

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION**

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N°08 OXYCOUPAGE ET SOUDAGE
A L'ARC ELECTRIQUE**

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

SPECIALITE : ELECTROMECHANIQUE

NIVEAU : QUALIFICATION

ANNEE 2010

Document élaboré et révisé par :

Nom et prénom

Mme DINCA Carmen Mihaela

EFP

CDC - Electrotechnique

DR

DRGC

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

RESUME THEORIQUE	6
I. LE SOUDAGE OXYACETHYLENIQUE.....	7
I.1. Les symboles de soudage.....	7
I.2. Règles de sécurité.....	9
I.3. Les gaz oxycombustibles	10
I.4. Les appareils de soudage	12
I.5. Procédures d'utilisation d'un poste à souder	16
I.6. Les techniques de soudage.....	22
I.7. L'oxycoupage	27
II. LE SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE ET PAR POINTS.....	34
II.1. Généralités	34
II.2. La sécurité propre au soudage à l'arc électrique	36
II.3. L'amorçage de l'arc	38
II.4. Analyse des cordons de soudure	39
II.5. Soudage d'assemblage bout à bout	40
II.6. Le soudage d'assemblage en « T » et à recouvrement.....	42
II.7. Les électrodes de soudage à l'arc.....	44
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES.....	45
TP 1 : Interprétation du plan de travail.....	46
TP 2 : Application des règles de santé et de sécurité au travail.....	48
TP 3 : Préparation du métal.....	49
TP 4 : Montage d'un poste de soudure pour l'oxycoupage	51
TP 5 : Exécution des travaux de coupage à l'horizontale e à la verticale sur des métaux.....	53
TP 6 : Evaluation de la qualité de coupes.....	54
TP 7 : Montage d'un poste de soudage à l'arc.....	55
EVALUATION DE FIN DE MODULE	56

MODULE : 8

OXYCOUPAGE ET SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE

Durée : 45 H

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

*Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit
appliquer des techniques d'oxycoupage et de soudage à l'arc électrique
selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent*

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel.
- À partir :
 - de consignes;
 - d'un plan.
- À l'aide :
 - de pièces de métal non préparé de 6 mm à 12 mm d'épaisseur;
 - de profilés de 50 mm à 100 mm;
 - d'un poste de soudage oxyacéthylique;
 - d'un poste de soudage à l'arc;
 - d'équipement de sécurité.

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de santé et de sécurité au travail.
- Pertinence de l'utilisation de l'outillage et de l'équipement.
- Précision du réglage des postes de soudage.
- Respect des techniques d'exécution.
- Conformité aux directives et aux normes.
- Soins et propreté du travail.

OBJECTIF OPERATIONNEL

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE

- | | |
|--|---|
| <p>A. Identifier les composants sur un plan de travail</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation juste des symboles. • Interprétation exacte des données |
| <p>B. Appliquer les règles de santé et de sécurité au travail.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Respect des mesures de protection. |
| <p>C. Préparer le métal.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Respect des dimensions. • Finition appropriée. |
| <p>D. Exécuter sur des métaux des travaux de coupage à l'horizontale et à la verticale (oxycoupage).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Respect des techniques de montage du poste de soudage pour l'oxycoupage • Conformité avec le plan ou le croquis • Respect de la technique de coupage • Respect approprié de la qualité des coupes |
| <p>E. Exécuter des opérations de soudage à l'arc électrique telles que le pointage et le soudage à plat.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Respect de la technique de montage d'un poste de soudage à l'arc électrique • Interprétation exacte des directives • Respect des techniques de soudage • Respect approprié de la qualité de la soudure |
| <p>F. Ranger et nettoyer l'équipement et l'aire de travail.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Rangement approprié des postes, des accessoires et de l'outillage. • Propreté des lieux. |

PRESENTATION DU MODULE

L'objectif de module est de faire acquérir les connaissances liées à l'utilisation et au montage d'un poste de soudage, au respect des normes de sécurité, à la sélection des baguettes d'apport ainsi qu'à l'exécution de travaux de soudage autogène et hétérogène.

Il vise donc à rendre le stagiaire apte à appliquer des techniques d'oxycoupage et de soudage à l'arc électrique.

***Module : 8 – OXYCOUPAGE ET SOUDAGE
A L'ARC ELECTRIQUE
RESUME THEORIQUE***

I. LE SOUDAGE OXYACETHYLENIQUE

Dans la soudure oxyacétylénique appelée couramment «soudure aux gaz », la flamme qui fait fondre le métal est produite par une combinaison des gaz acétylène et oxygène. La température de cette flamme atteint 3500°C. Lorsque le chalumeau porte cette flamme sur les pièces métalliques, celles-ci sont rapidement portées à leur point de fusion, elles se combinent dès lors entre elles pour ne former qu'une pièce homogène en se refroidissant.

Règle générale, un métal supplémentaire appelle métal d'apport est ajouté à celui de la pièce travaillée. Ce métal d'apport est fourni sous forme de tiges ou baguettes et permet d'édifier le cordon de soudure qui forme le joint des pièces à souder ensemble.

I.1. Les symboles de soudage

Les symboles rappellent la forme de la soudure réalisée.

Par joint de soudure, la représentation symbolique comprend obligatoirement :

- une ligne de repère;
- une ligne de référence;
- un symbole élémentaire.

La ligne de repère est terminée par une flèche qui touche directement le joint de soudure. La ligne de repère et la ligne de référence doivent former un angle.

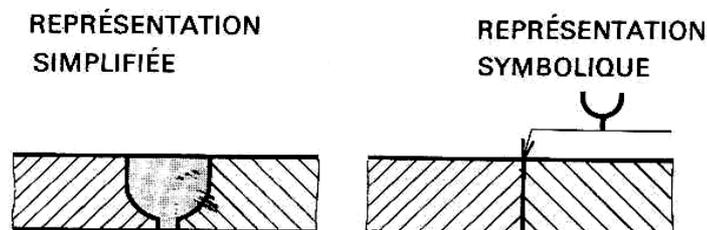


Figure 1.1 a – Types de représentations

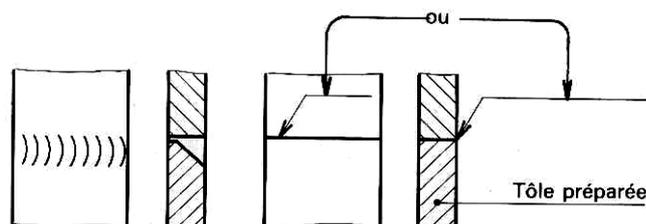


Figure 1.1 b – Types de représentations

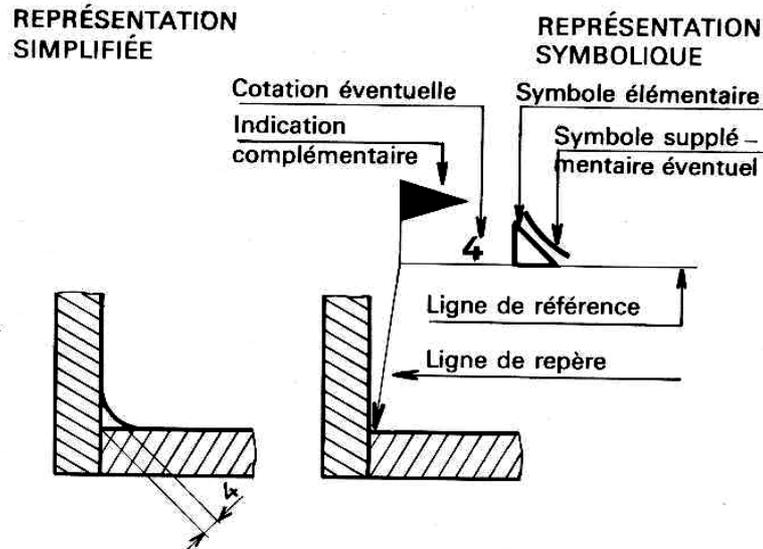


Figure 1.1 c – Types de représentations

N°	Désignation	Représentation simplifiée	Symbole	N°	Désignation	Représentation simplifiée	Symbole
1	Soudure sur bords relevés complètement fondus*			8	Soudure en demi-U (ou en J)		
2	Soudure sur bords droits			9	Reprise à l'envers		
3	Soudure en V.			10	Soudure d'angle		
4	Soudure en demi-V			11	Soudure en bouchon (ou en entaille)		
5	Soudure en Y						
6	Soudure en demi-Y			12	Soudure par points		
7	Soudure en U (ou en tulipe)					13	Soudure en ligne continue avec recouvrement

Figure 1.2 – Symboles élémentaires des soudures

POSITION DES SYMBOLES PAR RAPPORT A LA LIGNE DE RÉFÉRENCE		
Explication	Représentation simplifiée	Représentation symbolique
Les symboles sont placés au-dessus de la ligne de référence si la soudure est faite du côté de la ligne de repère du joint.		
Les symboles sont placés au-dessous de la ligne de référence si la soudure est faite de l'autre côté de la ligne de repère du joint.		
Les symboles sont placés à cheval sur la ligne de référence si la soudure est faite dans le plan du joint.		

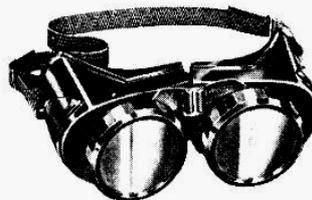
Figure 1.3 – Position des symboles par rapport à la ligne de référence

1.2. Règles de sécurité

a) Protection des yeux

Le stagiaire doit toujours protéger ses yeux contre la brillance de la flamme, les étincelles et les scories. On choisit des lunettes à lentilles teintées bleu foncé ou vert foncé n°5 ou plus sombres.

- 1 – On ne soude jamais sans lunettes de protection.
- 2 – On vérifie si les verres sont bien placés et propres.
- 3 – Il faut remplacer immédiatement tout verre brisé ou craqué.



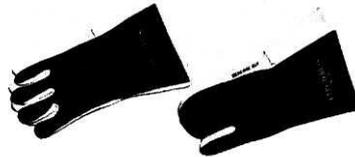
(Air liquide Canada Ltée)

Figure 1.4 – Lunettes de protection

b) Protection additionnelle

Les vêtements ne doivent pas être fabriqués de tissus de fibres synthétiques qui s'enflamment facilement.

Le stagiaire protégera ses mains en portant des gants en amiante ou en cuir. On protège aussi ses vêtements de corps en portant un tablier en amiante ou en cuir. Ces protections ne doivent jamais être maculées d'huile ou de graisse car en présence d'oxygène, il y a risque d'incendie.



(Air liquide Canada Ltée)

Figure 1.5 – Gants de soudage

Le stagiaire doit porter des bottes robustes et en industrie munie de bouts en acier pour se protéger contre les chutes d'objets lourds.

1.3. Les gaz oxycombustibles

a) Oxygène

La combustion est entretenue grâce à la présence de l'oxygène ; pour produire une flamme adéquate, l'oxygène est combiné au gaz « combustible ».

N.B. L'oxygène pur mis en présence d'huile, de graisse ou d'autres substances pétrolières rend ces dernières extrêmement explosives. Il faut donc éviter ce contact.

L'oxygène est généralement fourni dans des bouteilles en acier de forme allongée. La bouteille (figure 1.6) la plus utilisée contient 6,9 mètres cubes, l'oxygène y est pressurisé à environ 16 MPa à 20°C.

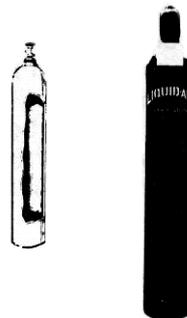


Figure 1.6 – Bouteille d'oxygène

N.B. Les raccords des bouteilles d'oxygène sont filetés à droite.

Les bouteilles d'oxygène doivent toujours être manipulées avec soin à cause de la pression élevée sous laquelle l'oxygène y est mis.

b) Acétylène

Le carbone et l'hydrogène combinés forment le gaz acétylène. Le gaz s'échappant de cette réaction est capté dans une chambre à gaz et ensuite comprimé dans des bouteilles. Il ne peut être stocké dans une bouteille creuse sous haute pression comme pour l'oxygène. On remplira la bouteille d'un mélange de ciment, de flocons d'amiante et de charbon de bois au préalable qui formera une matière poreuse capable d'absorber d'autres gaz.

N.B. Les raccords des bouteilles d'acétylène sont filetés à gauche.

Cette matière poreuse est ensuite saturée d'acétone liquide qui peut dissoudre jusqu'à 25 fois son volume d'acétylène. Les bouteilles d'acétylène ne doivent donc être rechargées que par des distributeurs agréés.



Figure 1.7 – Bouteille d'acétylène

L'acétylène est généralement contenu dans des bouteilles de 11,3 mètres cubes sous une pression d'environ 1,7 MPa.

La bouteille d'acétylène est protégée par des petits bouchons fusibles à 105°C. Si cette température est atteinte, le bouchon est éjecté par le gaz sous pression qui s'échappe; de cette façon on perdra le gaz mais on pourra éviter une explosion.

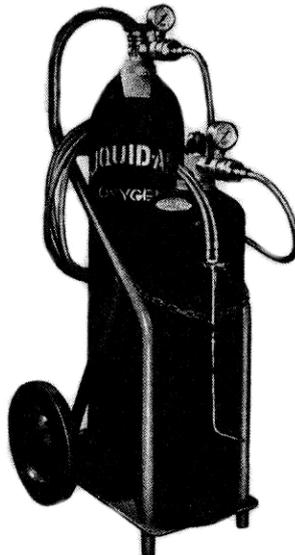


Figure 1.8 – Poste mobile de soudage oxyacéthyliénique

1.4. Les appareils de soudage

Les postes typiques à oxycombustibles comprennent en général les éléments suivants :

- Alimentation en oxygène et combustible.
- Régulateurs.
- Tuyaux.
- Manche de chalumeau.
- Bec à souder.
- Buse de chauffe.

