse avec un certain angle qui peut influencer le cordon de soudure réalisé;
- **L'avance.** La vitesse avec laquelle le soudeur-monteur/la soudeuse-monteuse déplace le pistolet à souder est la vitesse d'avance;



Retour à la
Table des
matières

- **Le choix de la technique.** Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut procéder en tirant ou en poussant le métal en fusion. Ce choix technique peut être prescrit sur les plans ou dépendre du procédé;
- **Le choix de la position.** La position peut être inscrite sur les plans ou laissée au choix du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse qui favorise la position à plat lorsque celle-ci est applicable. Selon la position choisie, certains paramètres du tableau ci-dessus peuvent demander des ajustements.

3.2.3.2 Paramètres spécifiques du soudage GTAW et TIG

À activer dès le choix d'un poste de soudage GTAW et TIG et à ajuster tout au long du soudage selon les indications de la gamme de soudage et l'aspect du cordon.

Les procédés de soudage TIG et GTAW sont des soudages à l'arc sous atmosphère inerte à l'électrode de tungstène. Le tungstène est non fusible, c'est-à-dire qu'il ne fond pas. Les gaz inertes utilisés pour protéger le bain de fusion sont l'hélium et/ou l'argon. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse tient d'une main la torche TIG ou porte-électrode de tungstène et de l'autre main la baguette de métal d'apport. Dans le cadre de notre laboratoire, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse appliquait ce procédé sur un réservoir d'acier inoxydable aux parois minces.

Les premiers paramètres spécifiques au soudage TIG relèvent des facteurs mécaniques, chimiques, physiques et électriques.

- S'assurer d'un débit adéquat du gaz de protection. L'on doit maintenir un certain débit de gaz même quand la pédale n'est pas actionnée pour protéger le bain de fusion;
- Choisir le courant conforme au matériau. Le courant alternatif convient à l'acier inoxydable, tandis que le courant continu est requis pour l'aluminium;
- Choisir le métal d'apport approprié sous forme d'une électrode;
- Choisir un diamètre d'électrode conforme au diamètre demandé pour le cordon, selon le matériau à souder, et son épaisseur;
- Sélectionner le type d'électrode de tungstène, pur ou avec ajout de thorium ou de lanthane;
- Choisir la polarité négative pour un réservoir en acier inoxydable;
- Ajuster le courant de haute fréquence en mode départ, mode continu ou mode contact;
- Régler le poste à la fonction pédale ou poignée. Dans ce cas précis, la pédale contrôle l'intensité du courant. Par un jeu sur la pédale, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut faire varier l'intensité de l'arc, car une chaleur trop intense peut entraîner la chute ou l'effondrement du bain de fusion;
- Examiner la pointe de l'électrode de tungstène qui doit être exempte de toute contamination. Lorsque celle-ci est contaminée, il faut cesser de souder et meuler la pointe de tungstène.



Retour à la
Table des
matières

Les paramètres qui relèvent de la technique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-mondeuse sont importants, car ces procédés sont plus lents et demandent une grande dextérité. Ces paramètres qui relèvent du **facteur humain** prennent en considération non seulement la technique plus capricieuse, mais aussi les ajustements au niveau de la pédale et la parfaite coordination nécessaire à l'avancée de la torche et du métal d'apport, sans oublier d'éviter la surchauffe du métal à souder qui peut entraîner des déformations. L'expérience du soudeur-monteur ou de la soudeuse-mondeuse avec ce procédé influence la vitesse d'avance et l'aspect final du cordon de soudure.

3.2.4 PARAMÈTRES SPÉCIFIQUES DES PROCÉDÉS DE GOUGEAGE

À activer dès l'application d'un procédé de gougeage, soit lors de la préparation des pièces, soit lors de la correction de défauts de soudure.

Dans le cadre de ce laboratoire, le principal procédé de gougeage utilisé est le gougeage à l'arc-air. *Gouger* signifie creuser un sillon et pour ce faire, le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse utilise une électrode de carbone enrobée de cuivre pour faire passer le courant tout en projetant un jet d'air comprimé qui expulse le métal en fusion.

> Paramètres reliés aux facteurs mécaniques, électriques, chimiques et physiques

- Le poste est réglé en courant continu ou courant alternatif et en polarité inversée avec le courant continu ;
- Le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse choisit le type d'électrode, de carbone pur ou enrobée de cuivre pour courant continu ou alternatif ;
- Le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse choisit le diamètre de l'électrode en fonction de la quantité de métal à enlever, de la largeur et profondeur du sillon ou de la largeur du cordon à enlever ;
- L'intensité du courant (ampérage) est réglée en fonction du diamètre de l'électrode ;
- L'on doit ajuster l'air comprimé à la pression recommandée. L'air comprimé est mis en fonction avant de gouger ;
- Le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse installe l'électrode dans le porte-électrode qui dépasse d'environ 10 à 15 centimètres de la torche.

> Paramètres reliés aux techniques et à l'expérience du soudeur

- Le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse tient la torche de gougeage à 45° par rapport à la pièce ;
- Le jet d'air comprimé est positionné à l'arrière de l'électrode afin de déloger le plus efficacement le métal en fusion ;
- La vitesse d'avance du soudeur-monteur ou de la soudeuse-mondeuse contrôle la profondeur du sillon. Un ralentissement élargit et approfondit le sillon, tandis qu'une avance plus rapide crée un sillon plus superficiel. L'avance doit être constante pour un sillon uniforme.

3.3 Les paramètres de conformité

L'ensemble des règlements et normes reliés à la conformité du soudage et de l'assemblage relève de l'ACNOR (Association canadienne de normalisation). Sous l'acronyme CSA pour Canadian Standards Association, cet organisme établit les normes dans le but premier de protéger la sécurité du public et de garantir des travaux de qualité conformes aux exigences les plus strictes. Les normes du **CSA W59** règlementent tous les aspects de la conception, de la fabrication et de la réparation des structures soudées, ainsi que tout ce qui concerne les procédés de soudage, de coupage et les procédés connexes. Le CSA W59 encadre aussi toutes les méthodes d'inspection des travaux de soudage. Les paramètres de conformité extraits et analysés dans le cadre de ce laboratoire ne peuvent en aucun cas remplacer les règlements et normes en vigueur. Ces paramètres sont des indicateurs de l'application de ces règlements et normes dans le cadre de ce laboratoire.



Retour à la
Table des
matières

3.3.1 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ DES MATÉRIAUX

À activer dès le choix des matériaux, puis lors des différentes étapes des gammes d'assemblage et de soudage.

Les paramètres de conformité des matériaux se déclinent selon les étapes du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Tout d'abord le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit s'assurer que tous les matériaux choisis sont conformes aux indications des plans et devis, quant au type, au grade ou aux alliages en présence. Si l'on n'identifie pas le bon matériau à souder, la soudure peut déroger des règles de conformité et pourrait subir des bris prématurés ou des cassures. On doit donc se référer aux manuels des fournisseurs et aux différents tableaux comme ceux de *FSH Welding/Soudotec* avant d'effectuer toute opération sur ces matériaux. Puis, il faut s'assurer que ces mêmes matériaux demeureront conformes tout au long des étapes de préparation, puis de soudage. Un procédé de préparation non conforme aux plans et devis met en péril la suite des opérations. Un nettoyage avec un produit non compatible avec un matériau précis, des résidus de produits de nettoyage, un mauvais choix d'outil ou de disque pour un matériau : toutes ces situations demandent une rectification avant de procéder à l'étape du soudage.

