

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REpubLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة

التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Génie Mécanique

Spécialité : Assemblages Soudés et Matériaux

Par : BOUTAHAR Mahdjoub
KEZZOULI Oualid

Sujet

**Etude et réalisation en mécano-soudage d'une plieuse
de tôles minces ep 1.5mm**

Soutenu publiquement, le 23/06 /2019, devant le jury composé de :

M.GUENIFED A. Halim	MAA	Univ. Tlemcen	Président
M. SEBAA fethi	MCA	Univ. Tlemcen	Directeur de mémoire
M.RAHOU Mohammed	MCA	ESSA Tlemcen	Co-Directeur de mémoire
M.ACHOUI Mohammed	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur 1
M.MANGOUCHIAhmed	MAA	Univ. Tlemcen	Examineur 2
M.MAATALAH Khaled	Responsable FM	Sogerhwitlemceen	Invité

Année Universitaire 2018/2019

Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier DIEU qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous présentons également à cette occasion nos chaleureux remerciements à notre encadreur M. SEBAA Fethi et à mon Co-encadreur M.RAHOU Mohammed pour l'aide honorable et infatigable qu'ils nous ont apporté en acceptant de superviser et de suivre notre travail, pour les conseils et les précieuses orientations.

Nous tenons aussi à remercier les membres du jury, particulièrement monsieur GUENIFED Abd El Halim qui nous a fait l'honneur de présider le jury, et messieurs les enseignants ACHOUI Mohammed et MANGOUCI Ahmed qui ont accepté d'examiner notre manuscrit.

Nos remerciements vont à tout le personnel que nous avons contacté durant notre stage au sein de l'entreprise SOGERHWIT et au-dessus d'eux M.MATALLAH Khaled, auprès desquelles nous avons trouvés l'accueil chaleureux, l'aide et l'assistance dont nous avons besoin.

Enfin nos remerciements vont aussi à tous nôtres camarades d'étude pour leur soutien moral et leur gentillesse. Comme nous remercions toute personne de près ou de loin qui nous ont aidés à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce projet aux êtres les plus chers à mon cœur

la meilleur de toutes les mères qui m'a soutenu durant toute ma vie, qui m'a aidé durant mes première années d'études, qui m'a appris à aimer le travail et le bon comportement, pour son

Amour infini et sa bienveillance jour et nuit

je souhaite prouver mon grand remerciement qui ne sera jamais suffisant à elle que j'espère

De la rendre fière par ce travail

Mon très cher père Miloud

pour être le bon exemple de père par son soutien, ses encouragements et aides des premiers

Pas d'étude jusqu'à ce jour

Mes chers frères et sœurs Said ; Sakina ; Souad

Mes chers amis

Belkheir ; Djamal ; Sidi ali ; Salah ; Moussa ;

Que dieu vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous

Comblé de bonheur

BOUTAHAR Mahdjoub

Dédicaces

Je dédie ce projet aux êtres les plus chers à mon cœur

La meilleure de toutes les mères qui m'a soutenu durant toute ma vie, qui m'a aidé durant mes premières années d'études, qui m'a appris à aimer le travail et le bon comportement, pour son amour infini et sa bienveillance jour et nuit

Je souhaite prouver mon grand remerciement qui ne sera jamais suffisant à elle que j'espère

De la rendre fière par ce travail

Mon très cher père Lakhdar

Pour être le bon exemple de père par son soutien, ses encouragements et aides des premiers

Pas d'étude jusqu'à ce jour

Ma petite chère sœur Dounia

Tous mes chers amis

Que dieu vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous

Comblé de bonheur

KEZZOULI Oualid

Résumé

Le pliage est un cintrage de très faible rayon obtenu par un effort de flexion localisé ; c'est une opération de mise en forme en partant d'une surface plane pour obtenir un angle choisi.

Les plieuses sont largement utilisées dans le milieu industriel consacré à la déformation à froid des tôles minces.