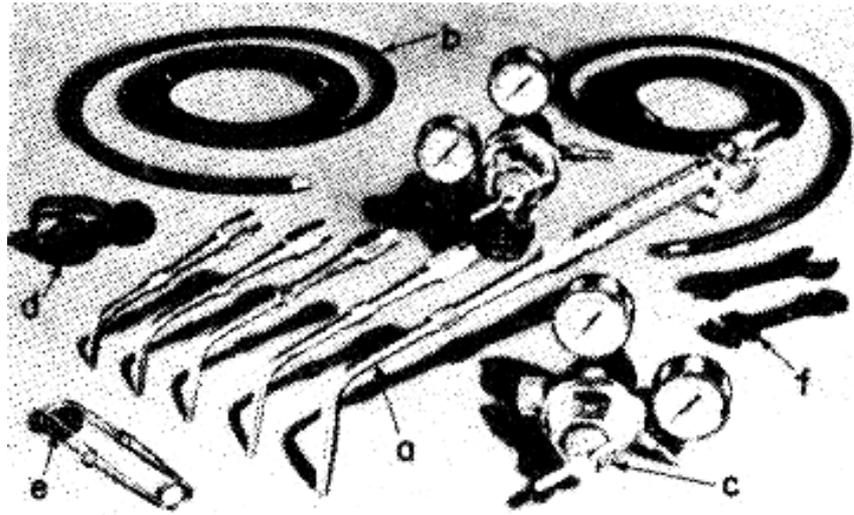


Figure 1.9 – Bouteille d'acétylène

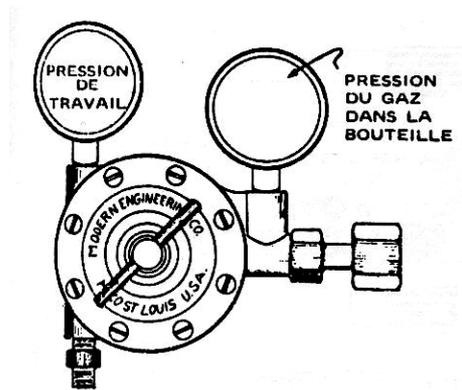
1.4.1. Alimentation

On rencontre deux types de postes de soudage oxyacétylénique: le poste mobile et le poste fixe.

Le poste mobile est alimenté par des bouteilles montées sur un support muni de roues, le poste fixe est alimenté par des bouteilles enchaînées à un mur près de la table à souder.

1.4.2. Régulateur

Il ne faut jamais utiliser directement les gaz à haute pression d'une bouteille sans régulateur approprié.



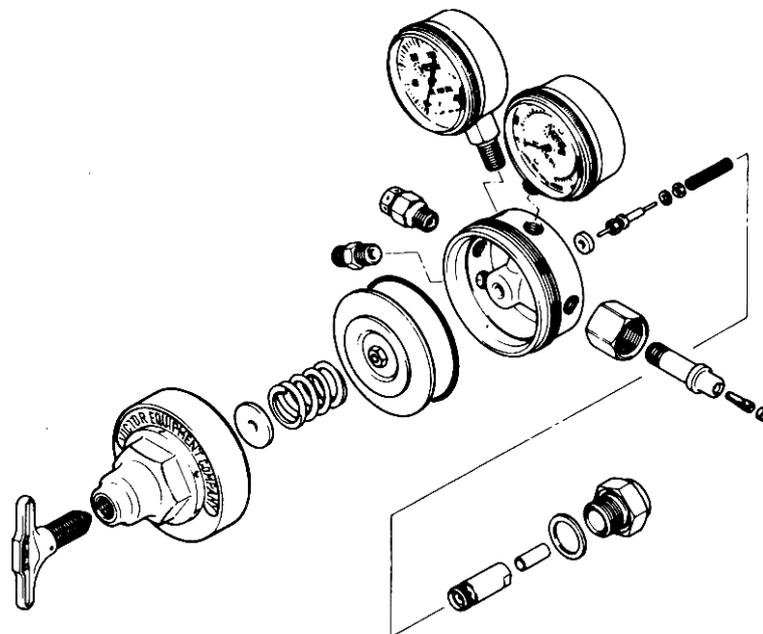
(MECO St. Louis, U.S.A.)

Figure 1.10 – Manomètres

Il est donc important de réduire la pression élevée d'alimentation à des valeurs convenables pour le soudage et le coupage. Les régulateurs d'oxygène et de combustibles fixés sur les bouteilles de gaz jouent ce rôle.

Les composants les plus importants d'un régulateur que l'on doit connaître sont :

- raccord d'entrée
- vis de réglage de pression
- indicateur de haute pression
- indicateur de basse pression
- raccord de sortie



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.11 – Vue éclatée d'un régulateur

➤ Raccord d'entrée

Les régulateurs sont fixés sur les bouteilles avec leurs raccords d'entrée. Tous ces raccords d'entrée doivent être conformes aux spécifications; par exemple l'entrée des bouteilles d'oxygène a un pas de filet à droite, tandis que les gaz combustibles ont des raccords d'entrée avec un pas de filet à gauche.

➤ *Vis de réglage de pression (manodétendeur)*

La vis de réglage du régulateur sert à ajuster la pression et le débit de gaz vers le chalumeau. Les régulateurs ne servent pas seulement à régler mais aussi à diminuer les hautes pressions des bouteilles et les rendre utilisables sans danger.

➤ *Manomètre de haute pression*

Sur le régulateur se trouve le manomètre de haute pression indiquant la pression d'alimentation provenant de la bouteille. Les manomètres d'oxygène à haute pression sont généralement gradués jusqu'à 27,6 MPa, les manomètres de gaz combustibles à haute pression sont gradués jusqu'à 2,7 MPa.

➤ *Manomètre de basse pression*

Le manomètre de basse pression monté sur le régulateur indique la pression de sortie du régulateur vers le chalumeau. Les manomètres de basse pression sont généralement gradués jusqu'à 400 kPa pour les régulateurs d'usage général. Les manomètres sont des instruments de précision, ils doivent être manipulés avec soin.

➤ *Raccords de sortie*

Les tuyaux à souder sont attachés aux raccords de sortie des régulateurs. Comme pour les autres raccords le tuyau vert (oxygène) a des raccords avec pas de filet à droite, le tuyau rouge (combustible) a des raccords avec pas de filet à gauche. Les raccords de sortie des régulateurs n'ont jamais besoin d'être graissés, mais au contraire ils doivent être gardés propres.

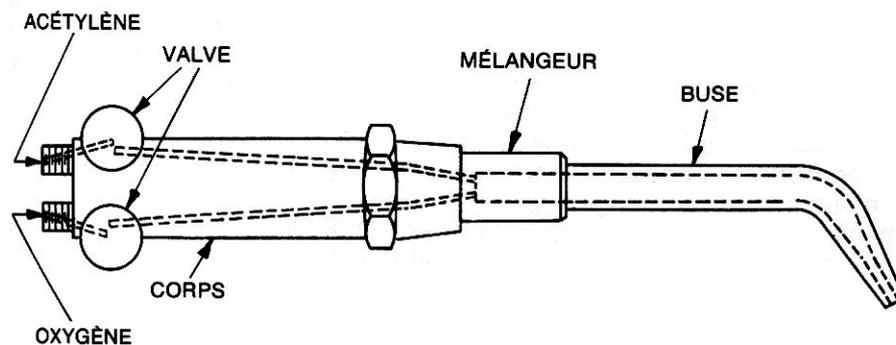
1.4.3. Tuyaux

Les tuyaux à souder transportent les gaz à basse pression du régulateur vers le chalumeau. Le tuyau à oxygène est vert, le tuyau à gaz combustible est rouge.

Le tuyau à souder peut être utilisé sans danger et efficacement durant plusieurs années s'il est correctement entretenu. Il faut évidemment le tenir à l'écart de la flamme et des scories, il faut réparer rapidement un tuyau défectueux par un de même couleur.

1.4.4. Chalumeau soudeur

Le chalumeau est un instrument de précision comportant un nombre de pièces. La figure 1.11 nous montre un chalumeau démonté.



(Modern Metal Working – by J.R. Walker)

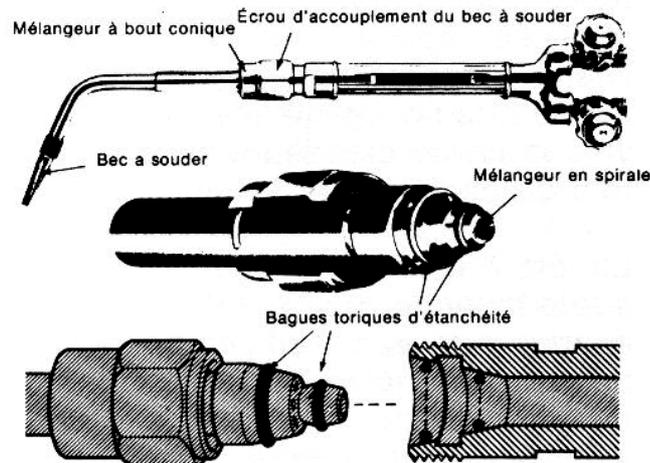
Figure 1.12 – Principales parties d'un chalumeau

1.4.5. Manche du chalumeau

Le chalumeau soudeur est un assemblage de tubes à gaz valves de réglage et une tête de chalumeau. Un tube et une règlent l'amenée de chacun gaz du tuyau jusqu'à la chambre de mélange. Le manche du chameau n'est pas conçu pour mélange mais seulement pour régler et transporter les gaz.

1.4.6. Mélangeur à bout conique

La pièce conique d'un bec à souder est conçue pour mélanger les gaz combustibles et l'oxygène.



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.13 – Mélangeur à bout conique

1.4.7. Buse ou bec à souder

Le bec à souder est un tube en cuivre percé et marqué selon la dimension spécifique de l'orifice.

Les becs à souder ont un orifice gradué pour le soudage des métaux de différentes épaisseurs, des tableaux de sélection sont fournis par les manufacturiers.

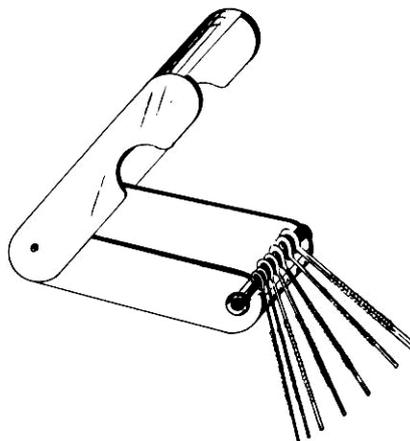


Figure 1.14 – Aiguille de nettoyage des buses

1.5. Procédures d'utilisation d'un poste à souder

1.5.1. Bouteilles

Les bouteilles de gaz combustible et d'oxygène doivent être placées ensemble près de l'endroit où elles seront utilisées. Elles doivent être attachées ou enchaînées au porte-bouteille mobile ou à la table de travail. On doit manipuler avec soin les bouteilles car elles sont fortement pressurisées et spécialement l'oxygène qui peut atteindre 28 MPa. Elles ne doivent jamais être exposées à une chaleur excessive ou renversées : en les déplaçant, il faut s'assurer que les bouchons protecteurs sont bien en place.



(Air liquide Canada Ltée)

Figure 1.15 – Enchaînement des bouteilles au support

1.5.2. Régulateurs

1 – Les filets des valves des bouteilles doivent être inspectés pour les débarrasser des traces d'huile, de graisse ou de poussière.

2 – Chaque valve doit être ouverte momentanément pour enlever la saleté ou la rouille qui pu s'y accumuler.

Attention : Il faut ouvrir la valve que très légèrement en faisant attention de ne pas diriger le jet de gaz sur quelqu'un ou sur une flamme. Si la valve est trop ouverte, elle peut aussi déborder.

3 – Il faut inspecter les raccords du régulateur pour détecter les filets endommagés, la saleté, l'huile ou la graisse. Toute déféctuosité doit être réparée avant l'utilisation.

4 - Le régulateur d'oxygène est monté sur la valve de la bouteille d'oxygène et serré en place.

5 - Le régulateur de gaz combustible est monté sur la valve de la bouteille gaz combustible et serré en place.

6 - La tension de la vis de réglage doit être relâchée avant d'ouvrir les valves des régulateurs.



(Union Carbide Canada Ltd)

Figure 1.16 - Montage du régulateur sur la bouteille

1.5.3. Ouverture des bouteilles

1 - Lorsque le régulateur est mis en place sur la valve de la bouteille et que sa vis de réglage est desserrée, on ouvre lentement et avec précaution la valve jusqu'à ce qu'une pression soit enregistrée sur le manomètre de haute pression, on ouvre ensuite la valve, complètement.



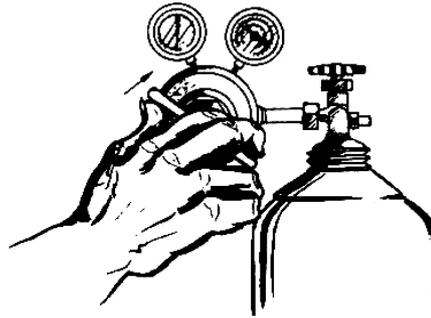
(Union Carbide Canada Ltd)

Figure 1.17 - Purge du régulateur

2 - On referme complètement la valve, on serre la vis de réglage du régulateur pour purger ce dernier de toute saleté jusqu'à ce qu'il ne s'écoule plus de gaz.

3 - On répétera cette opération avec le régulateur de la bouteille de gaz combustible en n'oubliant pas que ce dernier est inflammable et en limitant l'ouverture de la valve à un tour entier au maximum.

4 - On recommande d'utiliser une valve anti-retour sur le manche du chalumeau pour réduire la possibilité d'un mélange des gaz dans les tuyaux et les régulateurs.



(Harris Calorific Co.)

Figure 1.18 - Ajustement de la vis de réglage et purge du régulateur

1.5.4. Tuyau de soudage

1 - On fixe le tuyau (vert) d'oxygène sur le régulateur d'oxygène (filets à droite) et le tuyau (rouge) d'acétylène sur le régulateur d'acétylène. On serre ensuite les raccords avec une clé.



(Union Carbide Canada Ltd)

Figure 1.19 - Mise en place des tuyaux

2 - On ouvre de nouveau les valves des bouteilles et on ajuste les régulateurs pour permettre à une légère pression durant quelques secondes de débarrasser les tuyaux de la poussière ou du talc conservateur des tuyaux neufs.

3 - En nettoyant le tuyau de gaz combustible, il faut aérer ce gaz afin d'éviter les incendies.

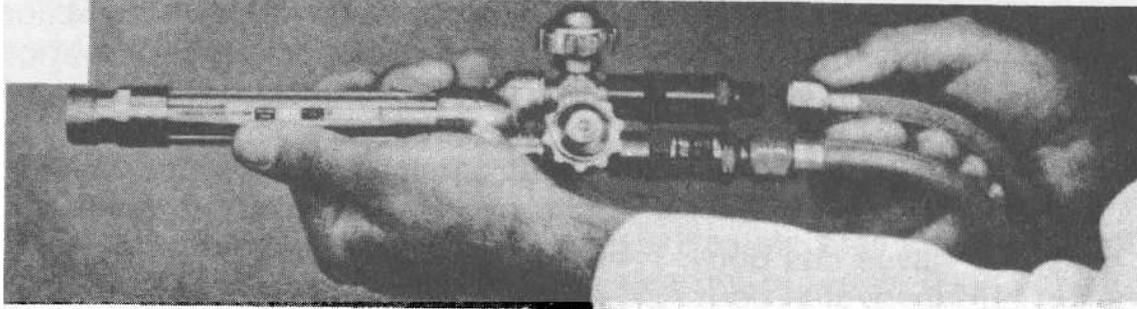
1.5.5. Manche du chalumeau soudeur

Le manche du chalumeau étant l'élément le plus utilisé, on doit le manipuler avec soin car c'est à lui qu'on attache les becs à souder, les buses de chauffage ou le chalumeau coupeur rapporté.