Sont inclus dans ce sous-groupe de paramètres, les **paramètres de conformité des outils** requis lors de la préparation des pièces pour chaque matériau. Il est impératif de prendre en compte tout ce qui peut affecter les caractéristiques physiques, chimiques ou mécaniques des matériaux. Quand la méthode de préparation ou de coupage n'est pas indiquée sur le plan, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit opter pour la méthode optimale pour chaque matériau à traiter. Le premier critère de sélection d'une méthode est celui de la compatibilité avec le matériau, suivent la qualité du trait de coupe et la préparation d'un support idéal au soudage à réaliser.

3.3.2 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ À LA GAMME D'ASSEMBLAGE

À activer dès l'étude de la gamme d'assemblage, lors des étapes de l'assemblage et en fin d'assemblage lors de l'examen détaillé du produit fini.

3.3.2.1 Paramètres de conformité dimensionnelle de l'assemblage

Cet examen se fait à chaque étape d'un assemblage ou d'un sous-assemblage. Chaque



partie doit correspondre aux dimensions prescrites et aux tolérances permises sur les plans. Règle générale, les tolérances dimensionnelles sont plus serrées pour l'assemblage que pour les détails des différents cordons de soudure. Les tolérances dimensionnelles doivent être respectées durant toutes les phases de la préparation, ce qui signifie que les mesures doivent demeurer à l'intérieur de l'écart maximal accepté pour chaque cote. Toute mesure erronée ou tout écart même minime en un ou plusieurs points d'un assemblage peut entraîner un effet cumulatif sur la structure finale. L'on doit vérifier l'exactitude des emplacements et les diamètres des trous ou de toutes les autres spécifications prescrites sur le plan. Ces vérifications se font à l'aide d'un galon ou autre instrument de mesure et activent par le fait même les **paramètres de conformité des instruments de mesure**.

3.3.2.2 Paramètres de conformité géométrique de l'assemblage

Ces paramètres sont activés tout au long des étapes de l'assemblage. Les principaux points sont la vérification du parallélisme et de la perpendicularité de deux faces adjacentes. La mise à angle droit et le respect de chaque tolérance angulaire doivent suivre les indications du plan. L'équerrage est vérifié fréquemment et si le 90° n'est pas atteint, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse ajuste l'angle avec un marteau jusqu'à l'obtention de l'angle droit.

L'atteinte des paramètres de conformité géométrique de l'assemblage peut influencer le choix de la technique de soudage. Opter pour une technique à rebours ou pas de pèlerin qui consiste à commencer la passe de soudure de l'endroit le plus froid permet le contrôle optimal de la déformation et limite toute possible ovalisation d'un tube rond. En résumé, le contrôle de la dilatation et du retrait thermique est un gage de conformité angulaire et dimensionnelle.

Dans un autre ordre d'idées, le contrôle de conformité peut se faire par échantillonnage dans les productions en série, soit par le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse lui-même, le contremaître ou une tierce personne qui provient d'un département de contrôle de qualité.

3.3.3 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ À LA GAMME DE SOUDAGE

À activer dès l'étude de la gamme de soudage et lors de l'exécution du ou des procédés de soudage, puis à compléter par l'inspection de chaque cordon de soudure et par l'inspection générale en fin de production.

Ces paramètres de conformité sont activés en plusieurs temps. Tout d'abord, toutes les précisions des plans au sujet du ou des procédés de soudage sont respectées point par point au niveau du poste et des paramètres spécifiques de ce poste. Puis, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit constamment se référer au plan afin d'activer tous les **paramètres de conformité aux symboles de soudure**. Pour diminuer les risques d'erreur, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse marque à la craie les soudures à faire selon les indications de la gamme de soudage.

3.3.4 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ DU CORDON DE SOUDURE

À activer dès l'exécution d'une passe de soudure et après chaque utilisation d'un procédé de soudage.

Dès que le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse complète un cordon de soudure, il détache le laitier le plus rapidement possible si cela est nécessaire afin de bien voir les



dimensions et l'aspect général du cordon. Plusieurs points sont à passer en revue. Le cordon de soudure doit être au bon endroit de l'assemblage et correspondre en longueur, épaisseur et forme aux symboles de soudure pour cet endroit précis de l'assemblage. On s'assure de la conformité dimensionnelle du cordon à l'aide d'instruments de mesure adéquats et calibrés. Le cordon doit être de grosseur uniforme sur toute sa longueur avec une bonne fusion en haut et en bas. Les coins ou extrémités doivent être bien fermés. Dans les cas de soudures d'angle, les cordons sont bien centrés et également répartis sur les deux faces. Les cordons sont réguliers, lisses et proportionnels. On vérifie la conformité géométrique du cordon visuellement ou avec une jauge. Il faut éviter la concavité ou la surépaisseur du cordon. Si l'aspect du cordon n'est pas optimal, il peut être opportun de changer de position de soudage ou de varier la vitesse d'avance pour l'améliorer.

Tous les défauts de soudure sont détectés puis diagnostiqués précocement pour éviter qu'ils ne soient répétés. Lors de chaque examen de contrôle, un ou plusieurs ajustements du poste de soudage ou de la technique du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse seront à envisager en cas de non-conformité. Dans plusieurs situations, le contrôle de l'aspect visuel des cordons n'est pas suffisant pour éliminer des défauts non apparents, il faudra alors compléter les procédures par des méthodes supplémentaires de détection des défauts de soudure.

De plus, le niveau de pénétration doit être évalué et correspondre aux exigences de la gamme de soudage. Un surplus de soudure peut être meulé dans certains cas, cependant il est essentiel de maintenir l'intégrité du matériau de base et d'éviter toute altération ou perçage.

Tout cordon non conforme peut diminuer la résistance mécanique de l'assemblage et nécessite l'application de la méthode de correction la plus adéquate selon le défaut de soudure présent, le type de matériau ou le procédé de soudage utilisé.

3.3.5 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ DES INSTRUMENTS DE MESURE

À activer lors de chaque prise de mesure d'une pièce ou d'une partie d'assemblage et lors de l'examen de tous les cordons de soudure.

La propreté et le bon état des instruments de mesure sont des prérequis pour une prise de mesure adéquate et fiable. Il faut utiliser une technique de prise de mesure qui soit aisément reproductible et qui correspond à la forme de la pièce. Par exemple, dans le cas d'une mesure de diamètre d'un cylindre, les mesures seront prises dans des sens diamétralement opposés. L'étalonnage des outils de mesure doit être fait régulièrement. Il est recommandé de mesurer la largeur et l'épaisseur des cordons à l'aide de jauges spécialement conçues à cet effet. Il existe plusieurs modèles de jauges de mesure soit pour les cordons plats ou bombés, soit pour le contrôle des cordons de soudures d'angle. Certaines jauges vérifient le niveau d'alignement des cordons ou les tolérances de convexité ou concavité des cordons.

3.3.6 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ DE L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

À activer dès l'entrée sur le lieu de travail, et ce, pendant toute la période de travail et lors de tout travail à l'extérieur.

