



*Comité sectoriel de la main-d'œuvre
dans la fabrication métallique*

**RAPPORT D'ANALYSE DU MÉTIER
DE SOUDEUR**

Mai 2008

ÉQUIPE DE PRODUCTION

Gilbert Riverin

Conseiller technique

Comité sectoriel de la main-d'œuvre dans la
fabrication métallique industrielle (CSMOFMI)

Jean-Guy Ménard

Chargé de projet

Gestion JGM

REMERCIEMENTS

La production du présent rapport a été rendue possible grâce à la contribution de nombreuses personnes et de plusieurs entreprises ou organismes.

Le Comité sectoriel de la main-d'œuvre dans la fabrication métallique industrielle tient à remercier de façon particulière les spécialistes de la profession qui ont généreusement accepté de nous recevoir dans leur entreprise ou de participer à l'atelier d'analyse de la profession qui s'est tenu dans un hôtel de Drummondville les 5 et 6 mars 2008.

Spécialistes de la profession

Note : les personnes dont le nom est suivi d'un astérisque étaient présentes à l'atelier d'analyse de la profession les 5 et 6 mars 2008.

Martin Beauvais
Soudeur
Inox-Tech Canada inc.

Benoît Bourdeau
Soudeur
Brospec inc.

Alain Demers
Soudeur
Flextronics inc.

*François Guay **
Soudeur
Accessair inc.

Jacques Laroque
Soudeur
Machinerie PW inc.

*Jacques Marius **
Soudeur
Flextronics inc.

*André Bélanger **
Soudeur
Montel inc.

*Roger Cadieux **
Conseiller en santé et sécurité
Groupe ADF inc.

*Martin Favreau **
Technicien en soudage
Les Aciers Sofatec inc.

*Fernand Jacques **
Soudeur
Groupe Canam inc.

*Richard Leclerc **
Soudeur
Groupe ADF inc.

Jacques Massé
Soudeur
Les Produits d'acier Hason inc.

*Yanick Ménard **
Soudeur
S.M.I. Technologie inc.

Réjean Roy
Soudeur
S. Huot inc.

*Tommy Sivret **
Contremaître
RMH Industrie inc.

*Sylvain Paris **
Coordonnateur qualité soudage
Groupe J.L. Leclerc inc.

Michael Savard
Soudeur
CMP Solutions métalliques avancées ltée

*Mathieu St-Louis Côté **
Soudeur
Machinerie Lépine inc.

Observatrice et observateurs

*André Dupras **
Inspecteur/Enquêteur
Commission de la santé et de la sécurité du
travail (CSST)

*Luc Vachon **
Conseiller
Fédération de la métallurgie – CSD

*Marie-Lou Ouellet **
Conseillère
Direction du développement des compétences
et de l'intervention sectorielle (DDCIS)
Commission des partenaires du marché du
travail (CPMT)

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	9
INTRODUCTION	11
1. CARACTÉRISTIQUES SIGNIFICATIVES DE LA PROFESSION	13
1.1 Définition de la profession et appellations d'emploi	13
1.2 Organisation du travail et de la production et limites de la profession	14
1.3 Types de procédés et positions de soudage	18
1.4 Lois, règlements et normes	20
1.5 Conditions d'entrée et perspectives d'avancement	21
1.6 Évolution prévisible du contexte d'exécution de la profession	21
2. ANALYSE DES TÂCHES	25
2.1 Tableau des tâches et des opérations	25
2.2 Description des opérations et des sous-opérations	26
2.3 Description des conditions et des exigences de réalisation	31
3. DONNÉES QUANTITATIVES SUR LES TÂCHES	35
4. CONNAISSANCES, HABILITÉS ET COMPORTEMENTS SOCIOAFFECTIFS NÉCESSAIRES	37
4.1 Connaissances	37
4.2 Habiletés cognitives	38
4.3 Habiletés motrices et kinesthésiques	39
4.4 Habiletés perceptives	40
4.5 Comportements socioaffectifs	40
5. NIVEAUX D'EXERCICE	41
ANNEXE RISQUES À LA SANTÉ ET À LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	43

GLOSSAIRE

Analyse d'une profession

L'analyse d'une profession a pour objet de faire le portrait le plus complet possible du plein exercice d'une profession. Elle consiste principalement en une description des caractéristiques de la profession, des tâches et des opérations accompagnée de leurs conditions et exigences de réalisation, de même qu'en une identification des fonctions, des connaissances, des habiletés et des comportements socioaffectifs requis.

Deux formules peuvent être utilisées : la nouvelle analyse qui vise la création de la source d'information initiale et l'actualisation d'une analyse qui est la révision de cette information.

Comportements socioaffectifs

Les comportements socioaffectifs sont une manière d'agir, de réagir et d'entrer en relation avec les autres. Ils traduisent des attitudes et sont liés à des valeurs personnelles ou professionnelles.

Conditions de réalisation de la tâche

Les conditions de réalisation sont les modalités et les circonstances qui ont un impact déterminant sur la réalisation de la tâche et illustrent notamment l'environnement de travail, les risques à la santé et la sécurité du travail, l'équipement, le matériel et les ouvrages de références utilisés au regard de l'accomplissement de la tâche.

Connaissances

Les connaissances sont des notions et des concepts relatifs aux sciences, aux arts, ainsi qu'aux législations, technologies et techniques nécessaires dans l'exercice d'une profession.

Exigences de réalisation de la tâche

Les exigences de réalisation sont les exigences établies pour qu'une tâche soit réalisée de façon satisfaisante.

Fonction

Une fonction est un ensemble de tâches liées entre elles et elle est définie par les résultats du travail.

Habiletés cognitives

Les habiletés cognitives ont trait aux stratégies intellectuelles utilisées dans l'exercice d'une profession.

Habiletés motrices et kinesthésiques

Les habiletés motrices et kinesthésiques ont trait à l'exécution et au contrôle de gestes et de mouvements.

Habiletés perceptives

Les habiletés perceptives sont des capacités sensorielles grâce auxquelles une personne saisit consciemment par les sens ce qui se passe dans son environnement.

Niveaux d'exercice de la profession

Les niveaux d'exercice de la profession correspondent à des degrés de complexité dans l'exercice de cette profession.

Opération

Les opérations sont les actions qui décrivent les étapes de réalisation d'une tâche et permettent d'établir le « comment » pour l'atteinte du résultat. Elles sont rattachées à la tâche et liées entre elles.

Plein exercice de la profession

Le plein exercice de la profession correspond au niveau où les tâches de la profession sont exercées de façon autonome et avec la maîtrise nécessaire par la plupart des personnes.

Profession

La profession correspond à tout type de travail déterminé, manuel ou non, effectué pour le compte d'un employeur ou pour son propre compte, et dont on peut tirer ses moyens d'existence.

Dans ce document, le mot « profession » possède un caractère générique et recouvre l'ensemble des acceptions habituellement utilisées : métier, profession, occupation¹.

Résultats du travail

Les résultats du travail sont un produit, un service ou une décision.

Sous-opérations

Les sous-opérations sont les actions qui précisent les opérations et permettent d'illustrer des détails du travail, souvent des méthodes et des techniques.

Tâches

Les tâches sont les actions qui correspondent aux principales activités de l'exercice de la profession analysée. Une tâche est structurée, autonome et observable. Elle a un début déterminé et une fin précise. Dans l'exercice d'une profession, qu'il s'agisse d'un produit, d'un service ou d'une décision, le résultat d'une tâche doit présenter une utilité particulière et significative.

¹ La notion de « fonction de travail » utilisée au ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport correspond, à peu de chose près, à la notion de métier ou de profession.

INTRODUCTION

L'analyse d'une profession a pour objet de :

- faire le portrait le plus complet possible de l'exercice d'une profession, au niveau du plein exercice, c'est-à-dire au niveau où les tâches de la profession sont exercées de façon autonome et avec la maîtrise nécessaire par la plupart des personnes,
- fournir une description représentative de l'exercice de cette profession au Québec, de façon à mettre en œuvre les orientations gouvernementales de qualification professionnelle,
- fournir l'information qualitative nécessaire à la formulation ultérieure des compétences selon les exigences de qualification professionnelle et du niveau de compétence communément attendu sur le marché du travail.

La présente analyse a été effectuée dans le cadre de l'élaboration d'une norme professionnelle et de la révision d'un programme d'apprentissage en milieu de travail pour le métier de soudeur. Or, l'analyse d'un tel métier pose des défis de taille. En effet, les milieux industriels où il est exercé sont hétérogènes (industries manufacturières, des services, de la construction et industries primaires) ; et, à l'intérieur même de ces milieux industriels, le contexte d'exercice du métier est extrêmement varié. En outre, les frontières avec d'autres métiers de la fabrication métallique industrielle sont floues, au point souvent où on les confond.