1 - On doit inspecter le manche, la tête, les valves et les raccords afin d'éliminer toute poussière, huile ou graisse.

2 - On inspecte aussi les raccords du manche et des tuyaux afin de déceler des endroits endommagés.

3 - On fixe les tuyaux aux raccords du manche en respectant l'ordre indiqué.

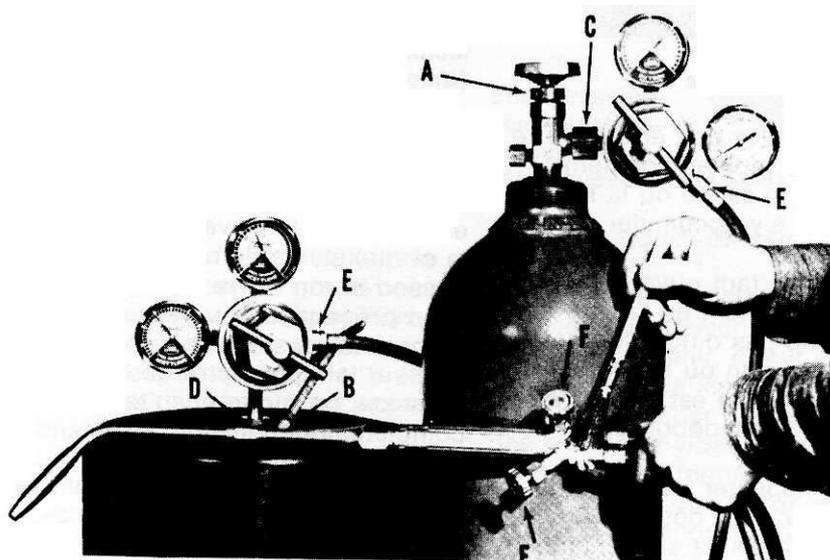


(Victor Equipment Co.)

Figure 1.20 - Fixation des tuyaux au manche

1.5.6. Détection des fuites

On cherche ensuite les fuites avec une solution approuvée pour leur détection. Des bulles se forment si le raccord a une fuite, il faut alors le serrer. On vérifie les points suivants : a) la valve de la bouteille d'oxygène, b) la valve de la bouteille d'acétylène, c) le raccord du régulateur d'oxygène, d) le raccord du régulateur d'acétylène, e) les raccords des tuyaux d'oxygène et d'acétylène, f) les valves du manche de chalumeau, comme à la figure 1.21.



(Union Carbide Canada Ltd)

Figure 1.21 - Détection des fuites

1.5.7. Bec de soudage

1 - Il faut vérifier si la tête et l'écrou d'accouplement ne sont pas endommagés. Les surfaces coniques intérieures doivent être en bon état, sinon des retours de flamme ou des claquements de chalumeau risquent de se produire.

2 – On vérifie aussi si le mélangeur est en bon état et spécialement les joints toriques d'étanchéité.

3 – On place ensuite le bec à souder sur le manche et on serre l'écrou d'accouplement avec la pression de la main seulement.

1.5.8. Buse de chauffe

On installe la buse de chauffe comme exactement on installe le bec à souder. On ne doit jamais obstruer une buse de chauffe car la tête surchauffera, ce qui peut provoquer un retour de flamme.

1.5.9. Allumage du chalumeau et réglage de la flamme

1 - La sélection du bec à souder approprié au travail à exécuter est faite à partir du tableau.

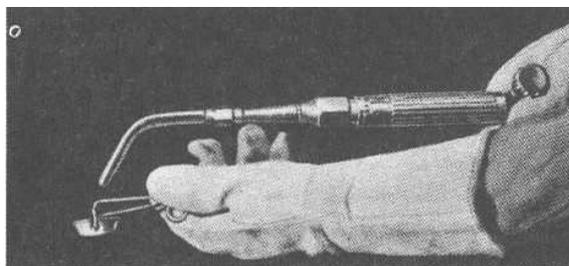
2 - On ouvre la valve de la bouteille d'oxygène lentement mais complètement et on ajuste la vis de réglage du régulateur à la pression recommandée.

3 - On ouvre la valve de la bouteille d'acétylène d'environ un quart de tour et on ajuste la vis de réglage du régulateur à la pression recommandée.

4 - On ouvre la valve d'acétylène du chalumeau d'environ un demi-tour.

N.B. -Il faut écarter la flamme des personnes ou des objets environnants. Généralement en pointant la flamme vers le haut on évite ce danger.

5 - À l'aide du briquet d'allumage tenu dans une main, on produit l'étincelle nécessaire pour allumer la flamme.



(Union Carbide Canada Ltd)

Figure 1.22 - Allumage du chalumeau

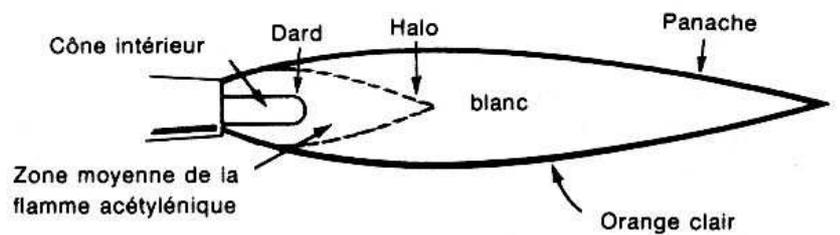
6 -Lorsque la flamme cesse de fumer, on ouvre la valve d'oxygène du chalumeau jusqu'à l'obtention d'une flamme neutre brillante.

La flamme neutre est utilisée pour les soudages au gaz. Pour augmenter la résistance de la soudure, on utilise la flamme acétylénique qui consomme tout l'oxygène de l'air autour de la zone de soudure en laissant une zone de soudure non contaminée.

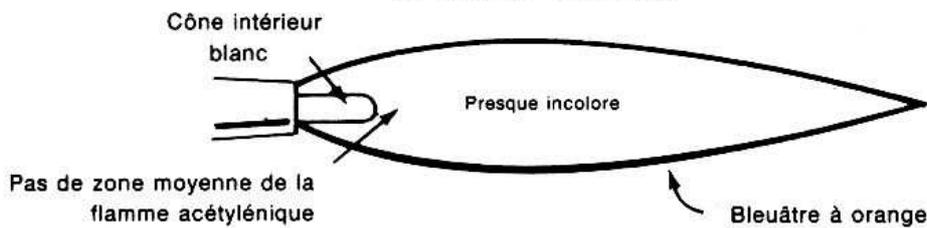
FLAMME ACÉTYLÉNIQUE PURE



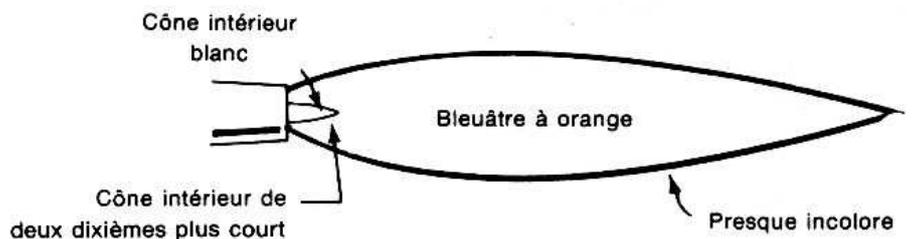
FLAMME CARBURANTE



FLAMME NEUTRE



FLAMME OXYDANTE



(Victor Equipment Co.)

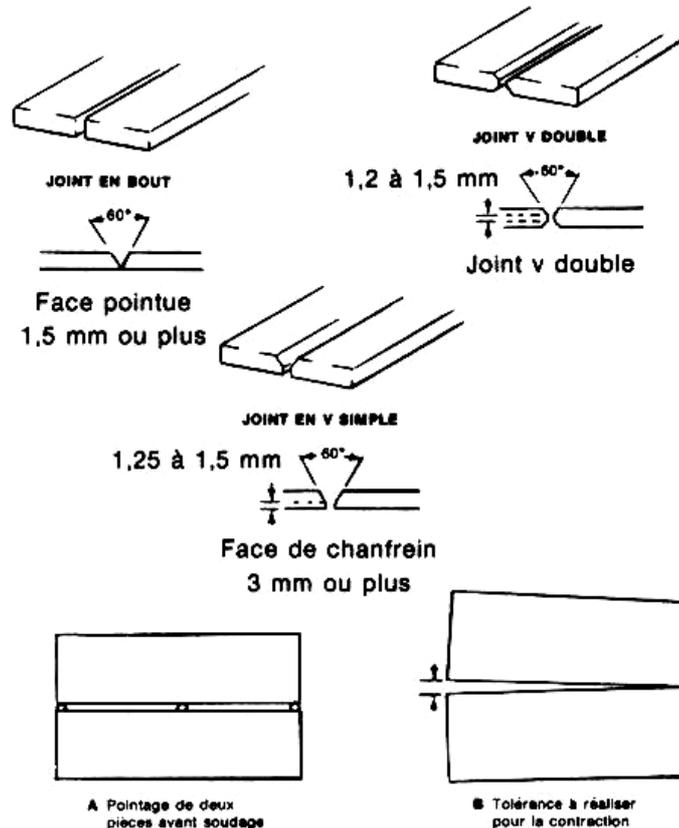
Figure 1.23 – Flamme acétylénique pure

1.6. Les techniques de soudage

Le soudage des métaux se fait par la fusion de leurs surfaces qui touchent avec l'oxygène et combustible.

1.6.1. Préparation du métal à souder

1 - Les joints métalliques à souder doivent être débarrassés de saleté, peinture, graisse, rouille ou des scories.



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.24 – Préparation des pièces de métal à souder

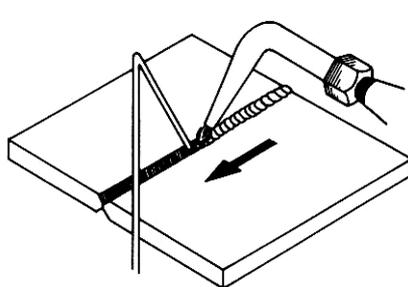
2 – Les pièces à souder de moins 3 mm peuvent être soudées telles qu'elles sont, mais plus épaisses nécessitent un chanfreinage sur les bords à souder.

3 – Si les pièces à souder sont longues, un pointage sera peut-être nécessaire pour empêcher le gauchissement.

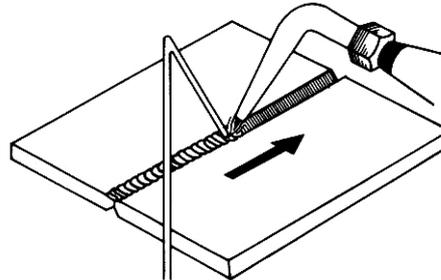
1.6.2. Techniques de soudage en avant et en arrière

- La technique de soudage en avant est généralement utilisée pour le soudage des pièces dont l'épaisseur est moins de 3 mm. Dans le soudage en avant, la baguette de soudage précède le bec dans le sens de production de la soudure. On pointe la flamme dans la direction du soudage en préchauffant la face du joint à souder. Le bec du chalumeau et la baguette sont manipulés en des mouvements oscillatoires opposés, pour distribuer la chaleur uniformément et maintenir le bain en fusion.

- Le soudage en arrière convient mieux au soudage des pièces dont l'épaisseur dépasse 3 mm. Le bec du chalumeau précède la baguette dans le sens de la soudure et la flamme est pointée en arrière vers le bain de fusion et la soudure faite. Le bout de la baguette est placé dans le bain de fusion près de la flamme. Le soudage en arrière est un peu plus simple que le soudage en avant.

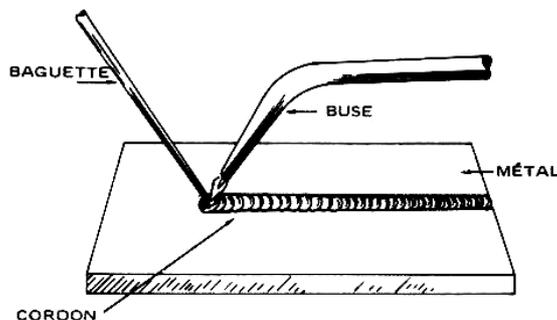


Soudage en avant

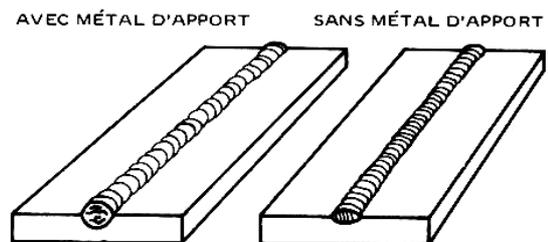


Soudage en arrière

Figure 1.25



Réalisation d'un cordon



Cordon réalisé avec et sans métal d'apport
Figure 1.26

1.6.3. Soudage en avant

a) Commencement et fin de la soudure

Le soudage de deux pièces bout à bout en avant vers la gauche avec baguette d'apport est le type de joint le plus souvent réalisé.