Plusieurs facteurs reliés à l'environnement de travail doivent être pris en compte : le taux d'humidité et les risques d'électrification que cette situation comporte. Le taux d'humidité doit



être contrôlé en tout temps. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse est responsable de bien évaluer les facteurs environnementaux lorsque le travail s'effectue sur un chantier. Le froid demande des ajustements ou un préchauffage des pièces à souder, sinon il y a des risques de fissurations dues aux infiltrations d'hydrogène dans la soudure. Sans compromettre le soudage, la chaleur constitue un risque pour la santé du travailleur, de la déshydratation au coup de chaleur. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit bien s'hydrater, arrêter le travail dès qu'un inconfort est ressenti et s'assurer d'une ventilation efficace du lieu de travail. Le soudage doit être interrompu s'il pleut ou neige ou si les conditions météorologiques ne sont pas propices. En effet, un sol humide augmente les risques d'électrisation.

3.3.7 PARAMÈTRES DE CONFORMITÉ DES MESURES DE SÉCURITÉ

À activer dès l'entrée en zone de travail afin de s'assurer que chaque mesure de sécurité est conforme aux normes et règlements en vigueur, et ce, tout au long de chaque quart de travail.

Les paramètres de sécurité du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse sont tellement variés et complexes qu'il est essentiel de mettre en place des procédures de contrôle de ces paramètres. Il en va de la santé et de la sécurité de toute personne présente sur les lieux de travail. Il s'agit de passer en revue un à un les paramètres de sécurité et de répéter plusieurs fois par jour cet examen.

3.3.7.1 Paramètres de conformité des équipements de protection individuelle

Les équipements de protection individuelle doivent être conformes et adaptés à chaque tâche. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse peut aisément oublier d'activer un paramètre de sécurité lors du passage d'un procédé à un autre ou lorsque certains paramètres demandent une activation périodique. Par exemple, le choix d'une visière de protection peut s'avérer inadéquat, en effet une teinte trop foncée ou une visière sale peuvent nuire à la visibilité, et même causer des défauts de soudure. Ainsi, un équipement de protection visuelle doit être non seulement porté, mais inspecté régulièrement pour vérifier si sa performance est optimale et soutenue pendant toute la période d'utilisation.

Dans le domaine des équipements de protection respiratoire, il peut y avoir des manques, encore là même si le paramètre de sécurité est activé. Un masque dont les filtres sont encrassés n'est plus efficace pour protéger le travailleur. De plus, les cartouches filtrantes d'un masque respiratoire peuvent nécessiter un changement aux deux heures pour certaines tâches et l'on doit vérifier que ces changements soient faits. La captation des fumées de soudage est également un point à considérer et a présenté de nombreuses variations lors de notre étude de cas. Cette méthode de protection respiratoire n'est pas toujours appliquée à la source.

3.3.7.2 Paramètres de conformité des postes de travail

L'entretien des différents postes de travail des soudeurs-monteurs ou des soudeuses-monteuses est essentiel à la sécurité et exige un contrôle serré. Tous les outils et postes de soudage doivent être fréquemment examinés. L'usure rapide des composantes, des buses ou torches et des gaines isolantes est un point critique qui demande un contrôle de conformité supplémentaire. Les postes doivent être bien entretenus, toutes les substances ou poussières inflammables éloignées des zones de travail. Toutes les structures de connexion ou de

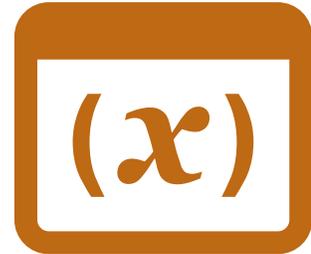
transport des gaz et de l'électricité doivent être conformes aux normes et règlements en vigueur.

Toutes les procédures déployées lors de l'émission d'un permis de travail à chaud ou d'un permis de travail en espace clos doivent être maintenues pendant tout le quart de travail dans le but de protéger les travailleurs.

En résumé, l'activation des paramètres de sécurité par le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse est d'un tel niveau de complexité qu'il est essentiel d'ajouter des mesures supplémentaires de contrôle afin de confirmer que l'efficacité de tous ces paramètres demeure optimale tout au cours du quart de travail concerné.



Retour à la
Table des
matières



Section 4.

LES SÉQUENCES OPÉRATOIRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

paramètres
Laboratoire des savoirs de métier
en formation professionnelle



Section 4.

LES SÉQUENCES OPÉRATOIRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE



Retour à la
Table des
matières

Après la description des différentes **activités clés** et **actions** déployées lors du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse et l'élaboration du répertoire de tous les paramètres activés lors de ce processus, il est intéressant de pousser plus loin l'analyse à l'aide d'une approche à la fois séquentielle et paramétrique. Cette double approche offre un accès privilégié en temps réel aux activités et actions du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse.

L'approche séquentielle dévoile les opérations et sous-opérations exécutées une à une de manière consécutive dans le cadre précis d'une tâche, que celle-ci ait lieu dans un bureau, en atelier ou en usine. Elle permet de suivre une action pas à pas, segment par segment. À cet examen de la séquence opératoire s'ajoute l'étude des différents paramètres en présence au fur et à mesure du déroulement de l'action. Ainsi l'approche paramétrique encadre et structure chaque séquence opératoire. Ces paramètres servent de balises et d'indicateurs. Ils modulent les différentes séquences opératoires.

Chaque séquence opératoire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse s'appuie sur une ou deux captations vidéo et un lien vers cette ou ces capsules suit chaque analyse séquentielle et paramétrique. L'activation de divers paramètres peut se faire avant le début de la séquence étudiée, pendant son déroulement ou en fin de parcours. Dans la mesure du possible, les séquences opératoires étudiées suivent les phases du processus de raisonnement du métier de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse.

4. ANALYSE DE DIFFÉRENTES SÉQUENCES OPÉRATOIRES DU SOUDEUR-MONTEUR OU DE LA SOUDEUSE-MONTEUSE

4.1 Interprétation des plans, devis et procédés de soudage (A1)

4.1.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Dans la présente capsule, il est à noter que le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse procède à l'interprétation des plans et devis dans l'atelier. Il doit activer certains paramètres de sécurité dès son passage vers l'atelier.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité

> Paramètres de sécurité comportementale



Retour à la
Table des
matières

4.1.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Regarder le cartouche;
2. Identifier le type et la structure du matériau (aciers profilés creux);
3. Noter les dimensions des profilés 1 ½ ou 1 ¼ pouce;
4. Vérifier l'épaisseur des profilés à sélectionner;
5. Visualiser le projet fini à l'aide des vues isométriques et des projections orthogonales;
6. Examiner les vues détaillées des pièces à assembler;
7. Lire les symboles de soudage;
8. Noter les différents types de joints sur l'assemblage;
9. Passer en revue les étapes de préparation exigées pour ces pièces;
10. Planifier le choix des équipements pour la préparation : plieuse, scie et perceuse.

4.1.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Cette séquence opératoire active différents paramètres de conformité. Tout d'abord, dans les quatre premiers points de la séquence, les paramètres de conformité des matériaux sont activés. Suit la prise en compte des paramètres de conformité à la gamme d'assemblage et à la gamme de soudage. À la fin de la présente séquence, avant de poursuivre le travail, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse devra activer les paramètres de sécurité reliés aux différents outils ou machines avant de procéder à la prochaine étape.