Ainsi, nous avons limité nos investigations au domaine manufacturier (y compris les entreprises qui offrent un service de réparation), tout en ayant comme objectif de couvrir l'ensemble des facettes du métier observables dans ce milieu industriel. En effet, il était essentiel de documenter le plus précisément possible les différents cas de figure du métier de soudeur, le but ultime étant d'élaborer des outils de développement et de reconnaissance des compétences qui puissent s'adapter aux différentes réalités de l'exercice du métier tout en respectant son intégrité.

Les spécialistes de la profession retenus pour la réalisation de l'analyse de la profession de soudeur ont été sélectionnés en fonction d'un certain nombre de critères : les grands domaines d'application (tôle mince et tôle forte), les secteurs industriels (fabrication de produits métalliques, fabrication de machines et fabrication de matériel de transport)², les types d'entreprises où s'exerce la profession (fabrication, réparation), les procédés de soudage utilisés, les modes d'organisation du travail dans les entreprises, leur taille et les régions où elles se situent.

Le présent rapport expose les résultats de l'analyse de la profession de soudeur ; il reflète fidèlement les renseignements recueillis auprès des spécialistes de la profession au moyen des entrevues et de l'atelier d'analyse de la profession.

² À ces secteurs, il faut ajouter les industries de la Fabrication de meubles et de produits connexes (SCIAN 337) et de la Fabrication de matériel d'appareils et de composants électriques (SCIAN 335) qui sont représentées au sein du comité d'orientation.

1 CARACTÉRISTIQUES SIGNIFICATIVES DE LA PROFESSION

1.1 Définition de la profession et appellations d'emploi

Selon la *Classification nationale des professions*, les soudeurs, inclus dans le groupe de base 7265, « utilisent du matériel et des machines pour souder des métaux ferreux et non ferreux. Ce groupe de base inclut aussi les opérateurs de machines à souder et à braser à commandes réglables ». Comme nous le verrons dans la section suivante, les différentes réalités d'exercice du métier débordent largement cette simple définition.

En 2001, selon le recensement de Statistique Canada, on comptait 22 240 soudeurs en activité au Québec. C'est l'un des métiers ouvriers les plus répandus. En effet, parmi les métiers spécialisés, toutes industries confondues, il arrive au troisième rang en termes d'effectif, derrière les métiers de mécanicien automobile et de charpentier-menuisier (septième rang au total, si on tient compte des métiers semi et non spécialisés). Dans le secteur manufacturier, c'est le premier métier spécialisé en importance (quatrième au total).

Ainsi, les soudeurs exercent leur profession dans les entreprises de la fabrication métallique industrielle qui fabriquent des éléments de charpentes métalliques, des réservoirs, des chaudières, des machines et de l'équipement industriel, de la machinerie lourde, du matériel de transport, etc. Mais on trouve aussi des soudeurs dans de nombreux autres secteurs industriels, qu'il s'agisse de la métallurgie, de l'industrie électrique et électronique, de l'industrie du meuble, de l'industrie des services ou de la construction.

Les principales appellations d'emploi utilisées dans l'industrie manufacturière sont celles de soudeur et d'assembleur-soudeur (ou soudeur-assembleur). Le terme de monteur ou de soudeur-monteur est plutôt réservé au domaine de la construction. Les termes de soudeur et d'assembleur-soudeur traduisent les différents types d'organisation du travail au sein de l'industrie de la fabrication métallique industrielle.

1.2 Organisation du travail et de la production et limites de la profession

Le métier de soudeur est étroitement apparenté à d'autres tâches, fonctions de travail ou métiers de la fabrication métallique industrielle. Aussi, pour tenter de délimiter les frontières de la profession, avons-nous schématisé les principales filières professionnelles qui interviennent dans la fabrication d'un ensemble mécano-soudé.

LES FILIERES PROFESSIONNELLES IMPLIQUEES DANS LA FABRICATION D'UN ENSEMBLE MECANO-SOUDE

Préfabrication des pièces (préparation)	Assemblage des pièces	Soudage des pièces	Finition des pièces	Inspection des pièces (contrôle qualité)
<ul style="list-style-type: none"> • Oxycoupage • Coupage au plasma • Coupage à l'arc • Cisaillage • Sciage • Perçage • Poinçonnage • Pliage • Roulage • Cintrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage (montage) • Pointage (<i>tackage</i>) • Bridage • Serrage 	<ul style="list-style-type: none"> • Soudage GMAW • Soudage FCAW • Soudage SMAW • Soudage GTAW, etc. • Chanfreinage • Gougeage • Chauffage • Redressage 	<ul style="list-style-type: none"> • Meulage • Ébavurage • Polissage • (Peinture) 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôles visuel et dimensionnel • Ressuage • (Rayons X) • Ultrasons, etc.

On distingue donc les activités en amont du soudage (la préfabrication et l'assemblage des pièces) et celles en aval (finition des pièces et contrôle de la qualité). Dans certaines entreprises, les soudeurs participent à plusieurs ou à l'ensemble de ces activités ; dans d'autres, chaque filière professionnelle donne lieu à des emplois distincts : des préparateurs à la préfabrication des pièces, des assembleurs à l'assemblage, des soudeurs au soudage, des meuleurs, ébavureurs ou polisseurs à la finition des pièces, des inspecteurs au contrôle de la qualité. L'organisation du travail varie en fonction du domaine d'application, du secteur d'activité, des produits fabriqués et de la taille des entreprises.

De manière générale, les entreprises manufacturières où s'exerce le métier de soudeur se divisent en deux grands univers industriels ou domaines d'application : celui de la **tôle mince**³ (métal en feuille) et celui de la **tôle forte**⁴ (plaques et profilés de métal).

Dans le domaine de la tôle mince, c'est la même personne qui assemble et qui soude les produits ; il s'agit donc d'assembleurs-soudeurs. Précisons toutefois que dans le cas des entreprises qui fabriquent des produits répétitifs, l'assemblage se résume à positionner les pièces dans un gabarit pour les maintenir en place en vue de leur soudage. Aussi, dans ce cas précis, serait-il plus juste de parler de soudeurs que d'assembleurs-soudeurs.

Dans le domaine de la tôle forte, l'assemblage et le soudage sont généralement considérés comme deux métiers distincts. Les assembleurs ont pour tâches d'assembler les pièces et de les pointer pour les maintenir en position. Les soudeurs viennent par la suite effectuer les cordons de soudure.

Cependant, dans les entreprises de fabrication de machines et d'équipement industriel, de même que dans l'industrie de la fabrication de matériel de transport (des secteurs qui relèvent autant du domaine de la tôle mince que de celui de la tôle forte), le portrait est plus nuancé. En effet, on y trouve les deux types d'organisation du travail. Ainsi, les fonctions d'assemblage et de soudage peuvent donner lieu à deux emplois distincts (assembleur et soudeur) ou être assumées par une seule et même personne (assembleur-soudeur). En fait, dans ces secteurs d'activité, la fonction de soudeur constitue souvent une étape dans la progression professionnelle des travailleurs vers le métier d'assembleur-soudeur.

³ Le domaine de la tôle mince est composé d'entreprises provenant des secteurs SCIAN suivants : Estampage (SCIAN 332118), Fabrication d'appareils de chauffage, de ventilation, de climatisation et de réfrigération commerciale (SCIAN 33341), Fabrication de meubles d'établissement institutionnel et commercial (SCIAN 337127), Fabrication de vitrines d'exposition, de cloisons, de rayonnages et de casiers (SCIAN 337215), Fabrication des autres produits métalliques d'ornement et d'architecture (SCIAN 332329), Fabrication de carrosseries et de remorques de véhicules automobiles (SCIAN 33621), Fabrication de portes et de fenêtres en métal (SCIAN 332321) et Fabrication de matériel de manutention (SCIAN 333920).

⁴ Au sens strict, le domaine de la tôle forte est composé des deux secteurs SCIAN suivants : Fabrication de produits d'architecture et d'éléments de charpentes métalliques (SCIAN 3323) et Fabrication de chaudières, de réservoirs et de contenants d'expédition (SCIAN 3324).

Les filières de l'assemblage et du soudage sont donc très proches l'une de l'autre ; dans bien des cas, elles se confondent même pour n'en former qu'une seule, la filière de l'assemblage-soudage. La proximité entre le soudage et la préparation des pièces est aussi très grande, mais alors qu'il y a des assembleurs-soudeurs, on ne rencontre pas de « préparateurs-soudeurs »⁵.