Le but de notre travail est l'étude et la réalisation en mécano soudage d'une plieuse manuelle de tôles ép. 1.5mm.

Afin d'atteindre cet objectif, ce mémoire est développé en deux parties.

La première partie présente les différents procédés de soudage et leurs paramètres plus précisément le soudage à l'électrode enrobée.

La deuxième partie décrit des étapes de réalisation du prototype de la plieuse de tôles minces après l'élaboration des dessins techniques.

Abstract

Folding is a very small radius bending obtained by a localized bending force; it's a shaping operation from a flat surface to obtain a selected angle.

Folders are widely used in the industrial sector devoted to the cold deformation of thin sheets.

The goal of our work is the study and realization in mechanic welding of a manual sheet bending machine. 1.5mm.

In order to achieve this goal, this thesis is developed in two parts.

The first part presents the various welding processes and their parameters more precisely the welding with the coated electrode.

The second part describes stages of realization of the prototype of the thin sheet bender after the elaboration of the technical drawings.

ملخص

الطي عبارة عن ثني بنصف قطر صغير جداً يتم الحصول عليه من خلال جهد ثني متمرکز، عملية التشكيل تبدأ من سطح مستوى للحصول على الزاوية المختارة.

يستخدم القطاع الصناعي على نطاق واسع آلات الطي المكرس لطي الصفائح الرقيقة .

الهدف من عملنا هو انجاز و تطبيق اللحام الميكانيكي لآلة الثني اليدوية 1.5 مم .

تم تطوير هذا العمل في جزأين ، الجزء الأول يتكلم عن مختلف عمليات اللحام ومعلماتها وبالتحديد القطب الكهربائي المطلي.

الجزء الثاني يتحدث عن خطوات تنفيذ النموذج الأولي للجهاز بعد وضع الرسومات التقنية.

Liste des figures

CHAPITRE 1

Figure 1.1 : Raccord des tuyaux.....	5
Figure 1.2 : Soudage en angle.....	6
Figure 1.3 : Morphologie d'un cordon de soudure d'angle.....	8
Figure 1.4 : Installation de soudage OA.....	10
Figure 1.5 : Schéma d'installation manuel pour soudage MIG-M.....	12
Figure 1.6 : Transfert du m.....	13
Figure 1.7 : Installation manuelle pour soudage TIG.....	14
Figure 1.8 : Transfert du métal TIG.....	15
Figure 1.9 : Soudure par résistance.....	16
Figure 1.10 : Cycle thermique de soudage par résistance.....	17
Figure 1.11 : Installation pour soudage à l'électrode enrobé.....	19
Figure 1.12 : Eléments de l'électro.....	20
Figure 1.13 : Marquage d'une électrode enrobé.....	20
Figure 1.14 : Schéma du mécanisme de soudage avec électrode enrobé.....	21
Figure 1.15 : Etuvages des électrodes enrobées.....	22
Figure 1.16 : Polarité(+)......	24
Figure 1.17 : Polarité (-)......	24
Figure 1.18 : Composants du poste de soudage statique/rotatif.....	25

CHAPITRE 2

Figure 2.1 : Déformation des fibres.....	30
Figure 2.2 : Pliage manuel par pression.....	31
Figure 2.3 : Pliage mécanique.....	31
Figure 2.4 : Contre-vé et vé en pliage.....	32
Figure 2.5 : Plieuse à pliage par encastrement.....	33
Figure 2.6 : Pliage par cambrage en U.....	33
Figure 2.7 : Outil de pliage en air.....	34
Figure 2.8 : Outil de pliage en frappe.....	34
Figure 2.9 : Retour élastique lors du pliage.....	35

Figure 2.10 : Presse plieuse hydraulique (Agro industrie).....	36
Figure 2.11 : Presse plieuse mécanique.....	36
Figure 2.12 : Plieuse manuelle.....	37
Figure 2.13 : Plieuse à sommier.....	38