> Paramètres de conformité des matériaux

> Paramètres de conformité à la gamme d'assemblage

> Paramètres de conformité à la gamme de soudage

> Paramètres de sécurité de fonctionnement des outils et machines



> Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 02a

4.2 Sélectionner l'équipement et le matériel (A2)

4.2.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Comme cette action de sélection du matériel se fait en atelier et comprend la manipulation de

pièces et une possibilité de manutention de pièces, les paramètres de sécurité suivants sont activés dès le départ.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité

> Paramètres de sécurité comportementale

> Paramètres de sécurité de la manipulation / Gants

> Paramètres de sécurité de la manutention



Retour à la
Table des
matières

4.2.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Installer une voie d'accès sécuritaire vers les matériaux entreposés ;
2. Bien identifier les différents matériaux décrits sur le cartouche ;
3. Vérifier l'épaisseur de chaque profilé pour assurer un soudage conforme ;
4. Utiliser une pince pour extraire les pièces sélectionnées ;
5. Planifier la manutention des pièces à l'aide du pont roulant ou chariot élévateur ;
6. Transporter les pièces vers les outils de coupe.

4.2.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse maintient le niveau d'activation des paramètres de sécurité ci-dessus au cours du déroulement de cette action. De plus, le choix des pièces est guidé par les paramètres de conformité suivants :

> Paramètres de conformité des matériaux

> Paramètres de conformité à la gamme d'assemblage

> Paramètres de conformité à la gamme de soudage



> Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n°05a

4.3 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (B2)

Cette action relève de l'activité clé **Préparation des pièces** et elle se déroule de multiples

manières selon les méthodes de préparation indiquées sur les plans. Voici une première méthode de préparation : le coupage à la scie à ruban.

4.3.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Dans le contexte de l'approche d'un outil de coupe, plusieurs paramètres de sécurité sont présents. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit avoir reçu la formation préalable à l'utilisation de la scie et connaître tous les ajustements à faire pour un fonctionnement sécuritaire.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité

> Paramètres de sécurité comportementale

> Paramètres de sécurité de fonctionnement de l'outil de coupe

4.3.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Ajuster la vitesse de lame et la vitesse de coupe ;
2. Procéder au démarrage de l'équipement ;
3. Ajuster le jet du liquide de coupe ;
4. S'assurer qu'aucune pièce n'entre en conflit avec l'opération de coupe ;
5. Exécuter la coupe du matériel un seul opérateur à la fois ;
6. Vérifier la qualité du trait de coupe ;
7. Vérifier si la pièce entre dans les tolérances angulaires ;
8. Vérifier si la pièce entre dans les tolérances dimensionnelles ;
9. Nettoyer l'outil de coupe après utilisation.

4.3.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Cette action demande un support constant des trois familles de paramètres. À l'entrée de l'action, les paramètres de sécurité sont mis en place et maintenus tout au long de l'opération. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit opter pour l'outil de coupe le mieux adapté au matériel à couper si cet outil n'est pas indiqué sur le plan. Suivent les paramètres spécifiques de l'outil de coupe qui sont activés juste avant le démarrage de l'outil. En fin d'action, il s'agit de faire le contrôle de la pièce pour s'assurer que les paramètres de conformité sont respectés. Un point essentiel est la qualité du trait de coupe qui dépend de l'outil choisi selon les caractéristiques du matériau et qui influencera la qualité de la soudure



Retour à la
Table des
matières

dans une étape subséquente. Le nettoyage de l'outil de coupe après l'utilisation fait partie de l'entretien régulier et assure le maintien des paramètres de conformité de l'outil.

- > Paramètres spécifiques des procédés de coupage / Scie
- > Vitesse de coupe / Vitesse de lame / Liquide de coupe
- > Paramètres de conformité des matériaux
- > Paramètres de conformité des outils / Trait de coupe / Entretien de l'outil
- > Paramètres de conformité dimensionnelle de l'assemblage
- > Paramètres de conformité géométrique de l'assemblage



Retour à la
Table des
matières



> Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 11a

4.4 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (cisaille hydraulique) (B2)

Comme les méthodes de préparation qui relèvent de l'activité clé **Préparation des pièces** sont très nombreuses et complexes et que cette action est la plaque tournante pour la suite du processus de raisonnement du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse, il est pertinent de passer en revue plusieurs applications des diverses méthodes de préparation. Voici une préparation de pièces à l'aide d'une cisaille hydraulique.

4.4.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Les paramètres de sécurité présents lors de l'utilisation de la cisaille hydraulique suivent dans le tableau ci-dessous. Une formation préalable à l'utilisation de cet outil de coupe est obligatoire. Le port de gants est requis pour la manipulation de pièces aux arêtes tranchantes.

- > Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base
- > Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité
- > Paramètres de sécurité comportementale
- > Paramètres de sécurité de la manipulation / Gants
- > Paramètres de sécurité de fonctionnement de l'outil de coupe



Retour à la
Table des
matières

4.4.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Démarrer la cisaille hydraulique ;
2. Ajuster la descente des couteaux selon l'épaisseur du matériau ;
3. Installer le morceau d'acier vis-à-vis d'un cylindre qui retient le métal en place ;
4. Pousser le morceau jusqu'à la barre de craie dessinée à partir des plans ;
5. Ajuster avec précision la pièce sur la ligne de coupe ;
6. Se retirer et appuyer sur la pédale, un seul opérateur à la fois ;
7. Recommencer pour chaque trait de coupe de la pièce ;
8. Inspecter les traits de coupe.

4.4.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIENS VERS LES CAPSULES

Cette méthode de coupage à la cisaille hydraulique demande une bonne connaissance du fonctionnement de la machine. Celle-ci requiert un ajustement de la profondeur de descente des couteaux selon l'épaisseur, dans le cas présent l'épaisseur de la plaque de métal est de $\frac{3}{8}$ pouce. Il est impératif que celui qui manipule la pièce à couper soit le seul à actionner la pédale qui déclenche la descente des couteaux. C'est la règle de base de sécurité de fonctionnement de cet outil de coupe. L'action de couper à la cisaille hydraulique se complète par un examen des traits de coupe et une vérification des paramètres de conformité dimensionnelle des pièces.

> Paramètres spécifiques des procédés de coupage / Cisaille hydraulique

> Vitesse de descente des couteaux

> Paramètres de conformité des matériaux / Épaisseur

> Paramètres de conformité des outils / Trait de coupe

> Paramètres de conformité dimensionnelle de l'assemblage / Trait de craie



> Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 04a

> Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 05a

4.5 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (procédé d'oxycoupage) (B2)

Cette capsule présente l'application d'une méthode de préparation des pièces qui consiste en un procédé d'oxycoupage.