En effet, la préparation des pièces est généralement effectuée dans un département distinct de ceux de l'assemblage et du soudage et constitue un métier en soi (préparateur). À strictement parler, le coupage et le formage du métal ne sont donc pas des tâches qui sont propres au métier de soudeur, même si dans certaines entreprises les soudeurs sont appelés à exercer ce genre d'activités en plus d'assumer les fonctions habituelles d'assemblage et de soudage. C'est le cas notamment dans les ateliers de réparation, de même que dans les très petites entreprises, où la polyvalence des travailleurs est essentielle.

Cela étant dit, il faut faire une distinction entre la préfabrication des pièces proprement dite (le traçage, coupage, perçage, pliage, roulage, cintrage du métal, etc.) et la préparation des joints (le chanfreinage, essentiellement). Précisons d'emblée qu'il n'y a pas de préparation de joints dans le domaine de la tôle mince, compte tenu de la faible épaisseur de la feuille de métal (1/4 de pouce et moins). Ce qui suit concerne donc uniquement le domaine de la tôle forte.

Si la préfabrication des pièces relève d'un autre métier, la préparation des joints, elle, doit être considérée comme une activité connexe au soudage, et ce, même si elle est souvent effectuée dans le département de la préparation ou par les assembleurs⁶. En effet, les soudeurs qui œuvrent dans le domaine de la tôle forte peuvent avoir à chanfreiner des pièces, reprendre des joints qui ont été oubliés ou mal faits, ou gouger des pièces pour exécuter des soudures pleine pénétration. Ils doivent donc maîtriser cet aspect du métier (coupage, chanfreinage et

⁵ Règle générale, les soudeurs qui font la préfabrication des pièces procèdent aussi à leur assemblage. La raison en est simple, elle relève de la logique de la production : en effet, l'assemblage est une étape intermédiaire entre la préfabrication et le soudage des pièces dans le processus de production.

⁶ Dans le cas de joints à géométrie complexe, tels que des joints en J ou en U, la préparation se fait sur des machines-outils par des machinistes.

gougeage), de même que les procédés qui s’y rapportent (oxycoupage, coupage et gougeage à l’arc air ou au plasma, meulage).

Concernant le contrôle de la qualité, lorsqu’il y a du personnel spécialisé affecté à cette tâche (techniciens en soudage ou inspecteurs qualité), le rôle des soudeurs se limite à un simple examen visuel et dimensionnel des cordons de soudure. Par contre, dans certaines entreprises, particulièrement celles où les soudeurs font aussi l’assemblage des pièces, les soudeurs vont non seulement procéder à une vérification visuelle et dimensionnelle des cordons de soudure mais aussi à la vérification des pièces pour s’assurer qu’il n’y a pas eu déformation et que les tolérances sont respectées. La plupart du temps, un inspecteur de la qualité ou un superviseur est là pour contre-vérifier le travail du soudeur.

Par ailleurs, il est plutôt rare que les soudeurs se livrent eux-mêmes aux essais destructifs ou non destructifs, même si c’est le cas dans certaines entreprises, lorsque vient le temps de mettre au point une procédure de soudage, par exemple ; le plus souvent, ce type d’essais est confié à des firmes externes pour garantir l’impartialité des résultats.

Finalement, le portrait ne serait pas complet sans aborder la question de la maintenance industrielle, qui s’ajoute aux filières de la préparation, de l’assemblage, du soudage, de la finition et du contrôle qualité, dont nous venons de parler. Ainsi, dans les entreprises qui emploient du personnel de maintenance spécialisé, les activités des soudeurs se réduisent au strict minimum. Il s’agit pour eux d’effectuer l’entretien quotidien du poste de soudage avant ou après son utilisation, c’est-à-dire vérifier la gaine (câble porte-électrode) et le câble de prise de masse, nettoyer la torche et le poste de soudage, vérifier les galets du dévidoir et les changer au besoin (poste semi-automatique), réparer les fuites, etc.

Les entreprises présentes à l’atelier d’analyse de profession, de même que celles que nous avons visitées dans le cadre de notre enquête de terrain, reflètent la diversité des contextes d’exercice du métier ; tous les cas de figure que nous venons d’évoquer y sont représentés. C’est pourquoi

le tableau des tâches et opérations que nous présentons à la section 2 du présent rapport couvre l'ensemble des facettes du métier, de la préparation à la finition des pièces et au contrôle qualité en passant par l'assemblage et le soudage.

Cependant, l'information recueillie auprès de spécialistes de la profession nous permet d'identifier les activités de travail communes à tous les soudeurs, quels que soient le domaine d'application, le secteur d'activité ou la taille de l'entreprise. Ces activités communes sont :

- l'installation et l'entretien de base de l'équipement de soudage ;
- le soudage de pièces en métal à l'aide d'un procédé semi-automatique ou manuel ;
- le nettoyage et l'autocontrôle des cordons de soudures.

Comme nous venons de le voir, dépendamment de l'organisation du travail et de la production en vigueur dans l'entreprise, les soudeurs peuvent aussi être appelés à exercer les activités de travail suivantes :

- la préfabrication de pièces ;
- la préparation de joints ;
- l'assemblage de pièces ;
- le nettoyage et la finition des pièces ;
- le contrôle de la qualité ;
- l'exécution d'essais destructifs et non destructif ;
- la résolution de problèmes techniques ;
- la conduite d'équipement automatisé.

1.3 Types de procédés et positions de soudage

Parmi la multitude de procédés de soudage, les plus utilisés en industrie sont les suivants :

- Soudage à l'arc avec électrode enrobée / Shielded Metal Arc welding (SMAW)
- Soudage à l'arc avec électrode de tungstène / Gaz Tungsten Arc Welding (GTAW)
- Soudage à l'arc sous gaz avec fil plein / Gaz Metal Arc welding (GMAW)
- Soudage à l'arc avec fil fourré / Flux Cored Arc Welding (FCAW)
- Soudage à l'arc avec fil tubulaire / Metal Cored Arc welding (MCAW)
- Soudage à l'arc submergé / Submerged Arc Welding (SAW)
- Soudage par résistance / Resistance Welding (RW)
- Soudage oxyacétylénique / Oxyacetylene Welding (OAW)
- Coupage à l'oxygaz / Oxyflame Cutting (OFC)

- Soudage au plasma / Plasma Welding (PAW)
- Coupage ou gougeage au plasma / Plasma Cutting (PAC)
- Couper ou gougeage à l'arc avec électrode au carbone / Arc Air Cutting (AAC)

En fait, ce sont les procédés de soudage à l'arc électrique qui sont les plus répandus. Parmi ceux-ci, les procédés semi-automatiques (GMAW et FCAW) sont privilégiés pour des raisons de productivité, par rapport au procédé SMAW, qui est de moins en moins utilisé ; en atelier, il ne sert guère plus qu'au pointage des pièces et à certains types de travaux précis. L'utilisation du procédé SAW, en mode automatique, est assez fréquente dans les industries de la tôle forte. Un peu moins courant que les procédés semi-automatiques, le procédé manuel GTAW est tout de même assez répandu, surtout dans le domaine de la tôle mince, pour le soudage de l'acier inoxydable et de l'aluminium.

Le choix du procédé de soudage se fait en fonction d'un ensemble de critères : le type de métal et sa composition, l'épaisseur du matériau, les spécifications à respecter, le lieu où est effectué le travail (intérieur ou extérieur), l'accès au joint, la position de soudage, le rendement recherché, etc.

Dans la plupart des entreprises, les soudeurs sont appelés à appliquer plus d'un procédé. Cependant, il n'est pas rare que des soudeurs fassent toute leur carrière en n'employant qu'un seul procédé, atteignant un très haut niveau d'expertise dans leur pratique professionnelle. Ceci est particulièrement vrai dans les entreprises où on emploie un seul type de matériau, comme l'aluminium ou l'acier inoxydable. Précisons, cependant, que la majorité des spécialistes interrogés considèrent qu'un soudeur devrait maîtriser plus d'un procédé.

En fait, la ressemblance entre les différents procédés semi-automatiques (GMAW, FCAW, MCAW) fait en sorte que le passage de l'un à l'autre ne nécessite pas une trop grande période d'apprentissage ou d'adaptation. Il semble plus problématique pour un soudeur de passer du domaine de la tôle forte au domaine de la tôle mince ou d'un type de matériau à un autre (de l'acier à l'aluminium, par exemple) même s'il s'agit du même procédé.