CHAPITRE 3

Figure 3.1 : Traçage des tôles.....	49
Figure 3.2 : Découpage avec Tronçonneuse.....	49
Figure. 3.3 : Perçage des poutrelles.....	50
Figure 3.4 : Chariotage.....	50
Figure 3.5 : Taraudage.....	51
Figure 3.6 : Supports assemblé.....	52
Figure 3.7 : Traverse de l'arbre qui porte les engrenages verticalement.....	52
Figure 3.8 : Roue dentée avec tige fileté.....	53
Figure 3.9 : Assemblage des poutrelles UPM.....	53
Figure 3.10 : Cadre de la plieuse.....	54
Figure 3.11 : Engrenages coniques.....	54
Figure 3.12 : Montage de cadre de la plieuse.....	55
Figure 3.13 : Plieuse.....	55

Liste des tableaux

CHAPITRE 1

Tableau 1.1 : Représentation graphique des déplacements du chalumeau.....	11
Tableau 1.2 : Avantages et inconvénients MIG-MAG.....	13
Tableau 1.3 : Avantages et inconvénients TIG.....	15
Tableau 1.4 : Avantages et inconvénient par résistance.....	18
Tableau 1.5 : Intensité moyenne de soudage on fonction du diamètre d'électrode enrobée et l'épaisseur d'enrobage.....	23

Liste des Symboles

AISI : American Iron and Steel Institute

Cr : Chrome

Cu : Cuivre

Ti : Titane

Mo : Molybdène

316L : Acier low carbone

ZF : Zone fondu

ZAT : Zone affecté thermiquement

OA : Oxya acétylénique

MIG : Métal inerte gaz

TIG : Tungstène inerte gaz

Sommaire

	Page
Introduction générale	2
Chapitre 1 : Procédés de soudage	
1. Histoire de soudage	4
2. Généralité sur le soudage	5
3. Soudage oxyacétylénique.....	9
3.1 Définition	9
3.2 Principe du procédé.....	9
3.2.1 Brasage.....	9
3.2.2. Soudo-brasage	9
3.2.3. Soudage.....	10
3.3 Opérations de soudage.....	10
3.4. Domaine d'application	11
4. Procédé de soudage MIG-MAG.....	12
4.1. Définition.....	12
4.2. Principe du procédé.....	13
4.3. Avantages et inconvénients	13
4.4. Domaine d'application	14
5. Procédé de soudage TIG.....	14
5.1. Définition	14

5.2. Principe du procédé	14
5.3. Avantages et inconvénient	15
5.4. Domaine d'application	16
6. Soudage par résistance.....	16
6.1. Définition.....	16
6.2. Principe du procédé.....	17
6.3. Avantages et inconvénients	18
6.4. Domaine d'application	18
7. soudage à l'arc à l'électrode enrobée	18
7.1. Définition	18
7.2. Principe du procédé	19
7.3. Généralité sur les électrodes enrobées.....	19
7.3.1. Constituants des électrodes enrobées.....	19
7.3.2 Classification des enrobages des électrodes enrobées.....	20
7.3.3 Rôle des enrobages.....	21
7.3.4 Étuvage des électrodes enrobées	22
7.3.5. Choix de l'électrode.....	22
7.4. Paramètres de soudage en fonction du diamètre d'électrode enrobée	22
7.5. Polarité de l'électrode enrobée.....	23
7.6. Générateurs de soudage à l'électrode enrobée.....	25
7.6.1. Types de générateurs	25

7.6.2. Composition du Poste de soudage.....	25
7.7. Avantages et inconvénient	26
7.7.1. Avantages	26
7.7.2. Inconvénients.....	26
7.8. Domaine d’application	26
7.8.1 Applications légères	26
7.8.2. Applications intensives.....	27
7.9. Sécurité.....	27
Chapitre 2 : Etude de la plieuse de tôle mince	
1. Introduction.....	29
2. Pliage de tôle mince.....	29
3. Objectif de pliage	29
4. Technique	29
5. Principe de pliage	30
5.1. Manuellement	31
5.2. Mécaniquement.....	31
6. Mode de déformation.....	32
6.1. Pliage en vé (en l’air ou en frappe).....	32
6.2. Pliage par encastrement (plieuse à sommier)	32
6.3. Pliage par cambrage en U (emboutissage)	33
7. Principales différences entre pliage en air et pliage en frappe.....	34