4.5.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

La complexité de cette action exige au départ une activation de nombreux paramètres de sécurité. S'il y a présence d'autres travailleurs, les paramètres de sécurité collective sont pris en considération.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base

> Code vestimentaire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse pour travail à chaud / Mitaines et veste

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Visière teintée

> Paramètres de sécurité comportementale

> Paramètres de sécurité reliés au poste de soudage ou coupage

> Paramètres de sécurité reliés aux gaz

> Paramètres de sécurité collective

4.5.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Installer la barre de coupe ou guide de coupe pour s'y appuyer et guider le chalumeau;
2. Raccorder les tubes de gaz de chauffe et d'oxygène au chalumeau oxycoupeur;
3. Allumer le chalumeau à l'aide d'un allumeur;
4. Ajuster le robinet de réglage du propane;
5. Ouvrir le robinet de réglage de l'oxygène et ajuster la pression;
6. Obtenir une flamme de qualité en variant la pression des gaz;
7. Contrôler l'aspect de la flamme selon la couleur et la forme des dards en pointe;
8. Éloigner les tubes flexibles d'apport de gaz de la zone d'oxycoupage et de sécurité;
9. Préchauffer le point de départ de la pièce jusqu'au point de fusion du métal;
10. Appuyer à demande sur le levier d'oxygène de coupe;



Retour à la
Table des
matières



Retour à la
Table des
matières

11. Inspecter la pièce coupée ;
12. Détecter un excès de bavures causées par la chaleur trop intense ;
13. Procéder à l'ébavurage ;
14. Planifier un changement de tête de coupe d'un diamètre plus petit.

4.5.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Cette séquence présente une suite complexe de paramètres reliés à l'oxycoupage. Tout d'abord les paramètres spécifiques au procédé d'oxycoupage sont activés un à un, tout en vérifiant si les paramètres de sécurité reliés au gaz sont opérationnels, ce qui inclut des raccords bien fixés et des tubes maintenus constamment hors de la zone d'oxycoupage. Le premier paramètre spécifique est l'installation d'un guide de coupe. Il permet un trait de coupe plus régulier. Suivent les différents paramètres listés dans le tableau ci-dessous. Cette opération demanderait un changement de buse pour une tête de coupe d'un diamètre plus petit correspondant mieux à l'épaisseur de la pièce à couper. Le trait de coupe est inégal et comporte un excès de bavures à cause de la trop forte chaleur. Un ébavurage permettra une plus grande conformité du trait de coupe. Lors d'une application de ce niveau de complexité, les trois familles paramétriques sont activées afin de fournir un cadre strict et efficace au déroulement des opérations.

- > Paramètres spécifiques de l'oxycoupage
- > Guide de coupe
- > Diamètre de la tête de coupe / Épaisseur du métal
- > Ajustement des gaz de chauffe / Oxygène et propane
- > Ajustement du gaz de coupe
- > Inspection de la flamme / Nombre de dards, couleur, forme et sifflement
- > Paramètres spécifiques de l'oxycoupage / Facteur humain
- > Vitesse d'avance constante et rectiligne
- > Temps de préchauffage adéquat
- > Distance et angle entre la buse et la pièce
- > Paramètres de conformité des outils de coupe / Trait de coupe /
Diamètre de la buse
- > Paramètres de conformité dimensionnelle de l'assemblage



> Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 18a



Retour à la
Table des
matières

4.6 Choisir et appliquer les méthodes de préparation (coupage plasma) (B2)

Une autre méthode de préparation des pièces est le coupage plasma ou au jet de plasma. Cette technique nécessite l'apport d'air comprimé et d'un gaz ionisé.

4.6.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

De nombreux paramètres de sécurité doivent être activés avant de procéder au coupage plasma.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base

> Code vestimentaire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse pour travail à chaud / Mitaines et veste

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Masque de soudeur

> Paramètres de sécurité comportementale

> Paramètres de sécurité reliés au poste de soudage ou coupage

> Paramètres de sécurité reliés aux gaz

> Paramètres de sécurité reliés à l'électricité

> Paramètres de sécurité collective

4.6.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. S'assurer de la présence des filtres nécessaires avant de procéder;
2. Raccorder et bien serrer le tube d'air comprimé;
3. Ouvrir la valve d'air comprimé;
4. Installer une mise à la terre sur la pièce à couper;
5. Ajuster l'ampérage à 75 A pour la pièce d'aluminium selon l'épaisseur;
6. Inspecter l'état des composantes de la buse;
7. Fixer la pièce adéquatement;

8. Descendre le masque de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse ;
9. Actionner la torche et découper selon les exigences du plan.

4.6.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIENS VERS LES CAPSULES

La méthode de coupage plasma demande l'activation des trois familles de paramètres, plus particulièrement les paramètres de sécurité et les paramètres spécifiques du coupage plasma.

- > Paramètres spécifiques du coupage plasma
- > Installation de filtres
- > Raccordement du tube d'air comprimé
- > Pression d'air comprimé
- > État des composantes de la torche / Précision du trait de coupe
- > Mise à la terre
- > Ampérage
- > Facteur humain / Vitesse d'avance
- > Position de la torche
- > Distance constante entre la torche et la pièce
- > Paramètres de conformité des outils de coupe / Trait de coupe / Composantes de la torche plasma
- > Paramètres de conformité dimensionnelle de l'assemblage



- > Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 31a
- > Harold Gendron, soudeur-monteur, vidéo n° 32a

4.7 Assurer la manutention des matériaux (B4)

4.7.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Plusieurs paramètres de sécurité soutiennent cette action qui exige une formation préalable dans le cas de l'utilisation du pont roulant ou du chariot élévateur. La présente capsule



Retour à la
Table des
matières

propose la manutention de pièces à l'aide d'un pont roulant. Il est essentiel de protéger les autres travailleurs présents pour éviter les blessures, soit par la charge, soit par une chaîne qui ne serait pas suffisamment remontée après l'utilisation du pont roulant.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base / Gants

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité

> Paramètres de sécurité comportementale

> Paramètres de sécurité reliés à la manutention

> Paramètres de sécurité collective



Retour à la
Table des
matières

4.7.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Porter des gants pour éviter les coupures ;
2. Bien évaluer le trajet à effectuer pour éliminer les obstacles et prévenir les accidents ;
3. Bien attacher la pièce sur la lame du pont roulant ;
4. Déplacer lentement la pièce en la tenant bien pour éviter un ballonnement ou un choc ;
5. Déposer lentement la pièce à l'endroit désigné ;
6. Enlever la lame du pont roulant ;
7. Remonter la chaîne pour éviter toute collision après l'utilisation.

4.7.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Cette action est presque entièrement soutenue par les paramètres de sécurité pendant tout son déroulement. Cependant, le fait de protéger les pièces des chocs permet d'éviter les risques de déformation et assure le respect des paramètres de conformité des matériaux manutentionnés.

> Paramètres de conformité des matériaux



> Louis Dionne, soudeur-monteur, vidéo n° 19

4.8 Pointer les pièces (C2)

Cette action fait partie de l'activité clé **Réalisation, modification et réparation des assemblages**. Elle dépend des indications de la gamme d'assemblage, mais aussi de la gamme de soudage, car le procédé de soudage utilisé pour pointer les pièces doit être le même que le procédé utilisé pour souder les pièces. C'est une action cruciale qui permet de stabiliser l'assemblage en évitant toute déformation ou retrait. Une vérification des tolérances dimensionnelles et géométriques complète l'action. Le pointage des pièces est un prérequis au soudage.