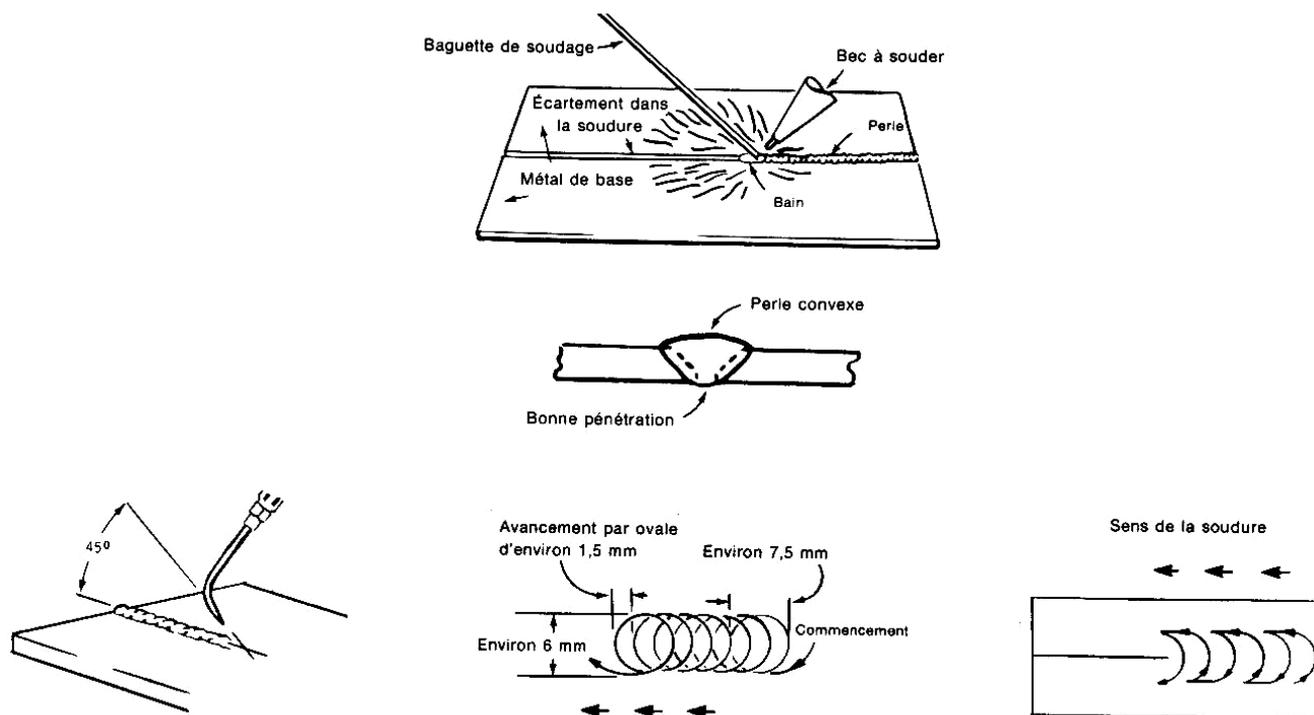


Figure 1.27 – Réalisation d'un soudage en avant

- 1 - On pointe d'abord les pièces à souder.
- 2 - On tient le chalumeau à un angle de 45° environ de la surface du joint à souder.
- 3 - On déplace le bec du chalumeau au-dessus du joint en faisant tourner la flamme près du métal pour décrire un mouvement circulaire ou semi-circulaire jusqu'à ce que le bain de fusion se forme et que les métaux de base se joignent.
- 4 - On plonge le bout de la baguette dans le bain de fusion et on la retire légèrement, ce qui la fera fondre et augmentera le bain.
- 5 - On répète ce mouvement de plongée de la baguette dans le bain de fusion et on avance légèrement le chalumeau en un mouvement oscillatoire jusqu'à ce que le bout du joint soit atteint.
- 6 - À la fin du cordon, on diminue la chaleur et on augmente l'apport de métal de la baguette pour assurer une soudure pleine et unie.

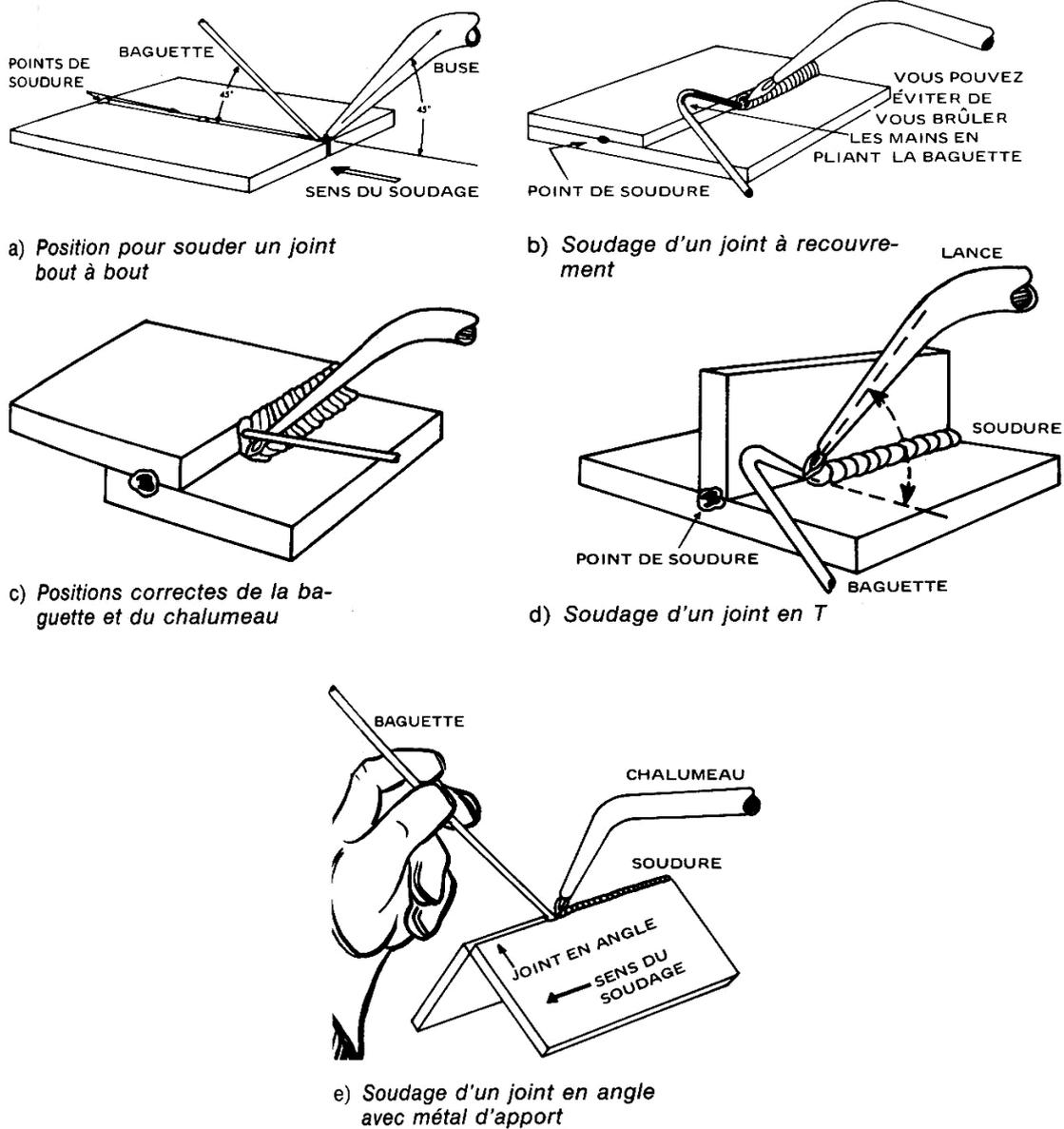


Figure 1.28 – Positions de soudage pour les divers types d'assemblage

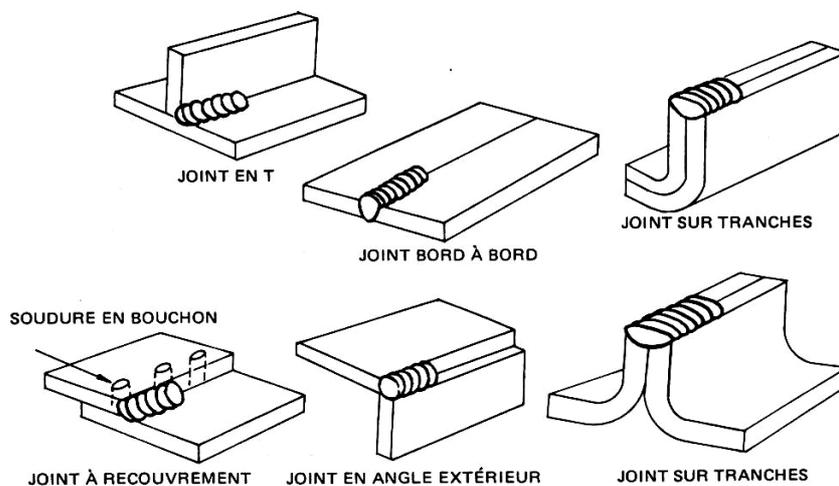


Figure 1.29 – Divers types de joints

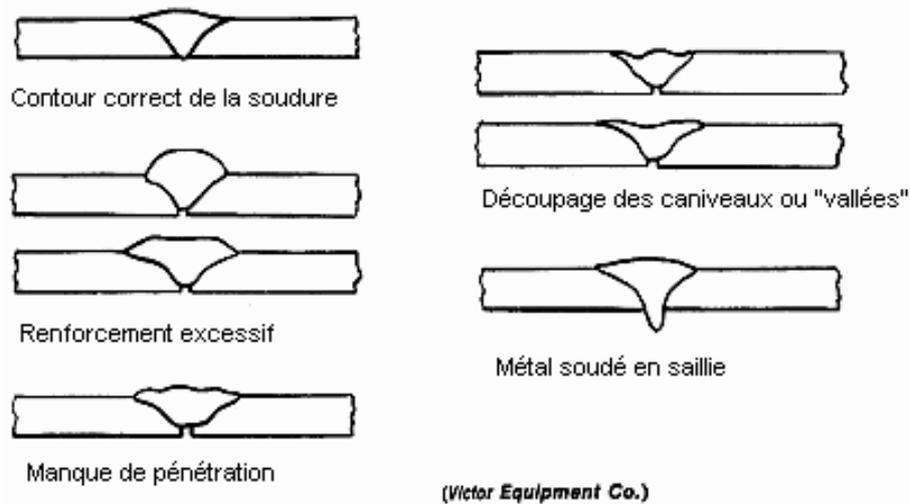


Figure 1.30 – Caractéristiques des bons et mauvais joints soudés

1.6.4. Fin de l'opération soudage

1 - On ferme d'abord la valve d'oxygène du chalumeau et ensuite la valve de combustion.

2 - On ferme complètement la valve des deux bouteilles de gaz, c'est-à-dire oxygéné et combustible.

3 - On ouvre ensuite la valve d'oxygène du chalumeau en laissant l'oxygène s'échapper du système jusqu'à ce que le manomètre de basse pression indique zéro.

4 - On desserre la vis de réglage du régulateur d'oxygène jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de pression sur la vis.

5 - On ouvre la valve de combustible du chalumeau en laissant le combustible s'échapper du système jusqu'à ce que le manomètre de basse pression indique zéro.

N.B. Ce gaz est inflammable et il faut prévoir une bonne (ventilation) évacuation sans étincelle.

6 - On desserre la vis de réglage du régulateur de combustible jusqu'à ce qu'elle soit libre de pression.

1.7. L'oxycoupage

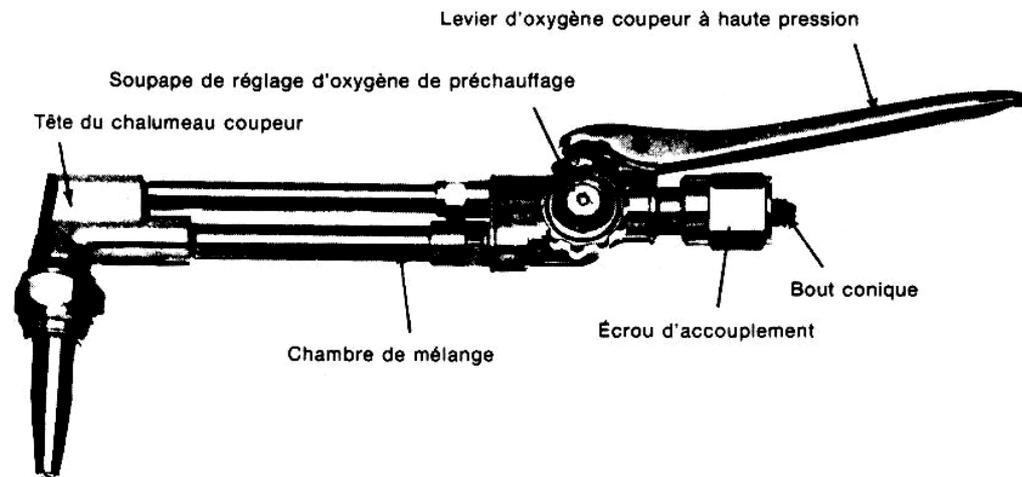
L'oxycoupage est le procédé par lequel on peut sectionner des métaux à base de fer comme les aciers au carbone ordinaire et les aciers à faible alliage. Le coupage est réalisé par oxydation et non par extraction; le métal à couper est chauffé jusqu'au point de fusion et alors un jet d'oxygène pur oxyde le métal en fusion et le consume. Le jet d'oxygène sous pression emporte avec lui le métal qui brûle, le résidu oxydé et les scories.

1.7.1. Chalumeau coupeur rapporté

Le chalumeau coupeur est un chalumeau rapporté conçu pour s'adapter au manche du chalumeau à souder.

Les principaux éléments du chalumeau coupeur rapporté sont :

- le bout conique et l'écrou d'accouplement,
- la soupape de réglage d'oxygène de préchauffage,
- la chambre de mélange,
- le tube et le levier d'oxygène à haute pression,
- la tête du chalumeau coupeur rapporté.



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.31 - Eléments du chalumeau coupeur rapporté

a) Bout conique et écrou d'accouplement

Le bout conique et l'écrou d'accouplement sont conçus pour permettre un montage facile sur le manche du chalumeau soudeur.

b) Soupape de réglage d'oxygène de préchauffage

Si le chalumeau coupeur rapporté est relié au manche du chalumeau soudeur, la valve d'oxygène du chalumeau soudeur doit être complètement ouverte. Le réglage de l'oxygène de préchauffage se fait par la valve de réglage de l'oxygène sur le chalumeau coupeur rapporté. Le gaz combustible est réglé par la valve habituelle du chalumeau soudeur.

c) Chambre de mélange

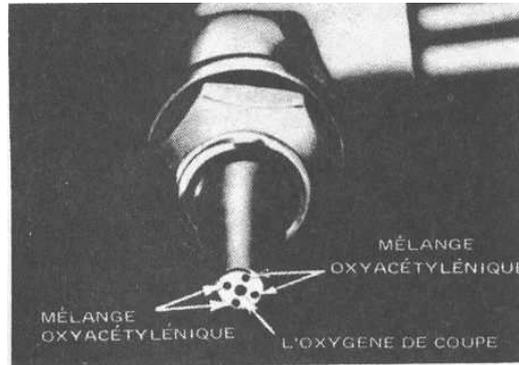
Le préchauffage sert à chauffer et fondre le métal à l'aide du gaz combustible et de l'oxygène.

d) Tube et levier d'oxygène coupeur à haute pression

Le levier d'oxygène coupeur à haute pression est situé sur la partie arrière du chalumeau coupeur rapporté.

e) Tête du chalumeau coupeur rapporté

La tête de coupe est interchangeable et est disponible dans une large gamme de dimensions. Elles fonctionnent toutes de la même manière, seules leurs caractéristiques changent.