7.1 Pliage en l'air	34
7.2 Pliage en frappe.....	34
8. Retour élastique	35
9. Avantages de plieuse	35
10. Différents machines de pliage	35
10.1. Presse plieuse.....	35
10.1.1. Hydraulique	36
10.1.2. Mécanique.....	36
10.2. Plieuse universelle (manuelle)	37
11. Principe de fonctionnement.....	37
Dessin technique : d'ensemble et de définition	
Chapitre 3 : Réalisation de la plieuse de tôle	
1. Matière première	48
2. Matériel requis	48
3. Etapes de réalisation	48
3.1. Traçage et découpage	48
3.2. Perçage des poutrelles UPN.....	50
3.3. Usinage de l'arbre de transmission de mouvement	50
3.4. Opération de taraudage.	51
3.5. Assemblage.....	52
3.5.1. Assemblage par soudage	52

3.5.2. Assemblage l'ossature de la plieuse	53
3.6. Montage.....	54
4. Etat final.....	55
5. Installation plieuse	56
6. Fiche technique.....	56
7. Fonctionnement.....	56
Conclusion	58
Annexe	
Présentation de l'entreprise	60
Référence bibliographique	62

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique.

L'obtention de ces pièces peuvent être de différentes manières, l'une de ces méthodes est par fusion. Le soudage est le plus utilisé dans cette méthode, il occupe une place importante dans toutes les branches d'industrie. Il consiste à fusionner deux pièces en les rendant localement liquide, ce procédé peut aussi être considéré comme une technique d'assemblage. Parmi les procédés de soudage par chauffage, on trouve le soudage à l'arc électrique, cette technique est la plus connue et la plus utilisée dans l'industrie.

Il existe aussi d'autres méthodes telles que l'obtention de pièces métalliques par déformation. Cette dernière consiste à plier à froid le matériau jusqu'à obtenir la forme désirée. Le pliage par exemple est parmi les moyens plus connus dans ce domaine, une technique utilisée dans l'industrie pour plier la tôle de façon rectiligne, à l'aide d'une machine : la plieuse.

Le but de ce travail est l'étude et la réalisation en mécano soudage d'une plieuse de tôles minces d'une épaisseur inférieure ou égale à 1,5 mm.

Le mémoire est composé de trois chapitres.

Le premier chapitre rassemble des informations bibliographiques sur les différents procédés de soudage les plus utilisables dans l'industrie, leurs principes, avantages et inconvénients et aussi leurs domaines d'activité.

Le deuxième chapitre traite l'étude de la plieuse par les différents types, choix de la machine, l'objectif à atteindre, le mode de fonctionnement et les dessins d'ensemble et de définition.

Le troisième chapitre concerne la réalisation de la plieuse par une présentation sommaire du processus de fabrication.

A la fin du manuscrit, une conclusion générale est présentée avec une annexe.

Chapitre 1

Procédés de Soudage

1. Histoire de soudage

L'origine du soudage remonte à l'âge des métaux :

- À l'âge de bronze on soudait à la poche
- À l'âge de fer on soudait à la forge.

Jusqu'au milieu du 19ème siècle, les procédés de soudage évoluent peu. Vers 1850 on commence à se servir du gaz pour chauffer les métaux à souder.

Fin 19ème : mise en œuvre de nouveaux procédés :

- Le soudage oxyacétylénique
- Le soudage aluminothermique
- Le soudage à l'arc électrique
- Le soudage par résistance

Ces procédés connaîtront leur essor industriel vers 1920.

Début du 20ème siècle : le soudage se répand dans tous les secteurs industriels.

Conséquence : une modification importante dans la conception et la réalisation des objets.