Retour à la
Table des
matières

Dans la présente capsule, le pointage des pièces est exécuté avec le procédé TIG, c'est-à-dire un soudage à l'arc électrique sous gaz inerte avec électrode de tungstène. Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse applique le procédé TIG sur un réservoir d'acier inoxydable et il doit choisir un métal d'apport compatible. Cette capsule traite conjointement de deux actions interdépendantes qui relèvent des activités clés **Réalisation, modification et réparation des assemblages** et **Soudage des pièces ou des assemblages**. En effet, l'action *Pointer les pièces* (C2) requiert le support de l'action Régler le poste de soudage (D2) qui contrôle le pointage à effectuer

4.8.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Avant de pointer, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse s'assure que les paramètres de sécurité sont activés dans les différentes sphères décrites ci-dessous. Tous ces mêmes paramètres de sécurité seront présents lors du soudage de l'assemblage à l'aide du procédé TIG. La présence d'autres travailleurs dans l'atelier demande un point de sécurité supplémentaire.

- > Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base
- > Code vestimentaire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse pour travail à chaud / Mitaines et veste
- > Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Masque de soudeur
- > Paramètres de sécurité comportementale
- > Paramètres de sécurité reliés au poste de soudage ou coupage
- > Paramètres de sécurité reliés à l'électricité
- > Paramètres de sécurité reliés aux gaz
- > Paramètres de sécurité collective / Écrans protecteurs

4.8.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Ouvrir la valve du gaz pour avoir la protection gazeuse;



Retour à la
Table des
matières

2. Choisir le courant alternatif selon le matériau (acier inoxydable);
3. Choisir la polarité négative;
4. Activer la fonction de la pédale et l'approcher de l'assemblage;
5. Choisir le métal d'apport approprié: électrode d'inox de même composition que les pièces à assembler;
6. Choisir une électrode de diamètre approprié, soit $\frac{1}{16}$ pouce selon les indications du plan;
7. Ajuster les paramètres spécifiques du procédé TIG pour éviter les excès de chaleur qui entraînent des déformations;
8. Pointer au TIG.

4.8.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Le pointage à l'aide du procédé TIG exige l'activation de nombreux paramètres des trois grandes familles. En plus des paramètres de sécurité, la référence aux paramètres spécifiques au procédé TIG permet de régler le poste de soudage. Tous les paramètres listés ci-dessous seront présents lors de l'étape subséquente de soudage de l'assemblage au TIG et devront être ajustés selon la qualité du cordon de soudure.

- > Paramètres spécifiques du procédé TIG
- > Débit adéquat du gaz de protection
- > Courant conforme au matériau, alternatif pour l'acier inoxydable
- > Métal d'apport de l'électrode d'inox
- > Diamètre d'électrode $\frac{1}{16}$ pouce selon le diamètre du cordon et le matériau
- > Type d'électrode de tungstène, pur ou avec ajout de thorium ou de lanthane
- > Polarité négative pour l'acier inoxydable
- > Différents modes du courant de haute fréquence
- > Fonction pédale ou poignée
- > Pédale contrôle l'intensité du courant
- > Examen de la pointe de l'électrode de tungstène
- > Facteur humain



Retour à la
Table des
matières

- > Variation de l'intensité de l'arc électrique par le jeu de pédale
- > Apport coordonné de l'électrode de tungstène et du métal d'apport
- > Examen constant de la qualité du bain de fusion et corrections immédiates
- > Paramètres de conformité des matériaux
- > Paramètres de conformité à la gamme de soudage
- > Paramètres de conformité du cordon / Dimension du point de soudure



> **Simon Pelletier, soudeur-monteur, vidéo n° 20**

4.9 Effectuer l'assemblage final (C3)

Lors de cette action, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse applique la gamme d'assemblage en ses étapes finales. Dans la présente capsule, il se réfère fréquemment aux plans lors de l'insertion de la dernière pièce de l'assemblage. Il est possible de rencontrer certaines difficultés en cours d'assemblage et le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse doit choisir les opérations les plus efficaces pour que l'assemblage corresponde en tout point aux indications des plans.

4.9.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse s'assure que les paramètres de sécurité essentiels sont présents avant de procéder à l'assemblage. Le meulage demande une bonne connaissance du fonctionnement de la rectifieuse et des mesures de sécurité spécifiques à son utilisation. Le choix d'un disque doit être approprié à la tâche et au matériau. Aussi, il doit être adéquatement fixé. Un examen sommaire de la rectifieuse est exigé avant usage. Dans le cas présent, l'installation d'un pare-étincelles n'a pas été nécessaire, car aucun travailleur n'était à proximité.

- > Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base
- > Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Visière claire
- > Paramètres de sécurité et de santé auditive / Bouchons
- > Paramètres de sécurité comportementale
- > Paramètres de sécurité de la manipulation / Gants
- > Paramètres de sécurité de fonctionnement de l'outil / Rectifieuse

4.9.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Examiner les détails de la pièce n° 4 à assembler;
2. Référer au plan pour s'assurer de la position de cette pièce n° 4;
3. Tenter d'insérer la pièce;
4. Examiner le trait de coupe de la pièce;
5. Détecter toute erreur de préparation lors du coupage plasma;
6. Choisir de modifier le trait de coupe à la rectifieuse;
7. Descendre la visière claire afin de protéger le visage des éclats et étincelles;
8. Modifier le trait de coupe en demeurant dans les tolérances.

4.9.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse réfère constamment au plan afin de s'assurer que les paramètres de conformité à la gamme d'assemblage soient tout à fait respectés. La modification d'un trait de coupe à un endroit précis de la pièce doit se faire tout en demeurant dans les tolérances dimensionnelles et géométriques de cette pièce. Le meulage est donc modulé par les paramètres de conformité.

> Paramètres de conformité à la gamme d'assemblage

> Paramètres de conformité dimensionnelle et géométrique



> Claudin Caron, soudeur-monteur, vidéo n° 26

4.10 Établir et appliquer une gamme de soudage (D1)

Cette action est le point de départ de l'activité clé **Soudage des pièces et des assemblages**. Dans la capsule qui va suivre, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse n'établit pas la gamme de soudage, mais il applique tous les détails de la gamme de soudage et la consulte fréquemment. Il prépare l'assemblage et trace avec précision les endroits qui seront ultérieurement soudés. En effet, une première étude de la gamme de soudage doit précéder le pointage des pièces. Bien souvent l'étude de la gamme de soudage et celle de la gamme d'assemblage se font simultanément.



Retour à la
Table des
matières



Retour à la
Table des
matières

4.10.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Cette action comprend principalement l'étude de la gamme de soudage et l'application des indications de cette gamme sur la ou les pièces à souder. Les paramètres de sécurité de base sont en vigueur.

> Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base

> Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité

> Paramètres de sécurité comportementale

> Paramètres de sécurité de la manipulation / Gants

4.10.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Étudier la gamme de soudage ;
2. Repérer les mesures indiquées pour préparer l'étape de soudage ;
3. Tracer à la craie l'emplacement de la pièce ;
4. Utiliser le galon et l'équerre pour déterminer la position exacte ;
5. Contrôler l'exactitude des mesures prises ;
6. Étudier le symbole de soudure et l'emplacement précis des cordons ;
7. Reprendre le traçage en tenant compte du pas de soudure indiqué sur le plan.

4.10.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Tout le déroulement de cette action est appuyé par plusieurs paramètres de conformité différents. Tout d'abord, la gamme de soudage doit être respectée en tout point. Les instruments de mesure soutiennent la précision requise et une bonne compréhension des symboles de soudure est essentielle à la réalisation de l'action. Au cours des deux derniers points de la séquence opératoire, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse reprend l'étude de la gamme et réactive le paramètre de conformité à la gamme de soudage.