(Unlon Carbide Canada Ltd)

Figure 1.32 – Tête de coupage

1.7.2. Installation du matériel de coupage

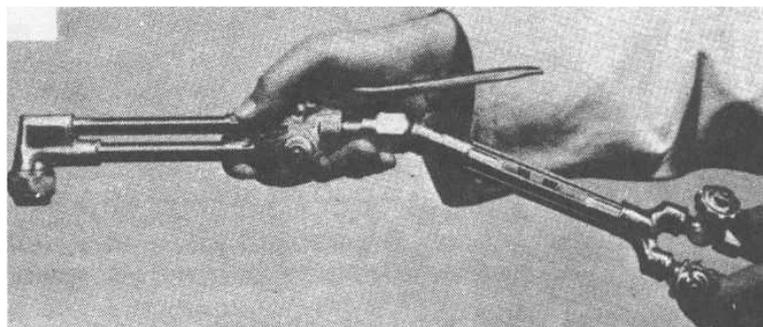
1 - On inspecte chaque partie du chalumeau coupeur pour les débarrasser de saleté, d'huile ou de graisse.

2 - On porte une attention particulière aux joints toriques du bout conique.

N.B. Les deux joints toriques doivent être en parfait état.

3 - On inspecte la tête du chalumeau pour décèler la présence de marques, brûlures ou autres.

4 - On installe le chalumeau coupeur sur le manche du chalumeau soudeur en serrant l'écrou d'accouplement avec la pression de la main seulement.



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.33 - Installation du chalumeau coupeur au manche du chalumeau soudeur

5 - On fait la sélection de la tête de coupe requise pour le travail à effectuer. Les orifices de préchauffage et d'oxycoupage doivent être entièrement libres de toutes particules de métal ou d'oxyde.

6 - La tête de coupe choisie est insérée dans la tête du chalumeau et est serrée avec une clé appropriée.

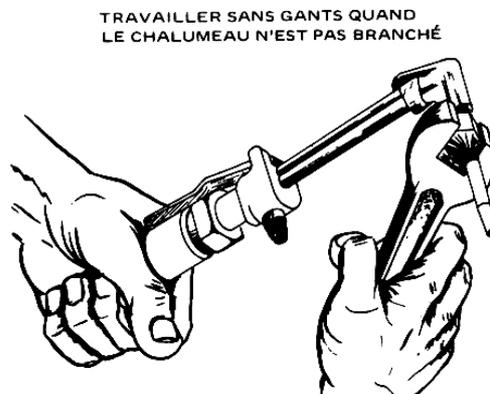


Figure 1.34 - Installation de la tête de coupe

7 - On détermine la tête, la pression des régulateurs et la vitesse d'avancement appropriée.

1.7.3. Procédure d'utilisation

1 - On vérifie si tous les éléments à couper sont prêts et si les éléments de protection sont en place.

2 - On ouvre complètement la valve d'oxygène du chalumeau soudeur en maintenant celle du chalumeau coupeur fermée.

3 - On règle le régulateur d'oxygène pour obtenir la pression requise.

4 - On ouvre la valve de la bouteille de combustible et on règle la pression du régulateur.

5 - On ouvre la valve de combustible du chalumeau soudeur d'environ un demi-tour et on allume le gaz avec le briquet.

6 - Lorsque la flamme brûle bien, on ouvre complètement la valve de combustible du chalumeau.

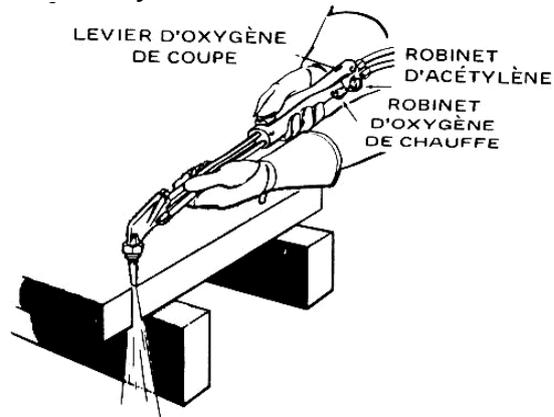
7 - On ouvre ensuite lentement la valve d'oxygène pour régler la flamme de préchauffage en un groupe de petit cône à flamme neutre.

N.B. Le port des lunettes protectrices est maintenant nécessaire à cause de la flamme brillante.

8 - On appuie sur le levier d'oxygène de coupe. Si la flamme de préchauffage se transforme en flamme carburante, on augmente le débit d'oxygène de préchauffage en maintenant l'oxygène de coupe en opération. La flamme doit être neutre lorsque l'oxygène de coupe est actionné.

9 - On tient le chalumeau coupeur avec les deux mains: une main sert de support et de guide et l'autre actionne le levier d'oxygène de coupe.

N.B. Il faut surveiller que les étincelles et le métal fondu ne tombent près des matières inflammables et spécialement des tuyaux d'alimentation.

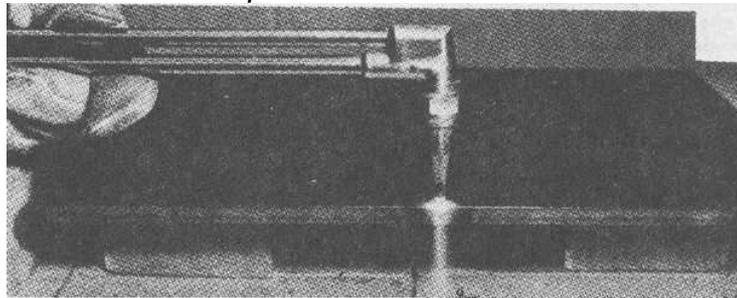


(MECO St. Louis, U.S.A.)

Figure 1.35 - Position de coupage

10 - La flamme de préchauffage est placée sur l'endroit à couper et lorsque le métal est rouge clair, on appuie lentement sur le levier d'oxygène de coupe.

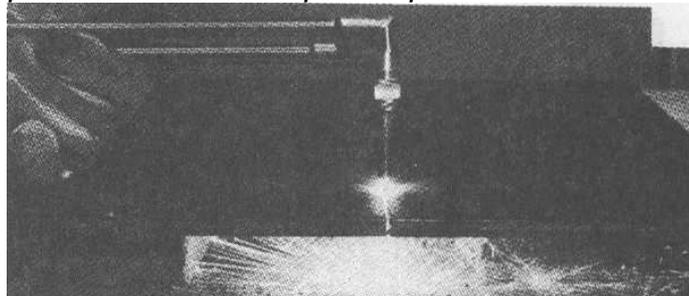
11 - Lorsque la coupe commence, on déplace le chalumeau coupeur dans le sens désiré en surveillant la vitesse de coupe.



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.36 - Chauffage du métal à couper

12 - Vers la fin du coupage, on continue à appuyer sur le levier d'oxygène de coupe au-delà du bord du métal pour obtenir une coupe complète.



(Victor Equipment Co.)

Figure 1.37 - Coupage de métal

1.7.4. Procède recommandé pour coupage efficace au chalumeau d'une tôle d'acier

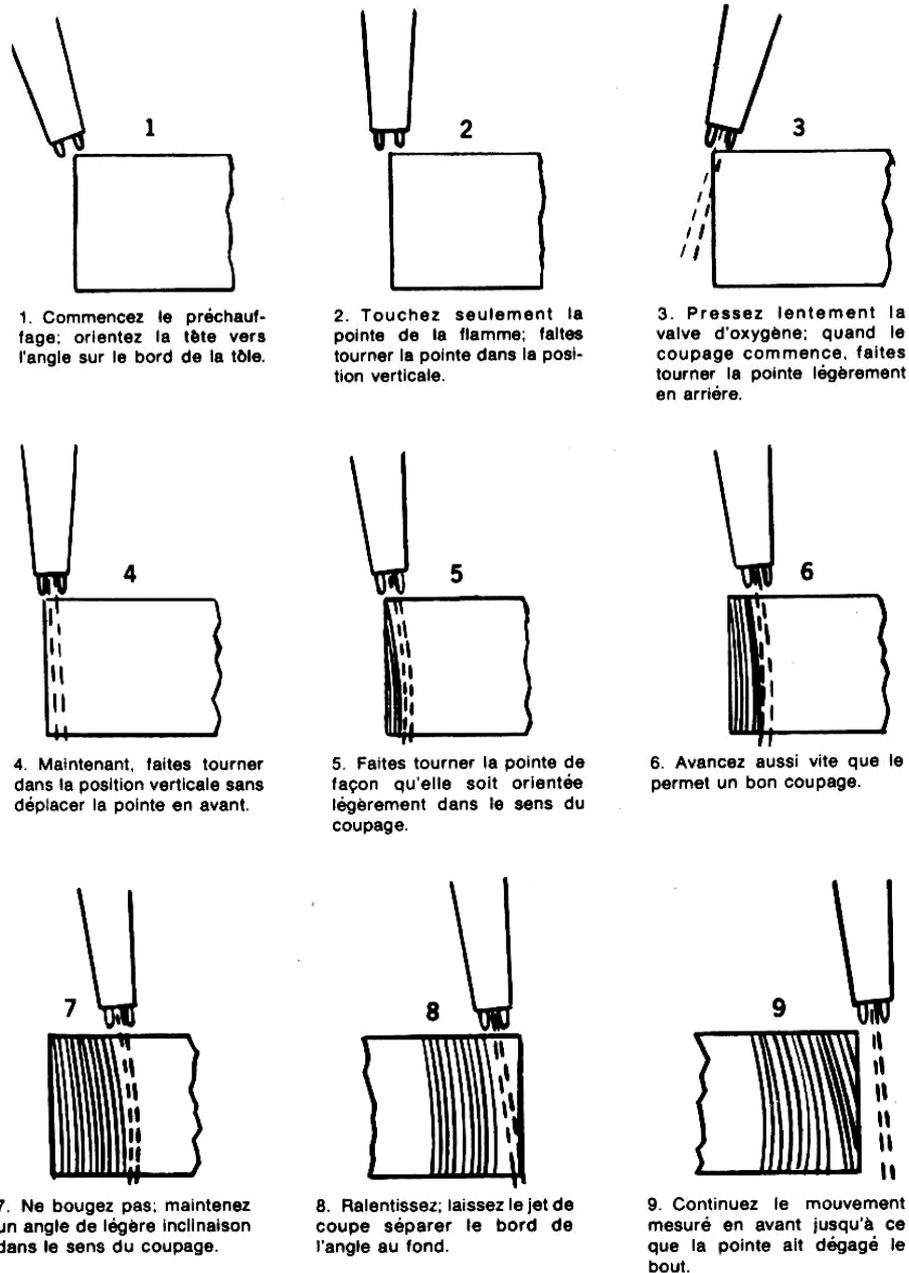


Figure 1.38 – Etapes de coupage au chalumeau

1.7.5. Perçage

1 - Pour percer le métal, on tient le chalumeau coupeur comme pour couper jusqu'à ce que le métal commence à fondre.

2 - On éloigne légèrement la pointe du chalumeau coupeur et on actionne le levier d'oxygène de coupe.

N.B. Pour éviter les étincelles et les scories de tomber sur soi, on incline légèrement le bec d'un côté.

3 - Lorsque le métal est percé, on rapproche la tête de coupe et on oxycoupe le métal comme prévu.

1.7.6. Fin de l'opération de coupage

1 - Lorsque l'oxycoupage est terminé, on ferme la valve d'oxygène du chalumeau et ensuite celle du combustible du chalumeau. Si l'on inverse l'ordre, une légère explosion se produira et encrassera les orifices.

2 - On ferme ensuite les valves de chacune des bouteilles.

3 - On ouvre la valve d'oxygène du chalumeau pour relâcher la pression du système, jusqu'à ce que le manomètre de basse pression indique zéro, on referme la valve.

4 - On desserre aussi la vis de réglage du régulateur d'oxygène.

5 - On répète les opérations des numéros 3 et 4 pour le gaz combustible en se rappelant qu'il est inflammable.

6 - On enlève ensuite les scories qui seraient restées sur le bord de la coupe avec le marteau à piquer et la brosse.

1.7.7. La sécurité propre au soudage aux gaz

L'utilisation des appareils d'oxycoupage et de soudage oxyacétylénique comporte un certain nombre de dangers qui lui sont propres. Il est donc essentiel que les procédés de sécurité soient bien compris avant d'utiliser ces appareils.

a) Dispositifs de protection

1 - Des écrans protecteurs ou rideaux en amiante doivent être utilisés pour protéger l'environnement et les personnes.

2 - Les murs et les planchers doivent être protégés contre les étincelles et le métal en fusion.

3 - Pour empêcher la concentration de fumées toxiques et d'oxygène, il faut qu'une excellente ventilation soit prévue. L'oxygène ne brûle pas mais intensifie la combustion.

4 - Les bouteilles d'oxygène et de gaz combustible doivent être attachées au porte-bouteille pour les empêcher de tomber et les maintenir en position verticale.

5 - La protection de l'opérateur contre les étincelles, les scories et la flamme brillante est importante; c'est pourquoi, le port des lunettes teintées n°5 ou plus, de gants en cuir et d'un tablier est recommandé.

b) Prévention de l'incendie

La prévention de l'incendie doit être appliquée chaque fois que les opérations d'oxycoupage et d'oxysoudage sont pratiquées. Les règles et mesures de sécurité suivantes doivent -1 toujours être appliquées.

1 - On ne doit jamais utiliser l'huile ou la graisse sur les appareils d'oxycoupage et d'oxysoudage. En présence d'oxygène, même une tache d'huile risque de s'enflammer et de brûler violemment.

2 - On doit tenir les tuyaux et les bouteilles à l'écart des étincelles et des flammes.

3 - On utilise des écrans réfractaires approuvés pour la protection des murs et du plancher.

4 - On ne doit utiliser le matériel d'oxycoupage qu'avec les gaz pour lesquels il est prévu.

5 - On ne doit jamais ouvrir la valve de la bouteille d'acétylène de plus d'un tour complet.

6 - On doit utiliser une solution approuvée pour la détection des fuites de gaz et non une flamme nue.

7 - Lorsque le travail est terminé, on vérifie les lieux pour détecter un incendie ou des matériaux à feu couvant.

II. LE SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE ET PAR POINTS

II.1. Généralités

Le principe du soudage électrique est le suivant : si on ouvre le circuit d'un conducteur portant un courant électrique, une étincelle se produit et dégage suffisamment de chaleur pour fondre le bout du conducteur.

L'étincelle produite peut atteindre une température de 5000°C et la matière se trouvant à la pointe de l'étincelle se volatilise. L'espace entre les deux pôles du circuit devient alors conducteur.