Exemple : l'utilisation pour les ponts de PRS (Poutres reconstituées soudées) de grandes dimensions et fortes épaisseurs. Le soudage devient indissociable du développement de nombreux secteurs économiques.

Dans les années trente, le champ d'application du soudage s'élargit : construction navale, automobile, aéronautique. Un nouveau métier est apparu : celui de soudeur. Il devient nécessaire de former les ouvriers et d'organiser des cours. Le CAP de soudeur est créé en 1931.

Pendant des années, le soudage ne cesse d'évoluer sur le plan technologique
Industrialisation de principes physiques : faisceau d'électrons, soudage au laser et aux Ultra-sons.

Découvertes involontaires : le soudage par explosion et par diffusion.

Introduction croissante de la micro-électronique dans les équipements de soudage et développement de la robotisation, d'où une amélioration de la qualité et de la productivité.

Depuis ces dix dernières années, les innovations portent moins sur les procédés mêmes, que sur le matériel de soudage et les matériaux d'apport. Ainsi que sur les méthodes et conditions de travail, qui continuent de s'améliorer, notamment en matière d'hygiène et de Sécurité [1].

2. Généralité sur le soudage

Dans le grand public, on connaît en général le brasage du cuivre utilisé en plomberie. Il s'agit de brasage dit « fort ». La figure ci-contre représente un raccord : deux tuyaux sont emboîtés l'un dans l'autre. L'extrémité du tuyau mâle est enduite d'une pâte appelée « flux », puis les tuyaux sont emboîtés et chauffés au chalumeau. Une fois les pièces portées au rouge, on retire la flamme puis on approche la baguette de métal d'apport.

Le métal d'apport fond au contact des pièces chaudes et pénètre entre les tuyaux par capillarité, aidé par le flux. Sur les tuyaux de grand diamètre, il n'est pas toujours possible d'avoir une température homogène, ce qui oblige à progresser autour du raccord, le chalumeau précédant la baguette.

La figure 1.1 représente un raccord deux tuyaux sont emboîtés

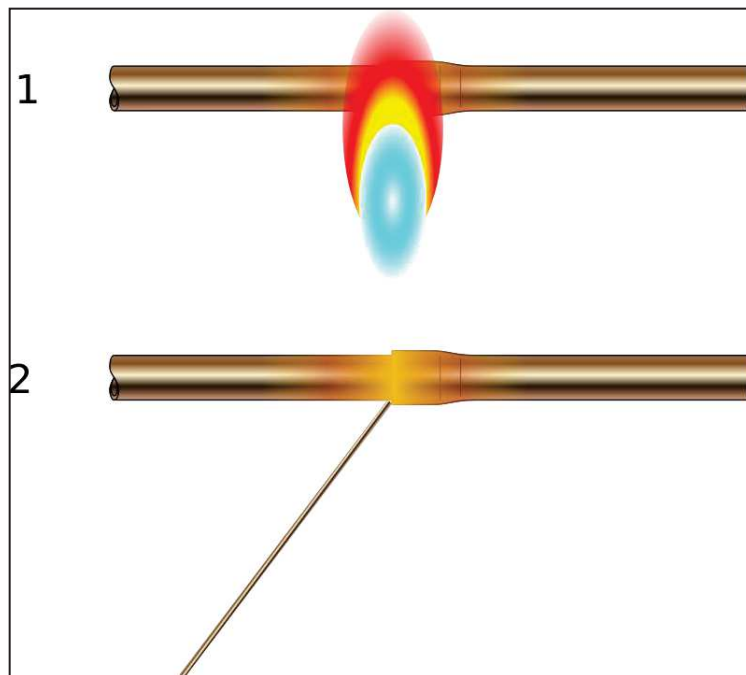


Fig. 1.1. Un raccord deux tuyaux [5]

1. Chauffage des pièces ;
2. Fusion du métal d'apport au contact des pièces chaudes ;

Le soudage, lui consiste à faire fondre les pièces à assembler, le métal de base, ainsi qu'un métal d'apport sous forme de fil ou de baguette. Le chauffage peut être assuré par différentes sources d'énergie, les plus courantes étant la flamme (chalumeau) et l'arc électrique (éclair entre une électrode et le métal).