> Paramètres de conformité à la gamme de soudage

> Paramètres de conformité dimensionnelle et géométrique

> Paramètres de conformité aux symboles de soudure

> Paramètres de conformité des instruments de mesure



> Claudin Caron, soudeur-monteur, vidéo n° 14



Retour à la
Table des
matières

4.11 Établir et appliquer une gamme de soudage (D1)

Le réglage du poste de soudage a été fait une première fois au moment d'initier l'action de pointer les pièces. Pendant l'activité clé **Soudage des pièces ou des assemblages**, elle est reprise dans ses moindres détails selon le procédé de soudage indiqué sur les plans afin d'obtenir des cordons de soudure conformes. Cette action ne se fait pas isolément, elle est souvent intégrée à la séquence opératoire d'exécution des différents procédés de soudage (D3).

Dans la présente capsule, le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse choisit une technique précise de soudage à rebours, la technique du pas de pèlerin. Cette technique a pour but premier de limiter les déformations des pièces à souder.

4.11.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Tout réglage d'un poste de soudage demande l'activation d'une série de paramètres de sécurité qui dépendent du type de poste en présence. Dans cette capsule, le soudeur-monteur ou la soudeuse-mondeuse utilise un poste de soudage GMAW, un soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible. Cela sous-entend la présence de gaz et d'arc électrique, donc les paramètres appropriés sont sollicités.

- > Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base
- > Code vestimentaire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-mondeuse pour travail à chaud / Mitraines et veste
- > Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Masque de soudeur
- > Paramètres de sécurité comportementale
- > Paramètres de sécurité reliés au poste de soudage GMAW
- > Paramètres de sécurité reliés à l'électricité
- > Paramètres de sécurité reliés aux gaz

4.11.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Bien planifier l'exécution de la technique du pas de pèlerin ;
2. Déterminer le départ du premier cordon au premier point de soudage ;



Retour à la
Table des
matières

3. Préciser sa longueur (1 ½ pouce);
4. Faire un retour sur les symboles de soudage : joint bout à bout et pénétration complète;
5. Effectuer des tests au GMAW sur plaquettes d'épaisseur et caractéristiques semblables;
6. Ajuster les paramètres de soudage GMAW selon la gamme de soudage et les tests;
7. Ajuster le débit de gaz, le voltage et la vitesse de fil selon la gamme de soudage;
8. Vérifier le niveau de propreté des pièces avant de débiter;
9. Rapprocher la prise de masse pour augmenter l'ampérage;
10. Tenir la buse à une distance adéquate du joint;
11. Descendre la visière teintée du casque de soudeur-monteur ou de soudeuse-monteuse;
12. Effectuer la première section de soudure;
13. Examiner le niveau de pénétration dès la première section terminée;
14. Revoir les paramètres spécifiques GMAW selon la conformité lors de l'inspection;
15. Planifier l'examen de chaque section de cordon dès son exécution complétée.

4.11.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIEN VERS LA CAPSULE

Après une activation des différents paramètres de sécurité, toute la séquence opératoire se construit grâce à un ajustement entre les paramètres spécifiques du procédé GMAW et les paramètres de conformité. Il y a un constant va-et-vient entre ces deux familles de paramètres. La technique et l'expérience du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse entrent en ligne de compte et chaque section de soudage demande une revue des paramètres spécifiques et de conformité.

> Paramètres spécifiques du procédé GMAW

> Le débit du gaz de protection

> Le voltage, l'ampérage

> Le fil et la vitesse du fil

> La prise de masse

> Facteur humain



Retour à la
Table des
matières

- > Distance entre la pointe de contact et la pièce : longueur terminale constante
- > Paramètres de conformité des matériaux
- > Paramètres de conformité à la gamme de soudage
- > Paramètres de conformité du cordon / Dimension du point de soudure / Pénétration
- > Paramètres de conformité du poste de soudage GMAW



> Philippe Labrecque, enseignant en Soudage-montage, vidéo n° 30a

4.12 Exécuter les différents procédés de soudage (D3)

Cette action s'appuie avant même son déploiement sur les actions *Établir et appliquer une gamme de soudage* (D1) et *Régler le poste de soudage* (D2). Une fois ces deux actions complétées, l'exécution du procédé de soudage peut commencer. Dans les deux capsules qui vont suivre, le procédé de soudage sur latte de céramique est exploré.

4.12.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Comme le soudage sur latte de céramique demande l'apport d'un procédé de soudage semi-automatique, tous les paramètres de sécurité reliés à ce type de procédé sont en vigueur.

- > Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base
- > Code vestimentaire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse pour travail à chaud / Mitaines et veste
- > Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Masque de soudeur
- > Paramètres de sécurité comportementale
- > Paramètres de sécurité reliés au poste de soudage semi-automatique
- > Paramètres de sécurité reliés à l'électricité
- > Paramètres de sécurité reliés aux gaz

4.12.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. S'assurer de la propreté des pièces avant de procéder;



Retour à la
Table des
matières

2. Avoir un joint à espacement régulier entre $\frac{5}{16}$ pouce et $\frac{3}{8}$ pouce de largeur;
3. Préchauffer les pièces pour une meilleure adhésion du support de la latte;
4. Choisir une latte de céramique de forme adaptée au joint à souder;
5. Décoller le papier protecteur de l'adhésif;
6. Aligner le support à l'aide de la ligne rouge au centre du sillon;
7. Faire adhérer le support de céramique de manière adéquate;
8. Ajuster les paramètres spécifiques du poste de soudage semi-automatique;
9. Fixer les pièces à souder avant de remplir le sillon en pointant;
10. Faire une première passe;
11. Détacher les points de fixation au marteau ou à la rectifieuse;
12. Retirer le support de céramique si nécessaire;
13. Planifier une seconde passe afin de combler le joint;
14. Détecter un défaut de soudure;
15. Vérifier la mise à la terre.

4.12.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIENS VERS LES CAPSULES

Ce type de soudage qui lie l'installation d'une latte de céramique et l'utilisation par la suite d'un procédé semi-automatique exige l'activation de paramètres spécifiques des deux techniques, soutenue par les paramètres de conformité qui permettent de contrôler la qualité de l'exécution de cette technique complexe. Il est à noter que les paramètres spécifiques du soudage sur latte de céramique sont passés en revue avant les paramètres du soudage semi-automatique. Les paramètres de conformité sont présents aux différents temps de la séquence et plus particulièrement au moment de l'inspection de la soudure réalisée.

> Paramètres spécifiques du soudage sur latte de céramique

> Choix de la latte adéquate / Configuration du joint

> Propreté des zones d'adhésion

> Température des pièces à souder

> Positionnement précis de la latte



Retour à la
Table des
matières

- > Adhérence maximale du support
- > Paramètres spécifiques du procédé semi-automatique
- > Le débit du gaz de protection et composition du gaz / Acier
- > Le voltage, l'ampérage
- > Le fil et la vitesse du fil
- > L'état des composantes (buse et diffuseur)
- > La prise de masse
- > Facteur humain
- > Distance entre la pointe de contact et la pièce : longueur terminale constante

L'irrégularité de la première passe de soudure est causée par une mise à la terre non conforme, toute variation de l'intensité du courant se répercute sur la qualité du cordon.

Il est essentiel de vérifier la mise à la terre du poste avant de reprendre une seconde passe de soudure.