Le soudage à l'arc électrique utilise la chaleur de l'étincelle ou de l'arc pour chauffer et fondre les métaux à souder. Les métaux en fusion se mélangent et forment une masse homogène et résistante aux efforts.

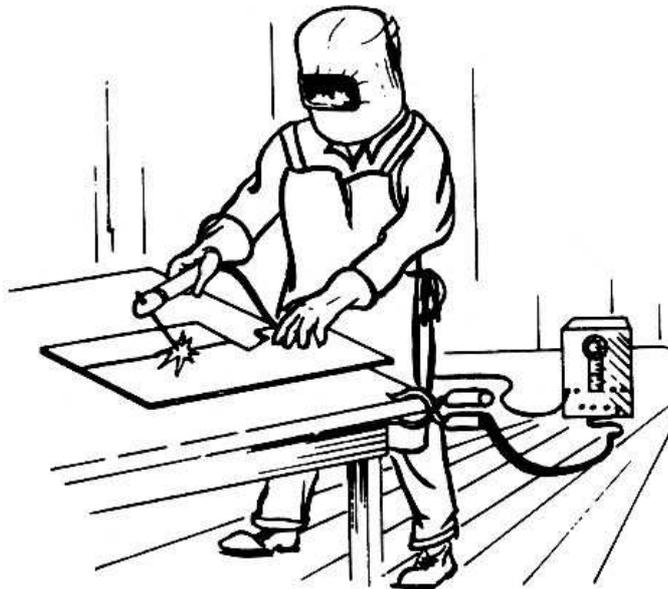


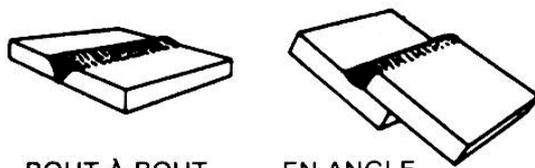
Figure 2.1 - Soudage à l'arc

Le plus utilisé est le soudage à l'arc métallique; le métal déposé en soudant est plus homogène, il donne donc un meilleur rendement.

L'amorçage de l'arc se produit en touchant la pièce avec l'électrode; si l'arc est maintenu, le métal de l'électrode est transféré à travers l'arc et déposé sur les pièces à souder. Si l'électrode est déplacée à la bonne vitesse sur la pièce, son métal se dépose en une couche uniforme appelée cordon de soudure.

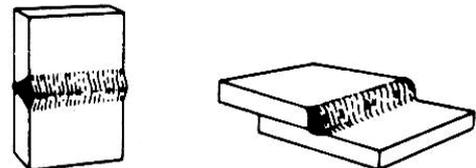
Les électrodes utilisées en soudage sont fabriquées en acier doux et sont recouvertes d'un enrobage (flux) qui facilite l'amorçage de l'arc mais protège surtout le métal en fusion à travers l'arc en prévenant son oxydation.

Même s'il est souhaitable et préférable de souder à plat comme à la figure 2.2, il est parfois nécessaire d'exécuter des soudures en corniche (figure 2.3), ou verticalement (figure 2.4) lorsqu'on travaille sur des machines ou sur de grosses pièces. Dans ces conditions, il faut généralement réduire l'intensité du courant en dessous de la valeur utilisée pour souder à plat.



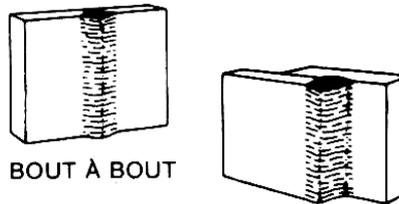
BOUT À BOUT EN ANGLE
(Soudure Miller Canada Ltée)

Figure 2.2 - Soudures à plat



BOUT À BOUT EN ANGLE
(Soudure Miller Canada Ltée)

Figure 2.3 - Soudure en corniche



(Soudure Miller Canada Ltée)

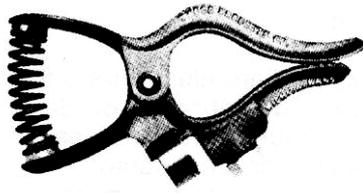
Figure 2.4 - Soudures verticales

Le porte-électrode sert à tenir l'électrode en protégeant l'opérateur contre les chocs électriques et la chaleur. Dans la figure 2.5 on voit deux types de porte-électrode dont la grosseur est fonction du courant à porter.



(Air liquide Canada Ltée)

Figure 2.5 - Porte électrodes



(The Lincoln Electric Co.)

Figure 2.6 - Pince de masse

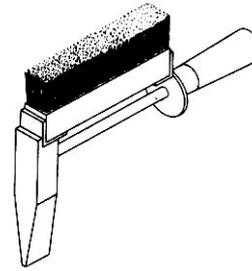


Figure 2.7 - Marteau à laitier avec
brosse métallique



Figure 2.8 - Position de soudage

II.2. La sécurité propre au soudage à l'arc électrique

Le soudage à l'arc électrique bien exécuté est sûr, mais un opérateur négligent est un danger. Le poste de soudage transporte des courants forts en sortie et des tensions élevées à l'entrée. L'arc est très vif et chaud. Les étincelles volent, les vapeurs montent, l'énergie ultraviolette et l'énergie infrarouge rayonnent, les soudures sont chaudes et des gaz comprimés peuvent être utilisés. L'opérateur prudent évite les risques inutiles, se protège et protège aussi les autres contre les accidents.

a) Vêtement de protection

Il faut porter des vêtements à manches longues avec gants, masque et chaussures. On devra en plus porter une veste ou des manches en cuir ou un tablier en amiante. Il faut éviter de porter des vêtements en coton non traité ou en nylon.

Afin de protéger la peau, on portera des vêtements épais et foncés dont on boutonnera le col et les poches pour prévenir l'infiltration d'étincelles.

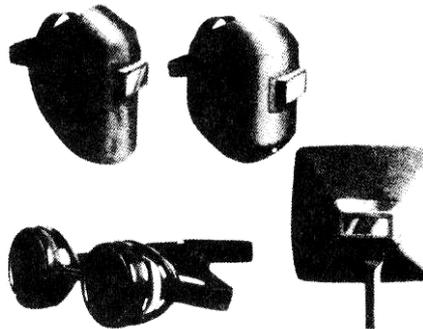


Figure 2.9 - Vêtements protecteurs pour souder à l'arc

b) Protection des yeux et de la tête

Les yeux ne doivent pas être exposés à la lumière de l'arc car celle-ci contient beaucoup de rayons ultraviolets et infrarouges comme le soleil brillant. **ON NE DOIT JAMAIS REGARDER UN ARC ÉLECTRIQUE SANS PROTECTION.** Lorsqu'on soude, on doit porter un écran ou un masque filtrant avec verre teinté très foncé (N° 12). Il faut protéger son visage avant d'amorcer l'arc.

Il faut aussi protéger le verre filtrant avec un couvre-verre clair qui empêchera les étincelles d'atteindre le verre filtrant.



(The Lincoln Electric Co.)

Figure 2.10 - Casques, masques et lunettes protectrices

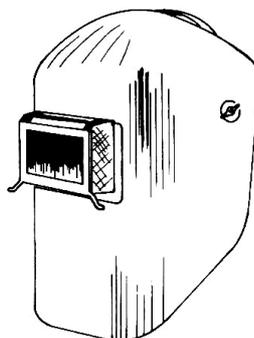


Figure 2.11 - Masque de protection avec verre teinté relevable

N.B. Regarder momentanément un arc sans protection (principalement un arc en atmosphère inerte à haute intensité) peut brûler la rétine de l'œil et laisser un point sombre permanent dans le champ de vision.

c) Protection du personnel à proximité

Il faut donner des masques aux personnes qui auront à regarder directement la soudure. Les autres personnes travaillant sur les lieux du soudage devraient porter des lunettes anti-éblouissement. Pour le soudage de production, on utilisera une salle séparée et bien aérée ou des écrans de protection ininflammables et peu réfléchissants.

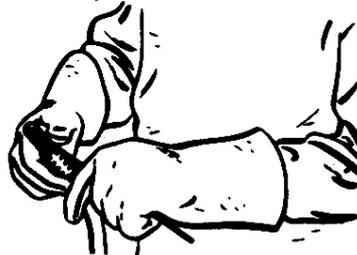
Il ne faut jamais amorcer un arc sur une bouteille de gaz ou autre récipient sous pression. Cela créerait un point de rupture entraînant à plus ou moins longue échéance l'explosion du réservoir.

Il faut maintenir les câbles secs, dépourvus d'huile et de graisse et les maintenir à l'abri du métal chaud et des étincelles.

Si l'appareil doit être laissé sans surveillance il faut s'assurer que l'interrupteur est sur ARRET.

II.3. L'amorçage de l'arc

Certaines techniques de base doivent être possédées avant d'entreprendre le soudage. Il faut d'abord insérer l'électrode dans le porte-électrode comme indiquée à la figure 2.12.



(Soudure Miller Canada Ltée)

Figure 2.12 - Installation de l'électrode dans la porte-électrode

La figure 2.13 nous montre l'amorçage par frottement. Cette méthode consiste à frotter l'extrémité de l'électrode comme une allumette sur la pièce à souder avec un mouvement du poignet.

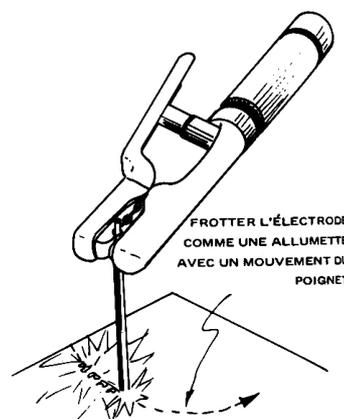


Figure 2.13 - Amorçage par frottement

Amorçage par frottement

Dès que l'arc est amorcé, la chaleur produite fait fondre l'extrémité de l'électrode ainsi qu'une certaine région de la pièce.

La longueur de l'arc est déterminée par la distance qui sépare l'électrode de la pièce et doit être semblable à la grosseur de l'électrode.

Lorsque l'arc est amorcé, il faut maintenir l'électrode en position de soudage, c'est-à-dire légèrement inclinée vers l'avant (20 à 30°).

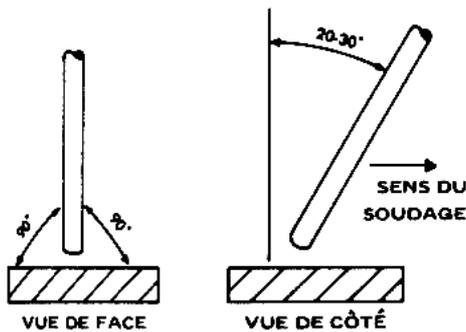


Figure 2.14 - Inclinaison de l'électrode

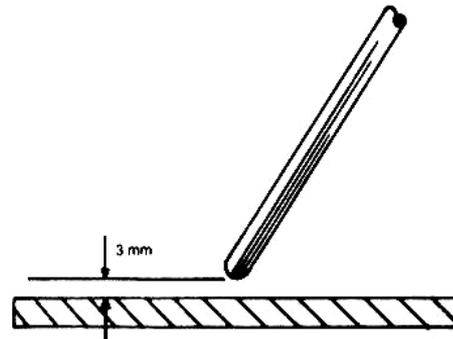


Figure 2.15 - Longueur de l'arc

Il existe une autre méthode d'amorçage dite par contact.

N.B. Pour le soudage avec c.a. il est recommandé d'utiliser l'amorçage par frottement. Règle générale, la longueur de l'arc est égale au diamètre de l'électrode utilisée.

N.B. IL EST TRÈS IMPORTANT DE PROTÉGER SES YEUX AVANT D'AMORCER L'ARC.

II.4. Analyse des cordons de soudure

Le contrôle de la qualité de la soudure exécutée a lieu par examen attentif du cordon de soudure résultant.

La figure 2.16 montre un cordon de soudure réussi, la figure présente deux coupes d'un tel cordon.

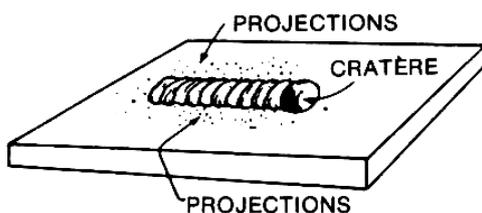


Figure 2.16 - Cordon de soudure

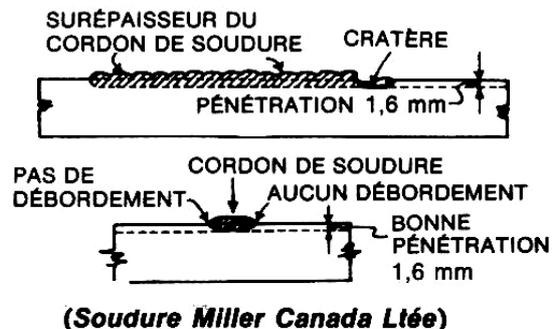
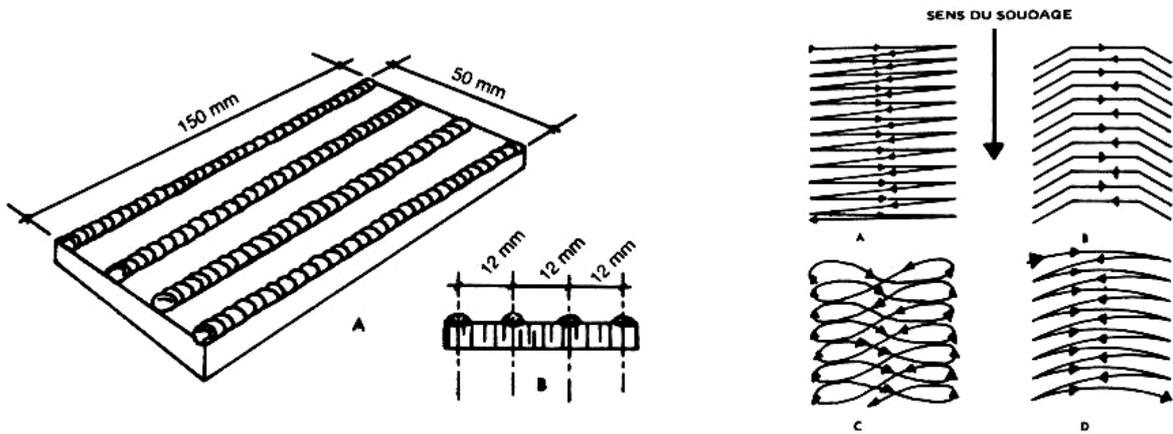


Figure 2.17 - Analyse d'un cordon de soudure

Pour obtenir ces bons résultats, il faut maintenir l'arc assez court, déplacer l'électrode à une vitesse constante correspondant à sa vitesse de fusion.