Concernant les positions de soudage, il y a cinq positions de base : à plat, à l'horizontal, vertical ascendant, vertical descendant, au plafond. Quand cela est possible, on s'arrange toujours pour souder à plat ou à l'horizontal. Le recours à un gabarit ou à un positionneur peut alors s'avérer utile. Le soudage vertical et au plafond sont considérés comme étant plus complexes et sont généralement confiés à des soudeurs d'expérience. Précisons que la position de soudage vertical descendant est pratiquée essentiellement dans le domaine de la tôle mince.

1.4 Lois, règlements et normes

Le domaine du soudage est régi par un ensemble de normes qu'il serait fastidieux d'énumérer ici. Parmi les organismes normalisateurs, mentionnons l'Association canadienne de normalisation (CSA), l'*American Welding Society* et l'*American Society of Mechanical Engineering* (ASME). Les normes de soudage portent sur les différents procédés, les électrodes et les métaux d'apport, le soudage de produits particuliers comme les appareils sous pression, les pipelines ou les structures de bâtiments, le contrôle de la qualité, les règles de santé et sécurité, etc. Les entreprises doivent élaborer des procédures pour se conformer à ces normes et les faire approuver par des organismes de certification comme le Bureau canadien du soudage (CWB-BCS). Précisons que les soudeurs ont rarement à consulter ces normes dans le cadre de leur travail habituel ; c'est là la responsabilité des techniciens et des ingénieurs en soudage.

À cause de son incidence sur la sécurité publique, le soudage des appareils sous pression reçoit une attention particulière au Québec (voir le *Règlement sur les appareils sous pression*, A-20.1, r. 1.1). Pour travailler dans ce domaine, les entreprises doivent obtenir un certificat auprès de la Régie du bâtiment et les soudeurs doivent obtenir un certificat de qualification professionnelle de la part d'Emploi-Québec, le métier de soudeur haute pression entrant dans la catégorie des métiers réglementés.

Les autres règlements qui touchent le domaine du soudage sont le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (S-2.1, r. 19.01) et le *Règlement sur la qualité de l'atmosphère* (Q-2, r. 20). Si les

soudeurs n'ont pas à veiller eux-mêmes à l'application de ces règlements (cela se joue au niveau de la direction des entreprises), ils doivent cependant être au fait du Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT) et des méthodes de cadenassage.

1.5 Conditions d'entrée et perspectives d'avancement

La dextérité manuelle et l'endurance physique sont des préalables pour entrer dans la profession. La coordination œil et main est particulièrement importante ; pour devenir soudeur on dit d'ailleurs qu'il faut avoir une « bonne main ».

Détenir un diplôme d'études professionnelles (DEP) en soudage-montage est une condition d'embauche chez plusieurs employeurs, surtout pour les jeunes qui débutent dans le métier. Cependant, les spécialistes s'entendent pour dire que, si cette formation constitue un bon point de départ, l'apprenti doit tout de même compléter son apprentissage en industrie, ne serait-ce que pour se familiariser avec les produits et les méthodes de fabrication de l'entreprise. Pour l'embauche des soudeurs expérimentés, le diplôme scolaire revêt moins d'importance (surtout dans un contexte de rareté de la main-d'œuvre), l'expérience faisant foi de tout. D'ailleurs, dans plusieurs entreprises, c'est le test pratique effectué lors du recrutement qui compte, que le candidat ait un DEP ou pas.

Outre les différents niveaux d'exercice du métier qui ponctuent la progression professionnelle des soudeurs, les perspectives d'avancement vers d'autres filières professionnelles sont bien réelles. Ainsi, les soudeurs peuvent s'orienter vers la gestion de la production et des ressources humaines (chef d'équipe, contremaître, formateur), le bureau des études et méthodes (prototypage, définition des méthodes, outillage), la contrôle de la qualité (inspecteur) ou vers d'autres filières de production (assemblage, maintenance, etc.).

1.6 Évolution prévisible du contexte d'exécution de la profession

Les spécialistes consultés considèrent que le métier ne devrait pas subir de changements importants au cours des prochaines années.

L'automatisation du processus de production par le recours à des robots soudeurs est un phénomène qui existe depuis plusieurs années, mais qui demeure limité aux entreprises qui font de la production en série. L'utilisation de l'électronique et de la micro-informatique dans les équipements de soudage et les appareils de contrôle, déjà bien implantée, devrait poursuivre sa croissance. Ce genre d'innovations a contribué à l'amélioration de la productivité et de la qualité.

Les méthodes et les conditions de travail se sont elles aussi sensiblement améliorées au cours des dernières décennies, particulièrement en matière de santé et de sécurité. Les progrès devraient se poursuivre en ce domaine.

Concernant l'organisation du travail et de la production, on peut penser que la tendance à la spécialisation des travailleurs devrait se poursuivre particulièrement dans un contexte de rareté de la main-d'œuvre qualifiée. La demande pour des soudeurs polyvalents devrait toutefois se maintenir dans les petites entreprises, de même que chez celles soucieuses de conserver la plus grande souplesse possible dans l'organisation de la production.

Au cours des dernières années, les innovations ont porté moins sur les procédés de soudage que sur le matériel de soudage et les matériaux d'apport. Encore peu répandus au Québec, quelques nouveaux procédés sont tout de même apparus :

- le soudage au laser (un faisceau laser remplace l'arc électrique) et le soudage au laser hybride (combinaison de faisceau laser avec un arc électrique) ;
- les procédés à l'arc froid dérivés du GMAW, comme le *Cold Metal Transfer* ou le *ColdArc*, qui permettent un soudage sans projection et presque sans déformation de faibles épaisseurs d'acier et d'aluminium ;
- le *Top TIG*, où le fil de métal d'apport est amené verticalement sous l'arc ;
- le *TIG Keyhole*, procédé permettant le soudage en une passe une grande variété de matériaux, tels les aciers inoxydables et les alliages de titane et de nickel, dans des épaisseurs relativement importantes (jusqu'à 12 mm) ;

- le *Friction Stir Welding* (FSW), un procédé de soudage à l'état solide qui ramollit la matière sans fusion, permettant le soudage des alliages d'aluminium à haute résistance difficilement réalisables avec les procédés classiques, etc.

2 ANALYSE DES TÂCHES

Dans cette section, nous exposons les tâches et opérations caractéristiques du métier de soudeur, telles que définies par les spécialistes lors de l'atelier d'analyse de la profession.

2.1 Tableau des tâches et des opérations

1. Préparer des pièces	1.1 Prendre connaissance des instructions de travail	1.2 Planifier le travail	1.3 Tracer des pièces	1.4 Fabriquer des pièces
	1.5 Préparer les joints	1.6 Vérifier les dimensions et la qualité de la préparation	1.7 Corriger les anomalies	1.8 Acheminer les pièces jusqu'à la prochaine étape de transformation
	1.9 Nettoyer l'aire de travail et ranger l'équipement			
2. Assembler des pièces	2.1 Prendre connaissance des instructions de travail	2.2 Planifier le travail	2.3 Tracer des pièces	2.4 Positionner les pièces et les maintenir en position
	2.5 Vérifier les dimensions des pièces	2.6 Nettoyer l'aire de travail et ranger l'équipement		
3. Souder des pièces	3.1 Prendre connaissance des instructions de travail	3.2 Planifier le travail	3.3 Préparer l'équipement	3.4 Nettoyer les joints de soudure
	3.5 Préchauffer les pièces, maintenir la température entre-passes et postchauffer les pièces	3.6 Effectuer le cordon de soudure	3.7 Procéder au contrôle visuel et dimensionnel des soudures et des pièces	3.8 Corriger les anomalies
	3.9 Procéder au nettoyage et à la finition des pièces	3.10 Nettoyer l'aire de travail et ranger l'équipement		

2.2 Description des opérations et des sous-opérations

TÂCHE 1 : PRÉPARER DES PIÈCES

OPÉRATIONS	SOUS-OPÉRATIONS
1.1 Prendre connaissance des instructions de travail.	1.1.1 Lire les bons de travail. 1.1.2 Lire les plans ou les dessins. 1.1.3 Vérifier l'exactitude des dimensions. 1.1.4 Faire la liste du matériel manquant, s'il y a lieu. 1.1.5 Prendre connaissance des directives verbales ou écrites (croquis) du superviseur.
1.2 Planifier le travail.	1.2.1 Choisir les procédés de transformation de la matière. 1.2.2 Vérifier le matériel brut. 1.2.3 Déterminer la séquence des opérations. 1.2.4 Prendre des mesures de protection individuelle.
1.3 Tracer des pièces.	
1.4 Fabriquer des pièces.	1.4.1 Exécuter différentes opérations de transformation du métal à l'aide de procédés thermiques : <ul style="list-style-type: none"> - coupage - cintrage - pliage - perçage 1.4.2 Exécuter différentes opérations de transformation du métal à l'aide de procédés mécaniques : <ul style="list-style-type: none"> - coupage - cintrage - pliage - perçage
1.5 Préparer les joints.	1.5.1 À l'aide de procédés mécaniques. 1.5.2 À l'aide de procédés thermiques.