- > Paramètres de conformité des matériaux et de la préparation / Propreté / Température
- > Paramètres de conformité à la gamme de soudage
- > Paramètres de conformité du cordon / Aspect du cordon de soudure / Irrégularités
- > Paramètres de conformité du poste de soudage semi-automatique / Prise de masse



> **Harold Gendron**, soudeur-monteur, vidéo n° 25a

> **Harold Gendron**, soudeur-monteur, vidéo n° 27a

4.13 Prévenir ou corriger les défauts de soudure (D4)

Cette action prend de multiples formes et peut se déployer lors de l'application de diverses

méthodes préventives ou correctives. Dans la capsule étudiée, le soudeur-monteur ou la soudeuse-monteuse enlève une soudure qui n'est pas conforme à l'aide du procédé de gougeage à l'arc-air. Il est clair que cette action implique que les paramètres de conformité du cordon de soudure n'ont pas été atteints lors d'un soudage antérieur.

4.13.1 ACTIVATION DES PARAMÈTRES DE SÉCURITÉ

Le gougeage à l'arc-air demande la mise en place de plusieurs équipements de protection individuelle et aucune de ces étapes ne peut être omise, il en va de la santé du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse. Le choix d'un masque à cartouches filtrantes demande un changement des cartouches à une fréquence qui dépend de la durée de la tâche et de la ventilation. L'ajout d'équipements de protection individuelle requiert un paramètre de conformité supplémentaire et si le travail se fait en espace restreint, comme c'est souvent le cas dans certains milieux de travail, d'autres mesures de sécurité s'appliquent.

- > Paramètres de sécurité individuelle / Code vestimentaire de base
- > Code vestimentaire du soudeur-monteur ou de la soudeuse-monteuse pour travail à chaud / Mitaines et veste
- > Paramètres de sécurité et de santé oculaire / Lunettes de sécurité / Masque de soudeur
- > Paramètres de sécurité et de santé auditive / Bouchons
- > Paramètres de sécurité et santé respiratoire / Masque
- > Paramètres de sécurité comportementale
- > Paramètres de sécurité reliés au poste de gougeage arc-air
- > Paramètres de sécurité reliés à l'électricité
- > Paramètres de sécurité reliés aux gaz
- > Paramètres de conformité des mesures de sécurité
- > Paramètres de conformité des équipements de protection individuelle

4.13.2 SÉQUENCE OPÉRATOIRE

1. Mettre la veste pour se protéger de la chaleur et des projections;
2. Mettre des bouchons;
3. Choisir une électrode de carbone enrobée de cuivre;
4. Choisir un diamètre d'électrode qui correspond au cordon à enlever, soit $\frac{5}{16}$ pouce;



Retour à la
Table des
matières



Retour à la
Table des
matières

5. Installer un masque simple ou à cartouches filtrantes selon la situation ;
6. Procéder au démarrage ;
7. Ouvrir le réservoir d'air comprimé ;
8. Démarrer l'appareil de gougeage ;
9. Installer l'électrode choisie selon son diamètre dans la pince porte-électrode ;
10. Activer le jet d'air comprimé ;
11. Gouger le cordon défectueux ;
12. Fermer les appareils dès la tâche complétée.

4.13.3 ACTIVATION DES PARAMÈTRES ET LIENS VERS LES CAPSULES

Cette action demande une bonne connaissance des différents paramètres spécifiques du gougeage à l'arc-air.

- > Paramètres spécifiques du gougeage arc-air
- > Choix du courant et polarité
- > Choix de l'électrode
- > Diamètre de l'électrode / Diamètre du cordon à enlever
- > Ampérage / Diamètre de l'électrode
- > Pression air comprimé
- > Facteur humain
- > Torche à 45° / Pièce
- > Bonne position du jet d'air comprimé
- > Vitesse d'avance adéquate et constante / Cordon à enlever



> **Harold Gendron**, soudeur-monteur, vidéo n° 14a

> **Harold Gendron**, soudeur-monteur, vidéo n° 15a



Retour à la
Table des
matières



MÉDIAGRAPHIE

Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur de la fabrication de produits en métal, de la fabrication de produits électriques et des industries de l'habillement. *Choisir des coquilles ou des bouchons?*

Site téléaccessible à l'adresse suivante: <http://www.aspme.org/upload/pdf/Coquille.pdf>
(consulté le 20 juin 2015).

Bernier, C. (2011). *Formation et employabilité. Regard critique sur l'évolution des politiques de formation de la main-d'œuvre au Québec.* Québec: Presses de l'Université Laval.

CSMOFMI. *Lecture de plans et préparation.*

Site téléaccessible à l'adresse suivante: http://www.comiteperform.ca/IMG/pdf/1032_01_07_chap7.pdf
(consulté le 22 mai 2015).

CSMOFMI (2015). *Défauts de soudure.*

Site téléaccessible à l'adresse suivante: http://www.comiteperform.ca/IMG/pdf/1032_01_06_chap6.pdf
(consulté le 12 mai 2015).

CSMOFMI (2015). *Procédés de coupage, de gougeage et de chanfreinage.*

Site téléaccessible à l'adresse suivante: http://www.comiteperform.ca/IMG/pdf/1032_01_04_chap4.pdf
(consulté le 12 mai 2015).

Godin, C. (2013). *Guide. Prévention pour le soudage et le coupage.* 2^e édition.

Site téléaccessible à l'adresse suivante: <http://www.asphme.org/upload/pdf/soudage.pdf>
(consulté le 10 juin 2015).

Gouvernement du Québec (2013). *Tous pour l'emploi.* Québec: Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Solidarité sociale.

Gouvernement du Québec (2010). *Programme d'apprentissage en milieu de travail. Soudeur ou soudeuse: guide du compagnon ou de la compagne d'apprentissage.* Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS).

Gouvernement du Québec (2010). *La formation professionnelle et technique au Québec. Un aperçu.* Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS).

Gouvernement du Québec (2000). *Métallurgie Soudage haute pression. ASP: Attestation de Spécialisation Professionnelle. Programme d'études 5224.* Québec: Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS).

Gouvernement du Québec (1997). *Métallurgie. Soudage-montage. Programmes d'études 5195*. Québec : Ministère de l'Éducation.

Legendre, R. (dir.) (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Montréal : Guérin.

Millette, C. *Travail à chaud. Règlementation et Permis. Association sectorielle - Fabrication d'équipement de transport et de machines.*

Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://www.lacsst.com>

(consulté le 20 mai 2015).

Perform (2012). *La fabrication métallique au Québec*. Comité sectoriel de la main-d'œuvre dans la fabrication métallique industrielle.

Répertoire toxicologique de la CSST (2014). *Gaz et fumées de soudage et de coupage*.

Site téléaccessible à l'adresse suivante : http://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/fiche-complete.aspx?no_produit=13896

(consulté le 10 juin 2015).

VAC Oxygène inc. (2015). *Lexique de soudage*.

Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://www.vacoxygene.ca/lexique-soudage>

(consulté le 2 mai 2015).

Vega, P. (2014). *Risques du métier de soudeur. Association sectorielle - Fabrication d'équipement de transport et de machines.*

Site téléaccessible à l'adresse suivante : <http://asfetm.com/wp-content/uploads/2013/11Risquesmetiersoudeur141017.pdf>

(consulté le 20 mai 2015).



Retour à la
Table des
matières