La technique de dépôt par passe équilibrée est utilisée lorsqu'il est nécessaire de couvrir une plus grande largeur à chaque passe. Pour assurer un dépôt uniforme, il faut suivre un plan de dépôt déterminé, comme ceux illustrés à la figure 2.18.



Cordons exécutés sur une plaque
Figure 2.18

Plans de dépôt

II.5. Soudage d'assemblage bout à bout

Avant de souder un assemblage bout à bout, il faudra préparer le bord des pièces. En soudage à l'arc avec électrode fusible, les pièces de moins de 5 mm d'épaisseur sont couramment soudées bout à bout sur bords droits sans préparation spéciale. Les pièces plus épaisses doivent être chanfreinées en «V» ou en «X».

Le chanfrein en «V» est suffisant pour les épaisseurs de moins de 20 mm dans les cas où un seul côté de l'assemblage est accessible.

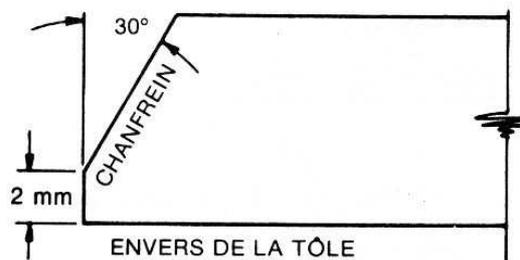


Figure 2.19 - Chanfreinage d'une pièce

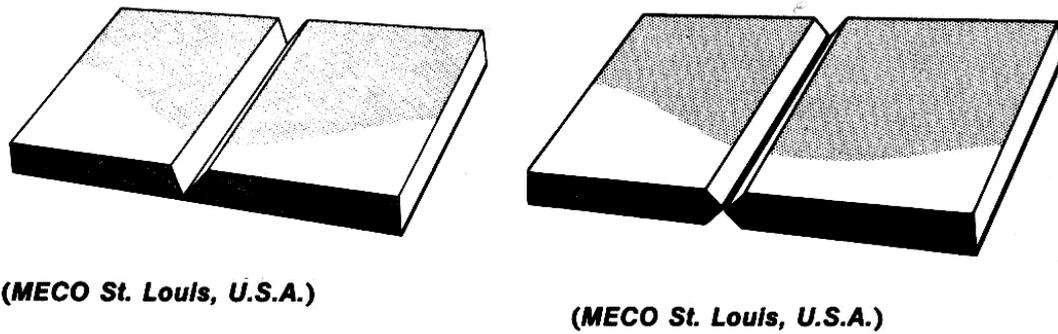
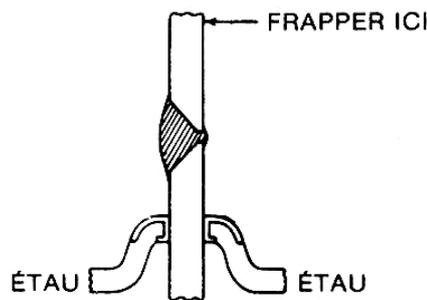


Figure 2.20 - Analyse d'un cordon de soudure

Le chanfreinage des pièces à souder peut se faire par burinage, meulage ou oxycoupage. Le meulage est le moyen le plus répandu. Les chanfreins doivent avoir un l'écart trop petit angle de 30° et un méplat d'envi ron 1,5 à 3 mm.

En montant la pièce soudée dans l'étau comme à la figure 2.21 on frappe la pièce dans la direction qui tendrait à ouvrir la racine de la soudure. Une soudure de qualité ne se rompra pas mais pliera. **FRAPPER ICI.**



(Soudure Miller Canada Ltée)

Figure 2.21- Prise de la pièce dans l'étau

Le soudage bouts à bout de pièces d'environ 3 mm, ou plus minces, est difficile et demande une certaine habileté. En écartant les bords droits de 1,5 mm, il faudra faire une soudure tout le long des bords avec une électrode de 3 mm.

Il est probable qu'aux premières tentatives, la soudure ne pénétrera pas la tôle ou la traversera de part en part.

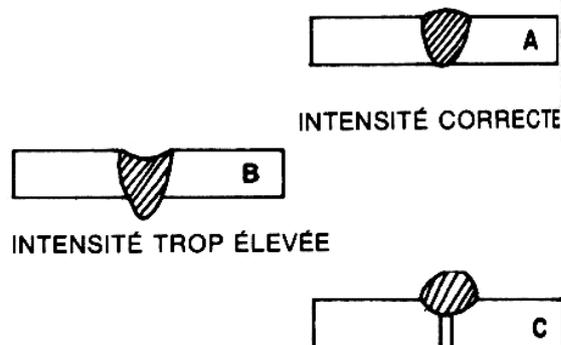


Figure 2.22 - Effet de l'intensité du courant sur la qualité de la soudure

Il faut aussi prendre le soin de bien aligner les pièces à souder pour éviter que les résultats du soudage soient de mauvaise qualité.

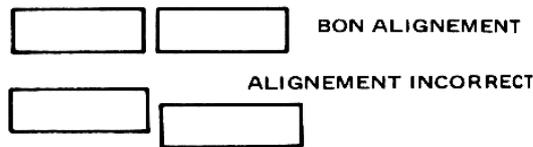
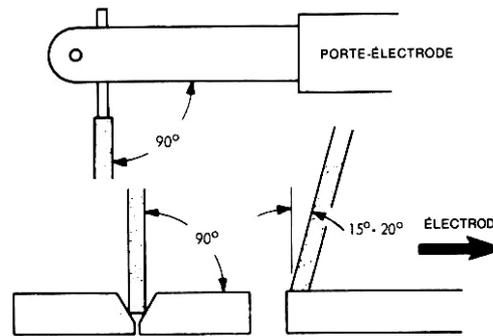


Figure 2.23 - Alignement des pièces

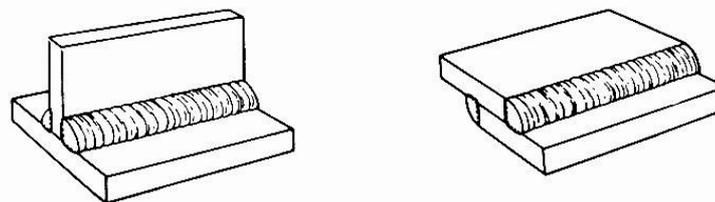


(Modern Metal Working – by J.R. Walker)

Figure 2.24 - Positionnement de l'électrode

II.6. Le soudage d'assemblage en « T » et à recouvrement

Le soudage d'angle est un autre type fondamental de soudure utilisée sur les assemblages en «T» et à recouvrement. Ce type de soudure ne demande aucune préparation spéciale, si ce n'est l'équarrissage des bords des tôles.

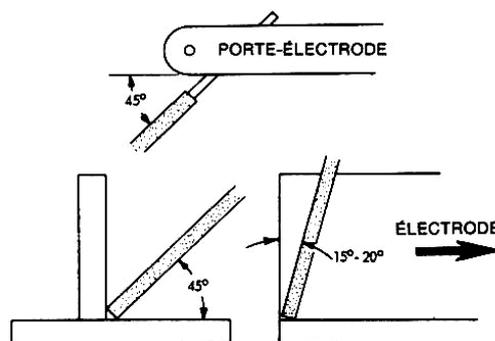


(Soudure Miller Canada Ltée)

Soudure en «T»

Soudure à recouvrement

Figure 2.25 - Analyse d'un cordon de soudure



(Modern Metal Working – by
J.R. Walker)

Figure 2.26 - Position de l'électrode pour soudage de l'assemblage en « T »

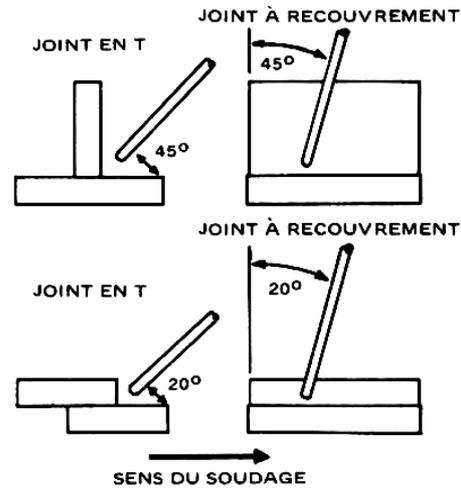


Figure 2.27 - Angle de l'électrode

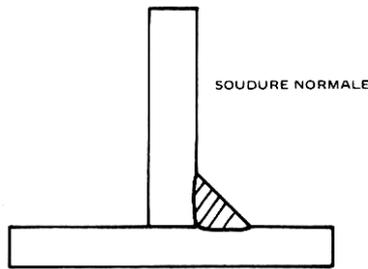


Figure 2.28 - Profil d'une soudure normale à une passe

Pour une soudure plus épaisse, il faudra une seconde ou même une troisième passe.

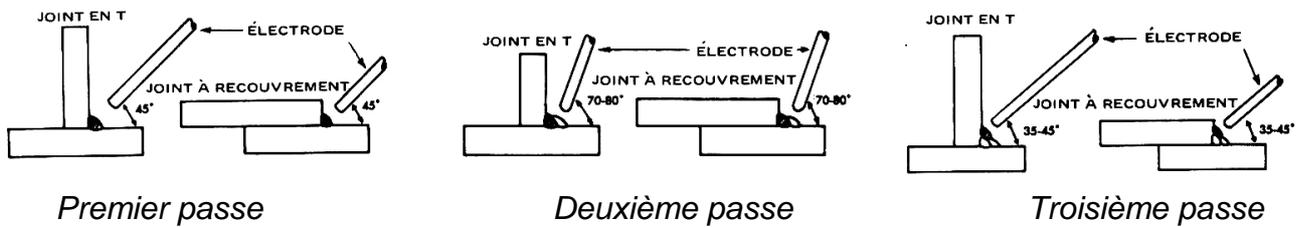


Figure 2.29

II.7. Les électrodes de soudage à l'arc

Les électrodes utilisées dans le processus de soudage à l'arc ont des caractéristiques spéciales pour des applications particulières. L'arc isolé est un arc maintenu par une électrode dont l'âme est recouverte d'un enrobage qui isole l'arc et le métal déposé de l'air pendant le temps de fusion et de solidification du métal.

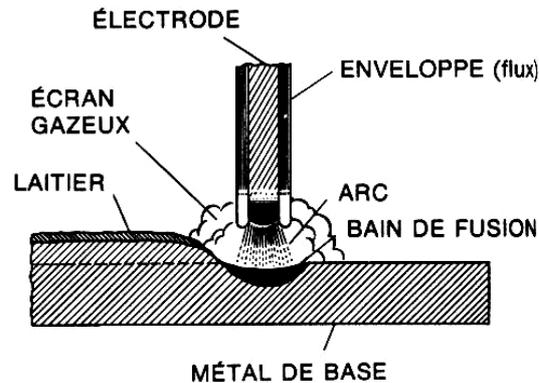


Figure 2.30 - Fonctionnement de l'électrode enrobée

L'enrobage de l'électrode forme, en se consumant, une enveloppe gazeuse autour de l'arc et du métal en fusion et recouvre la soudure d'une couche de laitier liquide.

Ce laitier joue un rôle très important dans une soudure :

- il prévient l'oxydation du bain de fusion;
- il collecte les oxydes et les impuretés qui flottent à la surface;
- il ralentit la solidification du métal en fusion;
- il retarde le refroidissement du métal solidifié;
- il contrôle la forme et l'apparence du cordon de soudure.

La classification des électrodes se fait d'après un code de spécifications qui indique leur rendement, la position dans laquelle on peut les employer et le genre de coupe à utiliser.

Exemple : **E6010** - La lettre E indique "Electrode", le nombre 60 indique l'effort de traction que peut supporter la soudure en MPa, le troisième chiffre indique dans quelle position on peut l'employer soit : 1 pour à plat, horizontale et verticale, 2 pour les soudures à recouvrement et à plat; 3 à plat seulement. Le quatrième désigne le type de courant soit a pour le courant continu et 1 pour le courant alternatif.

Un type d'électrode très utilisée par les soudeurs apprentis avec soudeuse à courant alternatif est la **E6011**.

***Module : 8 – OXYCOUPAGE ET SOUDAGE
A L'ARC ELECTRIQUE
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES***

TP 1 : Interprétation du plan de travail

1.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Interprétation juste des symboles et des données*

1.2. Durée du TP:

2 heures

1.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

- a) *Équipement :*
 - *Planches*
 - *Crayons et feuilles*

1.4. Description du TP :

Le stagiaire doit à partir d'un plan d'ensemble détaillé interpréter les symboles de soudure à l'arc, les types de joints, les matériaux (sortes, dimensions et formes, électrodes).