TÂCHE 1 : PRÉPARER DES PIÈCES (suite)

OPÉRATIONS	SOUS-OPÉRATIONS
1.6 Vérifier la qualité de la préparation.	1.6.1 Vérifier les dimensions des pièces à l'aide d'instruments de mesure. 1.6.2 Vérifier les dimensions des pièces à l'aide de gabarits.
1.7 Corriger les anomalies.	1.7.1 Évaluer la source du problème. 1.7.2 Déterminer la mesure à prendre (récupérer la pièce ou en fabriquer une nouvelle). 1.7.3 Prendre les mesures correctives appropriées.
1.8 Acheminer les pièces jusqu'à la prochaine étape de transformation.	1.8.1 Sélectionner l'appareil de levage approprié. 1.8.2 Utiliser l'appareil de levage sélectionné de manière sécuritaire. 1.8.3 Acheminer les pièces à l'endroit de la prochaine étape de transformation.
1.9 Nettoyer l'aire de travail et ranger l'équipement.	

TÂCHE 2 : ASSEMBLER DES PIÈCES

OPÉRATIONS	SOUS-OPÉRATIONS
2.1 Prendre connaissance des instructions de travail.	2.1.1 Lire les plans. 2.1.2 Recevoir les instructions verbales ou écrites du superviseur. 2.1.3 Vérifier la disponibilité des pièces à assembler.
2.2 Planifier le travail.	2.2.1 Aménager l'aire de travail. 2.2.2 Fabriquer un gabarit, s'il y a lieu. 2.2.3 Inspecter les pièces avant leur assemblage. 2.2.4 Déterminer la séquence d'assemblage. 2.2.5 Prendre des mesures de protection individuelle.
2.3 Tracer des pièces.	
2.4 Positionner les pièces et les maintenir en position.	2.4.1 Positionner les pièces à l'aide d'un gabarit, s'il y a lieu. 2.4.2 Positionner les pièces et brider les pièces. 2.4.3 Pointer les pièces.
2.5 Vérifier les dimensions des pièces.	2.5.1 Inspecter l'équerrage ou les dimensions finales avant soudage. 2.5.2 Déterminer la séquence de soudage.
2.6 Nettoyer l'aire de travail et ranger l'équipement	2.6.1 Ranger les outils. 2.6.2 Nettoyer l'aire de travail.

TÂCHE 3 : SOUDER DES PIÈCES

OPÉRATIONS	SOUS-OPÉRATIONS
3.1 Prendre connaissance des instructions de travail.	3.1.1 Prendre connaissance des instructions verbales ou écrites du superviseur ou de la personne ressource. 3.1.2 Lire les symboles de soudage. 3.1.3 Sélectionner l'équipement nécessaire au soudage des pièces. 3.1.3 Rassembler l'équipement nécessaire à la tâche à effectuer.
3.2 Planifier le travail.	3.2.1 Planifier le travail en fonction de la séquence de soudage. 3.2.2 Prendre des mesures de protection individuelle (gants, lunettes, masques, visière, etc.) et sécuriser les lieux.
3.3 Préparer l'équipement.	3.3.1 Ouvrir les valves de gaz. 3.3.2 Démarrer la machine à souder. 3.3.3 Vérifier les mises à la terre. 3.3.4 Vérifier les galets du dévidoir et les soufflets, s'il y a lieu. 3.3.5 Sélection du fil selon le travail à effectuer. 3.3.6 Régler les paramètres de la machine en faisant un essai.
3.4 Nettoyer les joints de soudure.	3.4.1 Éliminer tout contaminant par des moyens mécaniques ou manuels.
3.5 Préchauffer les pièces, maintenir la température entre-passes et postchauffer les pièces.	3.5.1 Sélectionner et préparer l'équipement de chauffage (dont des torches au gaz naturel ou au gaz propane). 3.5.2 Installer l'équipement en vue du préchauffage, du maintien de la température entre-passes et du postchauffage des pièces. 3.5.3 Préchauffer, maintenir la température entre-passes et postchauffer les pièces.

TÂCHE 3 : SOUDER DES PIÈCES (suite)

OPÉRATIONS	SOUS-OPÉRATIONS
3.6 Effectuer les cordons de soudure.	3.5.4 Utiliser des instruments de contrôle de la température (dont des crayons thermosensibles). 3.6.1 Effectuer les cordons de soudure en respectant les spécifications. 3.6.2 Manipuler les pièces. – Utiliser les appareils de levage de manière sécuritaire. 3.6.3 Effectuer le gougeage des pièces, s’il y a lieu. – Sélectionner l’équipement de gougeage en fonction du type de joint. – Déterminer les paramètres de gougeage. – Nettoyer l’endroit gougé de tout résidu. 3.6.4 Nettoyer et vérifier le cordon de soudure en cours de production.
3.7 Procéder au contrôle visuel et dimensionnel des soudures et des pièces.	3.7.1 Repérer les défauts de la soudure. 3.7.2 Vérifier les dimensions des cordons de soudure. 3.7.3 Vérifier la déformation des pièces.
3.8 Corriger les anomalies.	3.8.1 Évaluer la source du problème. 3.8.2 Déterminer la mesure à prendre. 3.8.3 Prendre les mesures correctives appropriées.
3.9 Procéder au nettoyage et à la finition des pièces	3.9.1 Meuler, sabler ou gratter avec l’équipement adéquat.
3.10 Nettoyer l’aire de travail et ranger l’équipement	3.10 Rendre l’aire de travail propre et sécuritaire pour le prochain quart de travail.

2.3 Description des conditions et des exigences de réalisation

TÂCHE 1 : PRÉPARER DES PIÈCES

CONDITIONS DE RÉALISATION	EXIGENCES DE RÉALISATION
<ul style="list-style-type: none"> • Dans un atelier bien aéré. • À un poste de travail fixe pourvu d'un système de ventilation locale par extraction. • À l'extérieur chez le client ou sur le terrain de l'usine. • En collaboration avec des collègues. • Sous la supervision du personnel d'un chef d'équipe ou d'un contremaître. • À partir : <ul style="list-style-type: none"> – de bons de travail, – de fiches techniques, – de politiques de l'entreprise, – de délais d'exécution, – de spécifications des clients, – de consignes du superviseur, – de dossiers antérieurs, – de plans, – de croquis. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> – de meuleuses, – d'équipement d'oxycoupage, – d'équipement à découper au jet de plasma, – d'équipement de coupage ou de gougeage à l'arc-air, – de scies, – de cisailles, – de perceuses, – de poinçonneuses, – de plieuses, – de cintreuses, – d'accessoires de nettoyage des pièces, – d'équipement de protection individuelle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Application stricte des règles de santé et de sécurité du travail. • Respect des exigences du client. • Respect des délais d'exécution. • Choix judicieux des méthodes et procédés de préparation des pièces. • Choix judicieux des machines et de l'équipement. • Utilisation appropriée des équipements. • Fabrication des pièces et préparation des joints conformément aux spécifications.

TÂCHE 2 : ASSEMBLER DES PIÈCES

CONDITIONS DE RÉALISATION	EXIGENCES DE RÉALISATION
<ul style="list-style-type: none"> • Dans un atelier bien aéré. • À l'extérieur, sur le terrain de l'usine ou en chantier. • En collaboration avec des collègues, comme des soudeurs pour le pointage des pièces. • Sous la supervision d'un inspecteur, d'un contremaître, d'un chef d'équipe, d'un soudeur d'expérience ou d'un inspecteur de la qualité. • À partir : <ul style="list-style-type: none"> – de dessins et de plans, – de consignes d'un contremaître ou d'un chef d'équipe, – de cahier de procédures (modes opératoires), – des politiques de l'entreprise. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> – de postes et d'accessoires de soudage, – d'accessoires de serrage, – d'appareils de levage et de manutention, – de tréteaux, – de gabarits, – d'équerres aimantées, – de chalumeau, – d'instruments de mesure, – d'équipement de protection individuelle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Application stricte des règles de santé et de sécurité du travail. • Interprétation juste des plans. • Choix judicieux des méthodes d'assemblage. • Exactitude des calculs et des mesures. • Respect des spécifications. • Utilisation appropriée des équipements • Utilisation appropriée des instruments de mesure. • Respect des délais d'exécution.

TÂCHE 3 : SOUDER DES PIÈCES

CONDITIONS DE RÉALISATION	EXIGENCES DE RÉALISATION
<ul style="list-style-type: none"> • Dans un atelier bien aéré. • À un poste de travail fixe pourvu d'un système de ventilation locale par extraction. • Parfois à l'extérieur, en chantier ou sur le terrain de l'usine sous un chapiteau ou une tente. • En équipe avec des collègues. • Sous la supervision d'un contremaître, d'un chef d'équipe, d'un technicien en soudage ou d'un inspecteur de la qualité. • À partir : <ul style="list-style-type: none"> – des consignes d'un contremaître ou d'un chef d'équipe, – de feuilles de route, – de plans ou de symboles de soudage, – de procédures de soudage (modes opératoires), – de normes de soudage. • À l'aide : <ul style="list-style-type: none"> – de postes et d'accessoires de soudage, – d'équipement d'oxycoupage, – d'équipement à découper au jet de plasma, – d'équipement de coupage ou de gougeage à l'arc-air, – de matériel pour le chauffage des pièces, – d'outils manuels, – de meuleuses, – d'accessoires de nettoyage des soudures, – d'instruments de mesure, – d'équipement de protection individuelle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Application stricte des règles de santé et de sécurité du travail. • Respect des consignes et des procédures. • Interprétation juste des symboles de soudage. • Choix approprié de l'équipement et des accessoires de soudage. • Utilisation appropriée de l'équipement. • Optimisation des paramètres de soudage. • Application correcte des procédés et des techniques de soudage. • Conformité des soudures aux spécifications. • Repérage et correction appropriée des anomalies. • Respect des délais d'exécution.

3 DONNÉES QUANTITATIVES SUR LES TÂCHES

Les données quantitatives sur les tâches concernent l'occurrence, le temps de travail, la difficulté et l'importance des tâches ; elles ont été recueillies auprès des spécialistes présents à l'atelier d'analyse de la profession et elles sont fournies à titre indicatif.

L'occurrence de la tâche exprime le pourcentage de soudeurs qui exercent cette tâche dans leur entreprise. Le temps de travail est exprimé en pourcentage et il est estimé pour chaque tâche sur une période d'un an.

La difficulté de la tâche est établie par une évaluation du degré d'aisance ou d'effort tant du point de vue physique qu'intellectuel dans la réalisation de chaque tâche ; le degré de difficulté est établi sur une échelle graduée de 1 à 4 où :

- 1 = Très facile
- 2 = Facile
- 3 = Difficile
- 4 = Très difficile

L'importance de la tâche est établie par une évaluation du caractère prioritaire ou urgent de la tâche ou par son caractère essentiel ou obligatoire ; le niveau d'importance est établi sur une échelle graduée de 1 à 4 où :

- 1 = Très peu importante
- 2 = Peu importante
- 3 = Importante
- 4 = Très importante

TÂCHES	Occurrence	Temps de travail	Difficulté	Importance
1. Préparer des pièces.	42,8 %	11,1 %	2,6	3,2
2. Assembler des pièces.	73,0 %	28,5 %	2,6	3,4
3. Souder des pièces.	100,0 %	60,3 %	1,8	3,7

4 CONNAISSANCES, HABILITÉS ET COMPORTEMENTS SOCIOAFFECTIFS NÉCESSAIRES

L'exercice de la profession de soudeur nécessite la mise en œuvre de certaines connaissances et habiletés et de certains comportements socioaffectifs. Dans les paragraphes qui suivent, nous présentons les renseignements recueillis à ce sujet auprès des spécialistes de la profession.

4.1 Connaissances

Pour exercer leur profession, les soudeurs doivent avoir des notions de métallurgie. Ils doivent connaître notamment les caractéristiques des différents types de métaux, leur soudabilité, leur réaction à la chaleur, etc. Ces connaissances interviennent dans le choix des procédés de soudage, du métal d'apport ou du type de fil à utiliser, le réglage des paramètres de soudage, les méthodes de préparation des joints, les précautions à prendre pour empêcher la déformation des matériaux, bref dans le choix des stratégies déployées par les soudeurs pour accomplir leur travail.

Les soudeurs doivent évidemment avoir une bonne connaissance des différents procédés de soudage, c'est-à-dire des principes de leur fonctionnement, de leurs avantages et de leurs limitations, de l'équipement qui s'y rapporte (torches, pistolets, sources de courant, dévidoirs, etc.), des produits consommables utilisés (types d'électrodes, types de gaz de protection), etc.

En ce qui concerne la question de la lecture de plans, il faut préciser que ce ne sont pas tous les soudeurs qui doivent en avoir une connaissance approfondie. Il faut pouvoir minimalement trouver l'information nécessaire au soudage sur les plans. En fait, seule la lecture des symboles de soudage est essentielle à la profession de soudeur proprement dite. Par contre, dans les entreprises où l'assemblage et le soudage sont effectués par la même personne, celle-ci doit obligatoirement maîtriser la lecture de plans.

Les soudeurs doivent avoir une connaissance de base en mathématiques, notamment des fractions. Cette connaissance s'étend au domaine de la trigonométrie dans le cas des soudeurs qui font aussi l'assemblage des pièces. Les soudeurs doivent aussi maîtriser les principales notions de métrologie, notamment les systèmes de mesure métrique et impérial, et la conversion de l'un à l'autre.

4.2 Habiletés cognitives

Un soudeur doit mettre en œuvre différentes habiletés cognitives pour accomplir son travail. Ainsi, quand les modes opératoires de soudage (les « procédures ») ne sont pas prédéterminés, il doit prendre des décisions quant au choix du procédé, de l'équipement, des consommables (gaz, fil-électrodes) et des paramètres de soudage en se basant sur un ensemble de facteurs (métal de base, spécifications exigées, rendement recherché, etc.).

Que ce soit pour optimiser l'utilisation de l'équipement, résoudre des problèmes ou simplement effectuer des cordons de soudure conformes aux spécifications, il doit pouvoir faire des liens logiques entre certains éléments observables tels le bain de fusion ou l'apparence du cordon de soudure, d'une part, et les paramètres de soudage ou les réglages de sa machine, d'autre part. Sa capacité d'observation et d'analyse est ainsi mise à contribution.

De même, les habiletés propres à la planification des activités et à la conception de stratégies sont particulièrement importantes quand vient le temps de déterminer la méthode de positionnement et de maintien en position des pièces, la séquence de soudage et les mesures à prendre pour éviter la déformation des pièces.

La capacité à visualiser les pièces à assembler à partir de croquis ou de plans est une autre habileté cognitive qu'il faut développer pour évoluer dans le métier.

4.3 Habiletés motrices et kinesthésiques

Le métier de soudeur nécessite une bonne dextérité manuelle ; c'est cette habileté qui permet d'obtenir des soudures dont les propriétés sont conformes aux calculs de charge et aux spécifications déterminés par les ingénieurs ou aux qualités esthétiques recherchées. La coordination œil et main, en particulier, parce qu'elle rend possible la régularité du geste et la précision, est essentielle pour atteindre un bon niveau d'exercice. Ainsi, on reconnaît la dextérité d'un soudeur à son habileté à contrôler la vitesse d'avance, la rectitude de la trajectoire, les angles du pistolet de soudage et la distance entre la buse et la plaque de métal, autant de facteurs qui influent sur la qualité du cordon de soudure.

Précisons que les habiletés requises varient quelque peu d'un procédé de soudage à un autre. Ainsi, les spécialistes s'entendent pour dire qu'un procédé manuel comme le GTAW (TIG), où le soudeur exerce directement un plus grand contrôle sur le bain de fusion puisqu'il doit assurer en même temps des deux mains la vitesse d'avance et le dépôt du métal d'apport, exige une plus grande dextérité qu'un procédé semi-automatique comme le GMAW, où le métal d'apport sous forme de fil-électrode est déposé automatiquement grâce à un dévidoir. Par contre, dans le cas des procédés semi-automatiques, les réglages sont plus nombreux, ce qui requièrent d'autres types d'habiletés (des habiletés cognitives, plus précisément, puisque le soudeur doit modifier les paramètres en fonction des observations qu'il porte sur le bain de fusion et le cordon de soudure).