1.5. Déroulement du TP :

A partir de plans figure 1.1 :

- a) *Expliquer les symboles de 1 à 6.*
- b) *Donner les sortes de joints entre les pièces B-C et D-E.*
- c) *Donner les sortes de joints entre la tige et la pièce B-C et D-E.*
- d) *Expliquer le montage du bras A.*
- e) *Sélectionner un matériau lourd et résistant à la rouille et la corrosion.*

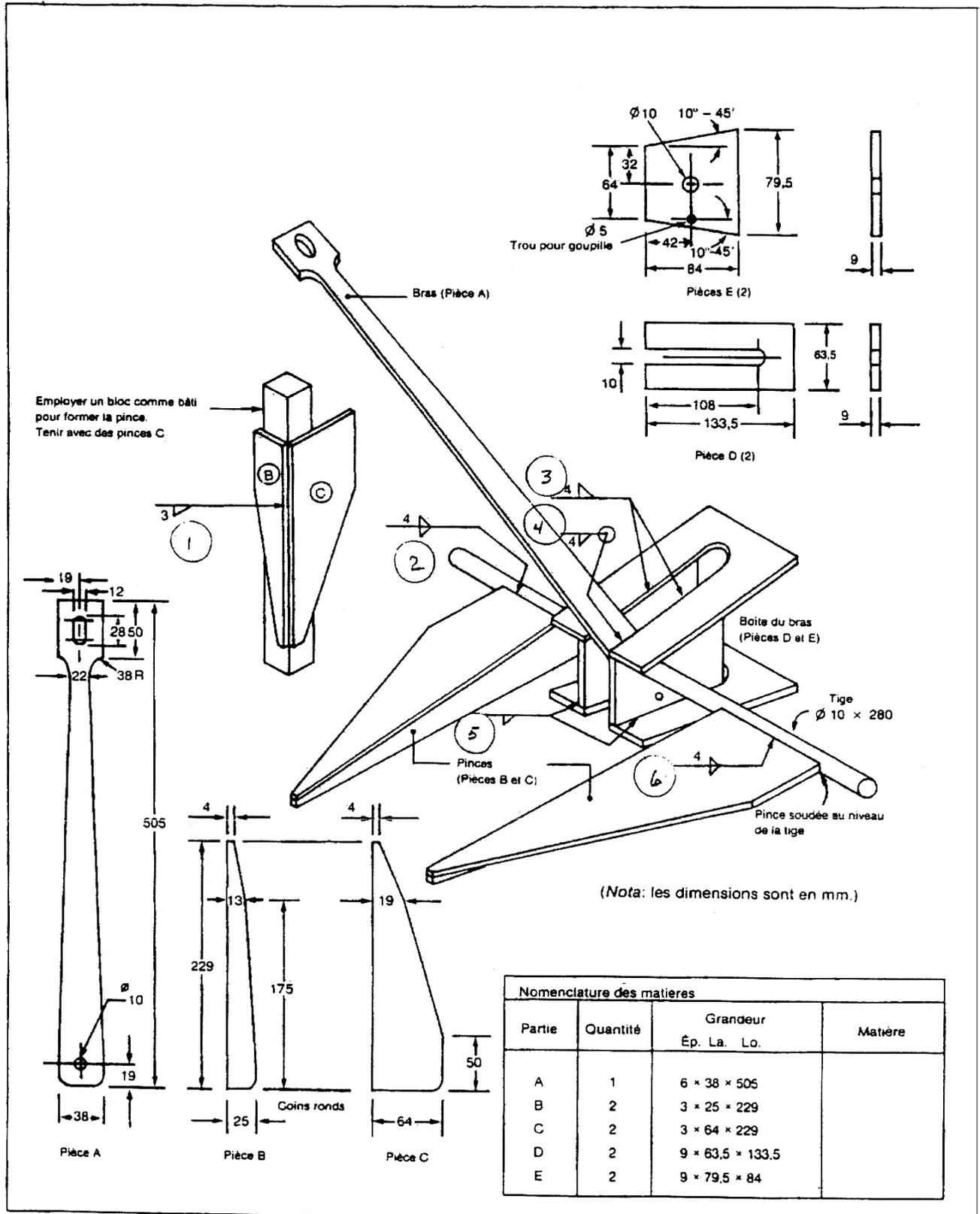


Figure 1.1

TP 2 : Application des règles de santé et de sécurité au travail

II.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Respect des mesures de protection*

II.2. Durée du TP:

2 heures

II.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- *Planches*
- *Si possible matériel de protection*

II.4. Description du TP :

Le stagiaire doit énumérer et expliquer les règles de sécurité s'appliquant :

- *A chacun des équipements de protection individuelle,*
- *Aux réglages et aux accessoires,*
- *A la manutention au montages des postes de soudure au gaz et à l'arc.*

II.5. Déroulement du TP :

Le stagiaire doit énumérer et expliquer les règles de sécurité s'appliquant à :

- a) A chacun des équipements de protection individuelle*
- b) Aux réglages et aux accessoires*
- c) A la manutention*
- d) Au montage des postes de soudure au gaz et à l'arc.*
- e) A l'utilisateur des postes de soudure au gaz et à l'arc.*

TP 3 : Préparation du métal

III.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Respect des dimensions*
- *Finition appropriée*

III.2. Durée du TP:

4 heures

III.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- *Meuleuse d'établi*
- *Meuleuse sur banc*
- *Meuleuse à disques portative*
- *Plaque de métal*
- *Equerre*
- *Pointe à tracer*
- *Lime*

III.4. Description du TP :

Le stagiaire doit préparer adéquatement les pièces de métal à partir de plan figure 3.1 en respectant les règles de santé et sécurité.

III.5. Déroulement du TP :

Le stagiaire doit préparer les ensembles de plaques selon le plan A et les agrandissements B, C et D de la figure 3.1.

Nota: Les dimensions de plaques B C et D sont les mêmes que le plan A sauf l'épaisseur.

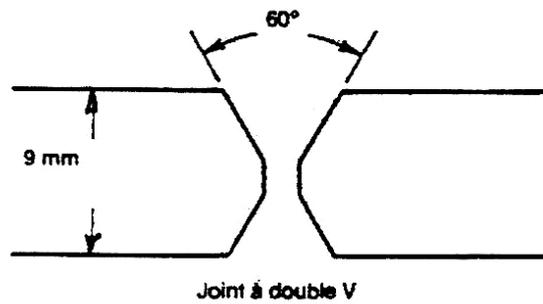
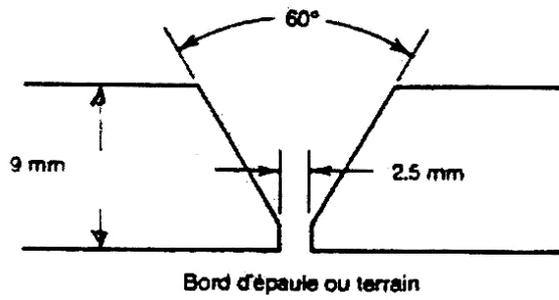
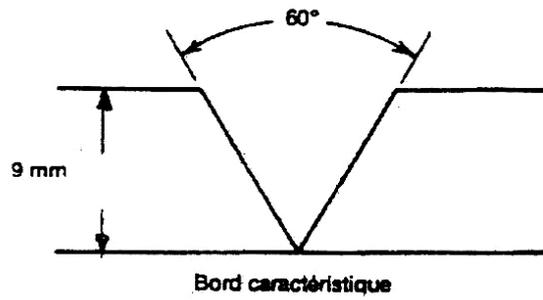
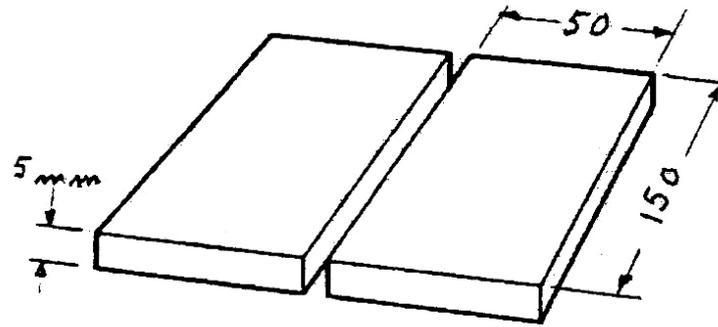


Figure 3.1

TP 4 : Montage d'un poste de soudure pour l'oxycoupage

IV.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Respect des techniques de démontage*
- *Choix approprié des accessoires*
- *Réglage précis des pressions.*

IV.2. Durée du TP:

4 heures

IV.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- *Chariot,*
- *Boyaux,*
- *Manodétenteurs d'oxygène et d'acétylène,*
- *Clapets de sécurité,*
- *Poignée de chalumeau,*
- *Buses,*
- *Clés spéciales et standard,*
- *Eau savonneuse et un pinceau,*
- *Bonbonnes de gaz (oxygène et acétylène).*

IV.4. Description du TP :

Le stagiaire doit monter un poste d'oxycoupage en appliquant la marche à suivre et les règles de sécurité à l'aide d'outils, d'accessoires et d'équipements appropriés.

IV.5. Déroulement du TP :

Le stagiaire doit monter un poste de soudage d'oxycoupage en appliquant la marche à suivre générale :

- *attacher les bouteilles,*
- *enlever le chapeau de chacune des bouteilles,*
- *vérifier les raccords des bouteilles, boyaux, poignée et manodétenteur,*
- *raccorder les manodétenteurs à chacune des bouteilles,*
- *deviser la vis de réglage basse pression des manodétenteurs,*
- *raccorder les boyaux aux manodétenteurs,*
- *installer les clapets sur la poignée,*
- *raccorder les boyaux aux clapets,*
- *installer le chalumeau coupeur sur la poignée,*
- *vérifier les fuites entre le robinet de la bouteille et le manodétenteur,*
- *fermer les robinets de la poignée,*
- *ajuster les basses pressions sur les manodétenteurs,*
- *vérifier les fuites du manodétenteur à la poignée,*
- *fermer les robinets de chacune des bouteilles,*
- *ouvrir le robinet d'oxygène de la poignée (jusqu'à pression 0),*
- *ouvrir le robinet d'acétylène de la poignée (jusqu'à pression 0),*
- *annuler les ajustements basse pression sur les manodétenteurs.*

TP 5 : Exécution des travaux de coupage à l'horizontale e à la verticale sur des métaux

V.1. Objectif(s) visé(s) :

- Conformité avec le plan ou le croquis,
- Choix approprié des accessoires,
- Nettoyage approprié des coupes.

V.2. Durée du TP:

4 heures

V.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Poste de soudage oxyacéthylique,
- Table d'oxycoupage,
- Outils nécessaires.

V.4. Description du TP :

Le stagiaire doit oxycouper en position horizontale et verticale des morceaux des aciers de différentes épaisseurs en respectant les règles de santé et sécurité au travail.

V.5. Déroulement du TP :

Le stagiaire doit oxycouper des morceaux des aciers de différentes épaisseurs en position horizontale et verticale tels que :

- acier plat 50 x 50 x 6 mm
- acier plat 150 x 150 x 6 mm
- acier en profilé en L
- acier en profilé en H
- acier en profilé en [
- tubes

TP 6 : Evaluation de la qualité de coupes

VI.1. Objectif(s) visé(s) :

- Respect approprié des principaux paramètres

VI.2. Durée du TP:

2 heures

VI.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

b) Equipement :

- Tableaux avec différentes pièces coupes par l'oxycoupage
- Pièces coupés par l'oxycoupage

VI.4. Description du TP :

Le stagiaire doit évaluer selon critères soit à partir des tableaux soit des pièces coupes par l'oxycoupage la qualité des coupes.

VI.5. Déroulement du TP :

Le stagiaire doit évaluer la coupe des pièces oxycoupées.

Exemple des qualités et des défauts d'une coupe.

TP 7 : Montage d'un poste de soudage à l'arc

VII.1. Objectif(s) visé(s) :

- *Respect des techniques de démontage,*
- *Choix approprié des accessoires,*
- *Réglage précis des pressions.*

VII.2. Durée du TP:

4 heures

VII.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- *Poste à souder,*
- *Câbles,*
- *Cosses,*
- *Poigné porte électrode,*
- *Outils appropriés.*

VII.4. Description du TP :

Le stagiaire doit installer et monter adéquatement à partir du plan et du manuel d'instructions du poste à souder e à l'aide des composantes: les câbles et les cosses, le porte électrode, la pince de mise à la terre, etc.

VII.5. Déroulement du TP :

Avant de monter un poste de soudage à l'arc le stagiaire doit :

- *s'assurer que les câbles, les cosses et le porte-électrode sont calibrés en fonction de l'ampérage maximum du poste,*
- *respecter les règles de santé et sécurité au travail.*

Module 8 : OXYCOUPAGE ET SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE

EVALUATION DE FIN DE MODULE

OFPPT
EFP

MODULE 8 – OXYCOUPAGE ET SOUDAGE A L'ARC ELECTRIQUE

FICHE DE TRAVAIL

Stagiaire

Code :

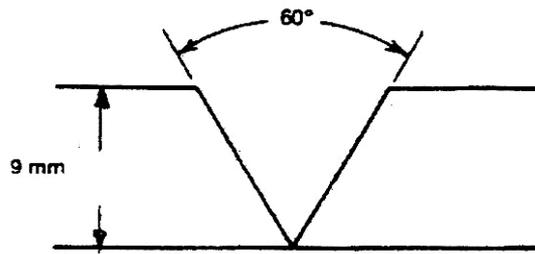
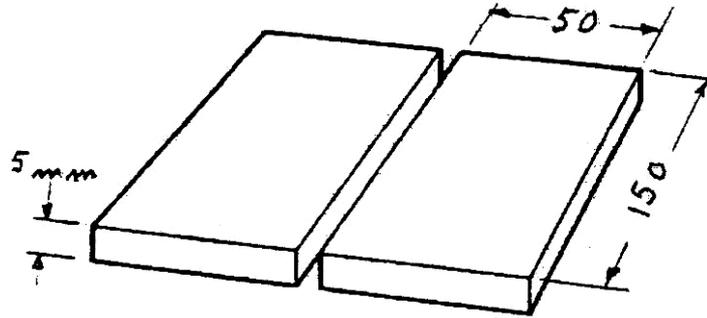
Formateur :

Durée : 4 heures

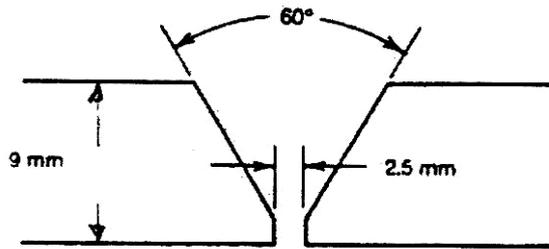
(A titre d'exemple !)

A partir du plan figure ci dessous le stagiaire doit pointer et souder à l'arc les pièces à l'aide :

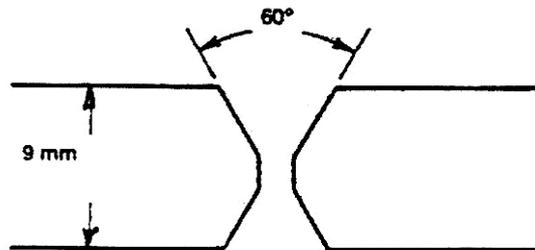
- des pièces déjà préparées
- des pièces suggérées suivantes :
 - plaque 150 x 50 x 5 ;
 - plaque 150 x 50 x 6 ;
 - plaque 150 x 50 x 10 ;
 - plaque 150 x 50 x 14 ;
 - profile en L 50 x 50 x 6 ;



Bord caractéristique



Bord d'épaupe ou terrain



Joint à double V

O.F.P.P.T.
E.F.P.

Filière : Electromécanique

Niveau : Qualification

Epreuve de fin de module

FICHE D'EVALUATION

Stagiaire :

Code :

N°	Description	Barème	Note
1	Interprétation exacte des directives	5	
2	Position précise et pointage des pièces	10	
3	Respect des techniques	20	
4	Nettoyage des soudures	5	
	TOTAL	40	

Liste des références bibliographiques.

Ouvrage	Auteur	Edition
<i>Guide du dessinateur industriel</i>	<i>A. CHEVALIER</i>	<i>HACHETTE</i>
<i>Dessin industriel</i>	<i>JENSEN</i>	<i>Mc Graw Hill</i>
<i>Initiation aux techniques industrielles</i>	<i>Gérald Hémond</i>	<i>Mc Graw Hill</i>
<i>Module Soudage, coupage à l'oxyacétylène</i>		<i>CEMEC</i>