Outre l'équipement de soudage proprement dit, les soudeurs doivent avoir les habiletés nécessaires pour manipuler les diverses machines, outils et accessoires servant à découper, à façonner ou à nettoyer le métal, de même que les appareils de levage et de manutention.

La force et l'endurance physique, qui se traduisent par l'aptitude à garder une même position longtemps, la résistance à la chaleur et la capacité à soulever des objets lourds, sont également nécessaires pour exercer ce métier.

4.4 Habiletés perceptives

Parmi les habiletés perceptives, la vue joue évidemment un rôle déterminant. Ainsi, le soudeur apprenti doit apprendre à observer, sur le fond clair de l'arc électrique, des éléments difficiles à distinguer pour un néophyte comme le laitier liquide, le métal en fusion, le cordon de soudure et le sillon de soudage. En fait, plus que la vue en elle-même, c'est la perception du processus de soudage qui compte.

À cet égard, l'ouïe est un autre sens qui est fortement sollicité en soudage, particulièrement chez les travailleurs expérimentés. En effet, un soudeur d'expérience peut se fier au son pour déterminer si les paramètres de soudage sont bons.

4.5 Comportements socioaffectifs

Selon les spécialistes de la profession, pour être soudeur, il faut :

- être minutieux,
- être responsable,
- être débrouillard,
- être ingénieux,
- avoir de l'initiative,
- être autonome,
- être consciencieux,
- être efficace,
- être ouvert aux changements,
- être respectueux de ses collègues et de son environnement de travail,
- être constant.

Il faut aussi, dans toutes les tâches, être en mesure de communiquer avec les autres et de travailler en équipe. Faire preuve de professionnalisme et entretenir un sentiment d'appartenance envers l'entreprise sont d'autres comportements attendus d'un soudeur d'après les spécialistes consultés.

5 NIVEAUX D'EXERCICE

Les niveaux d'exercice du métier de soudeur ont été largement documentés dans les cartes des emplois produites par le CSMOFMI. Nous reprenons ici certains éléments d'information contenus dans la carte des emplois des industries de la fabrication de machines qui ont été validés lors de l'atelier d'analyse du métier.

Voici les critères généraux qui permettent d'apprécier les différents niveaux d'exercice du métier :

- 1) la nature des travaux confiés (travaux simples, travaux courants et répétitifs, travaux originaux et complexes, travaux analytiques) : par exemple, l'interprétation des plans et des procédures, la conception de produits ou d'outillage, la définition des méthodes, la résolution des problèmes techniques et le contrôle de la qualité sont autant d'activités qui ont été identifiées comme étant de complexité supérieure par les spécialistes interrogés ;
- 2) le nombre de procédés et de positions de soudage maîtrisés : en général, les soudeurs expérimentés maîtrisent plusieurs procédés et soudent dans toutes les positions ;
- 3) le type de matériaux : certains matériaux sont plus difficiles que d'autres à souder. Le fait qu'un soudeur puisse souder différents types de métal atteste qu'il a atteint un niveau élevé dans l'exercice de sa profession.

À partir de ces critères, nous pouvons dégager quatre niveaux d'exercice du métier.

Les soudeurs apprentis qui commencent dans le métier exécutent les travaux simples et de base du métier. Ils travaillent à l'aide d'un seul procédé, à plat, sur des pièces simples. Ils agissent souvent comme aide-soudeur auprès d'un soudeur expérimenté.

Les soudeurs que l'on qualifie de débutants comptent entre six mois et deux ans d'expérience. Ce sont des ouvriers de production, ayant acquis une bonne dextérité et de la rapidité d'exécution, qui font les travaux courants et répétitifs du métier. On leur confie le soudage de pièces standard ou répétitives et l'assemblage sur gabarit. Ils maîtrisent habituellement un seul procédé, soudent sur un seul matériau, dans une ou deux positions.

Les soudeurs expérimentés comptent plus de deux ans d'expérience. Ils exécutent les travaux originaux, complexes ou très précis du métier. Ils maîtrisent généralement plus d'un procédé et, comme leurs collègues du niveau supérieur, peuvent souder dans différentes positions et sur différents matériaux. Ce sont de véritables soudeurs en ce sens qu'ils connaissent parfaitement les paramètres de soudage et le réglage des équipements. On leur confie le soudage des produits devant être soumis à une inspection rigoureuse, ceux qui exigent une grande fiabilité et rapidité d'exécution, ou des travaux de réparation.

Les soudeurs experts exécutent les travaux les plus complexes du métier. Étant donné leur connaissance des paramètres de soudage, du réglage des équipements et de la déformation des matériaux, les experts soudeurs contribuent à déterminer les méthodes de travail et à établir des procédures de soudage. Aussi, agissent-ils comme conseillers auprès des travailleurs moins expérimentés ou des techniciens du bureau des méthodes. Ils maîtrisent généralement plusieurs procédés, dans toutes les positions et sur des matériaux variés. C'est à eux que l'on confie le prototypage, les travaux délicats de réparation ou le soudage de produits nécessitant le recours à des procédés spéciaux.

ANNEXE

RISQUES À LA SANTÉ ET À LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL

POUR LE MÉTIER DE SOUDEUR

DANGERS ET FACTEURS DE RISQUES LIÉS À L'EXERCICE DU MÉTIER DE SOUDEUR

- 1 Risques reliés à l'exposition aux fumées et aux gaz.
- 2 Risques pour la peau et les yeux reliés aux rayonnements, à la projection d'étincelles et de gouttelettes de métal en fusion, à la projection de particules et à l'utilisation d'électrodes de tungstène pointues.
- 3 Risques reliés aux chocs électriques.
- 4 Risques reliés à l'exposition au bruit.
- 5 Risques reliés à la chaleur.
- 6 Risques de nature ergonomique reliés à la manutention d'objets lourds ou de grandes dimensions, à des postures contraignantes, à des gestes répétitifs ou à du travail debout statique.
- 7 Risques reliés à l'utilisation de machines à découper, percer et façonner le métal.
- 8 Risques d'incendie et d'explosion.

TÂCHES	DANGERS ET FACTEURS DE RISQUES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Préparer des pièces.	•	•	•	•	•	•	•	•
2. Assembler des pièces.	•	•	•	•	•	•		•
3. Souder des pièces.	•	•	•	•	•	•		•

NOTE :

Les informations qui suivent sont tirées du *Guide de prévention en soudage-coupage* de l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail, secteur fabrication de produits en métal et de produits électriques (ASP Métal-Électrique), de la norme W117.2-06 de l'Association canadienne de normalisation (CSA-ACN), *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes*, et du *Guide des risques médicaux et des mesures de contrôle des risques liés aux procédés de soudage et aux procédés connexes* de Ressources humaines et Développement social Canada (RHDC).

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
1	<p>Risques reliés à l'exposition aux fumées et aux gaz.</p> <p>Présence de contaminants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - asphyxiants (acétylène, argon, etc.) ; - allergisants (chrome, zinc) - fibrosants (amiante, béryllium, fer et silice) ; - irritants (ozone, oxyde d'azote, phosgène, phosphine, cadmium, chrome, cuivre, manganèse, magnésium, molybdène, zinc et tungstène) ; - cancérigènes (chrome, cadmium, nickel) ; - toxiques (plomb, manganèse). 	<ul style="list-style-type: none"> • Maladies aiguës et maladies chroniques : <ul style="list-style-type: none"> - la sidérose (oxyde de fer), - la fièvre des fondeurs (oxyde de zinc, oxyde de magnésium, cuivre, aluminium), - des troubles du système nerveux (manganèse), - une irritation du système respiratoire, - une irritation des yeux, du nez et de la gorge, - des douleurs thoraciques, - une affection des reins (oxyde de cadmium, fluorures), - le cancer (oxyde de cadmium, nickel, chrome (VI)), - l'accumulation de liquide dans les poumons (oxyde de cadmium, fluorures, ozone, oxyde d'azote), - une hémorragie (ozone), - une dermatite ou de l'eczéma (nickel, chrome (VI)), - des troubles des os et des articulations (fluorures), - des maux de tête et des nausées. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminution du taux de production de fumées et de gaz : <ul style="list-style-type: none"> - par la préparation de la pièce à souder ; - par des modifications au procédé de soudage. • Captation à la source de fumées et de gaz : <ul style="list-style-type: none"> - système de captation permettant l'aspiration locale (ou à la source). • Dilution des contaminants : <ul style="list-style-type: none"> - système de ventilation générale (ventilation naturelle et mécanique). • Protection respiratoire individuelle : <ul style="list-style-type: none"> - masques filtrants ; - masques à adduction d'air.

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
2	<p>Risques pour la peau et les yeux reliés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aux rayonnements (rayons ultraviolets, rayons visibles et rayons infrarouge) ; - à la projection d'étincelles et de gouttelettes de métal en fusion ; - à la projection de particules ; - à l'utilisation d'électrodes de tungstène pointues. 	<ul style="list-style-type: none"> • Effets des rayons ultraviolets <ul style="list-style-type: none"> - <u>sur les yeux</u> : coup d'arc, cataracte (effets cumulatifs) ; - <u>sur la peau</u> : augmentation de la pigmentation de la peau, rougeurs, vieillissement accéléré, cancer (à long terme). • Effets de rayons visibles <ul style="list-style-type: none"> - <u>sur les yeux</u> : éblouissement, fatigue visuelle, maux de tête. • Effets des rayons infrarouges <ul style="list-style-type: none"> - <u>sur les yeux</u> : larmoiments, maux de tête, brûlures de la rétine et de la cornée, cataracte (effets cumulatifs). - <u>sur la peau</u> : affection de la peau, brûlures. • Brûlures de la peau dues aux étincelles et à des gouttelettes de métal en fusion. • Blessures au visage et aux yeux dues à la projection de particules. • Piqûres dues à l'utilisation d'électrodes de tungstène et pouvant entraîner des problèmes d'infection. 	<ul style="list-style-type: none"> • Respect des règles de sécurité : <ul style="list-style-type: none"> - port de l'équipement de protection individuelle ; - protection des parties du corps exposées par un habillement approprié ; - port de vêtements confectionnés dans des matériaux offrant une bonne résistance aux rayonnements et au feu ; - aménagement de l'aire de travail pour réduire les risques pour le soudeur et les travailleurs avoisinants. • Utilisation de l'équipement de protection individuelle et collective : <ul style="list-style-type: none"> - masque ou lunettes de protection munis d'un filtre adéquat ; - lunettes de sécurité avec écrans latéraux ; - vêtements, gants et bottes de protection, couvre-tête ; - écrans ou rideaux de protection. • Méthodes de travail appropriées.

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
3	Risques reliés aux chocs électriques.	<ul style="list-style-type: none"> • La gravité des blessures dépend de la résistance du corps du travailleur au moment du choc, de la durée du passage du courant dans le corps, du trajet du courant dans le corps et de son intensité. • Les effets des chocs électriques en ordre croissant de gravité sont : <ul style="list-style-type: none"> - une secousse électrique (douleur), - une contraction musculaire, - un choc électrique grave - des difficultés respiratoires graves - de la fibrillation cardiaque - des brûlures. 	<ul style="list-style-type: none"> • Respect des règles de sécurité : <ul style="list-style-type: none"> - éviter tout contact avec des bobines de fil sous tension ; - faire une boucle d'égouttement pour les pistolets refroidis à l'eau ; - ne jamais enrouler un câble de soudage autour du corps ; - retirer les électrodes lorsque l'équipement n'est pas sous tension ; - mettre l'équipement hors tension. • Utilisation adéquate de l'équipement de protection individuelle : <ul style="list-style-type: none"> - porter de bons vêtements, des gants, des bottes, etc. - utiliser un support isolant pour déposer le porte-électrode ; - porter des vêtements secs ; - utiliser un tapis isolant. • Précautions à prendre pour le câblage : <ul style="list-style-type: none"> - fixer adéquatement le câble de retour ; - utiliser adéquatement les câbles d'alimentation. • Précautions à prendre avec les connexions électriques : <ul style="list-style-type: none"> - effectuer adéquatement le branchement ; - effectuer une mise à la terre adéquate ; - utiliser des connecteurs adéquats.

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
4	<p>Risques liés à l'exposition au bruit.</p> <p>Procédés de soudage ou de coupage et activités connexes parmi les plus bruyants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - coupage à l'arc-air ; - soudage et coupage au plasma ; - enlèvement du laitier à la main ; - grenailage, meulage, martelage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Surdité d'origine professionnelle consécutive à des dommages à l'oreille interne. • Baisse de vigilance et de précision des réponses psychomotrices. • Irritabilité, anxiété, fatigue accrue et stress. • Baisse de résistance aux infections. • Troubles cardiovasculaires, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction du bruit à la source. • Installation d'écrans insonorisants. • Utilisation de l'équipement de protection individuelle (bouchons, coquilles).

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
5	Risques reliés à la chaleur.	<ul style="list-style-type: none"> • Boutons de chaleur ; • œdème de chaleur ; • fatigue mentale ; • crampe de chaleur ; • épuisement à la chaleur ; • syncope ; • coup de chaleur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'exposition à la chaleur : <ul style="list-style-type: none"> – réaménagement du poste de travail ; – aménagement de l'horaire de travail ; – équipement de protection individuelle. • Mesures préventives : <ul style="list-style-type: none"> – acclimatement des travailleurs ; – habillement ; – hydratation. • Plan de mesures d'urgence en cas de déshydratation ou de surexposition à la chaleur.
6	Risques de nature ergonomique reliés : <ul style="list-style-type: none"> – à la manutention d'objets lourds ou de grandes dimensions ; – à des postures contraignantes ; – à des gestes répétitifs ; – à du travail debout statique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Blessures musculosquelettiques : <ul style="list-style-type: none"> – foulures, entorses ; – fractures ; – maux de dos, blessures au cou ; – maux de jambes, de genoux ; – tendinites ; – troubles ostéo-articulaires. 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation d'appareils de levage et de manutention. • Utilisation d'appareils facilitant le positionnement des pièces. • Aménagement du poste de travail approprié (siège adapté, tapis anti-fatigue, éclairage, etc.). • Utilisation de l'équipement de protection individuelle, tels que des genouillères, des protège-coudes ou un masque de soudage électronique pour réduire les risques de blessures au cou ;

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
7	<p>Risques liés à l'utilisation de machines à découper, percer et façonner le métal :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dangers d'écrasement, d'arrachement, ou de sectionnement des doigts, des mains et des bras ; - dangers dus à la projection de particules lors d'opérations de découpe, d'ébavurage, de meulage, etc. - dangers dus aux éléments mobiles de la machine. 	<ul style="list-style-type: none"> • Blessures : <ul style="list-style-type: none"> - coupures, contusions, fractures ; - amputations ; - lésions aux yeux ; - arrachement des cheveux, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des risques par l'installation d'équipement de protection sur les machines et l'aménagement de l'aire de travail : <ul style="list-style-type: none"> - installation de gardes protecteurs fixes ou mobiles ; - installation de détecteurs photoélectriques ; - installation de frein, de bouton d'arrêt d'urgence, etc. • Réduction des risques par des mesures de protection individuelle : <ul style="list-style-type: none"> - port de vêtements appropriés (ajustés, manches longues), cheveux longs attachés ; - port de gants, de bottes et de lunettes de protection, etc. • Réduction des risques par le recours à des méthodes de travail sécuritaires : <ul style="list-style-type: none"> - utilisation d'accessoires ou d'outils pour éviter le contact direct avec les lames, forets, matrices, copeaux, etc. - méthodes de fixation des pièces solide et sécuritaire ; - réglage des paramètres approprié ; - procédure de cadenassage, etc.

	DANGERS OU FACTEURS DE RISQUES	EFFETS SUR LA SANTE ET LA SECURITE	MOYENS DE PREVENTION
8	<p>Risques d'incendie et d'explosion reliés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la combinaison entre une source de chaleur et des matières combustibles ; - à des incidents impliquant des contenants de gaz sous pression. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dangers d'incendies et d'explosion pouvant causer des blessures graves ou la mort. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des sources de chaleur : <ul style="list-style-type: none"> - aménagement et inspection des lieux de soudage-coupage ; - méthodes de travail sécuritaires ; - utilisation et entretien appropriés de l'équipement. • Contrôle des matières combustibles : <ul style="list-style-type: none"> - disposition et protection des matières combustibles ; - détection des fuites ; - aménagement des lieux de travail. • Prévention des retours de flamme et de gaz (procédés oxygaz) : <ul style="list-style-type: none"> - méthodes de travail (pression des gaz, purge des tuyaux, nettoyage du chalumeau, procédure de fins de travaux) ; - utilisation de clapets antiretour de gaz et antiretour de gaz et de flamme. • Mesures de sécurité concernant les contenants sous pression : <ul style="list-style-type: none"> - respect des règles d'entreposage ; - respect des règles de manutention et transport ; - précautions à prendre pour leur utilisation ; - inspection des tuyaux et des raccords.