La figure 1.2 représente soudage en angle.

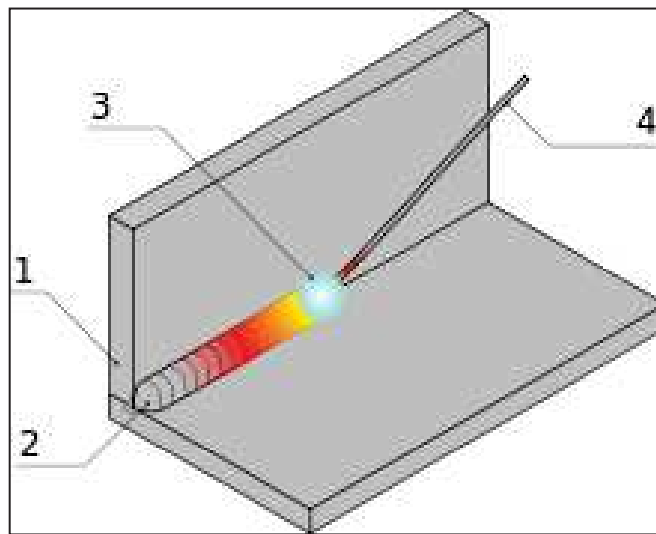


Fig.1.2.soudage en angle [5]

1. Métal de base.
2. Cordon de soudure.
3. Source d'énergie.
4. Métal d'apport.

Mais on peut aussi utiliser l'effet joule, l'induction électromagnétique, l'échauffement par friction, un laser, ...

Le chauffage doit être suffisant pour faire fondre les métaux (température du liquidus)

Bronze : 900 à 1 085 °C (selon la composition) ;

Acier : 1 380 à 1 538 °C (1 450 °C pour l'AISI 321/X6CrNiTi18-10, 1 400 °C pour l'AISI 316L/X2CrNiMo17-12-2) ;

- Alliage d'aluminium : 500 à 660 °C ;

- Alliage de nickel : 940 à 1 660 °C ;

- Alliage de titane : 950 à 1 670 °C ;

À partir d'une certaine épaisseur, il est nécessaire de biseauter le bord des tôles faire des chanfreins afin d'avoir une bonne pénétration de la soudure, sinon, on effectue juste un « collage ». Le chanfreinage se fait à la meule ou au chalumeau d'oxycoupage, ou bien avec une machine dédiée (chanfreineuse).

On peut faire plusieurs passes de soudure afin d'avoir un cordon suffisamment épais. Il peut être nécessaire de meuler entre chaque passe afin d'enlever des impuretés.

À haute température, le métal réagit avec l'air, il s'oxyde. Pour éviter cela, on peut projeter une atmosphère protectrice ou bien ajouter un produit qui va former un nuage de vapeur protectrice sous l'effet de la chaleur. Il peut être nécessaire de protéger l'envers de la soudure lors de la première passe (le bain de fusion est en contact avec l'air de l'autre côté de la tôle) ; s'il s'agit d'une capacité (réservoir) ou d'un tuyau, il peut être nécessaire de remplir le volume intérieur d'un gaz inerte (typiquement argon, azote ou hélium), opération dite « d'inertage ». Le débit doit être suffisant pour que l'opération ne dure pas trop longtemps (typiquement 5 minutes à une demi-heure), mais pas trop important pour ne pas brasser les gaz et bien avoir une couche qui pousse l'autre ; il faut également veiller à ne pas avoir de surpression qui repousserait le bain de fusion. On peut effectuer un cambrage, c'est-à-dire limiter le volume à remplir par des vessies gonflables ou bien un film soluble dans l'eau ce qui permet de l'éliminer par un simple rinçage ou bien lors de l'épreuve de pression pour diminuer la consommation de gaz et la durée de l'opération.

Cela explique la diversité des procédés de soudage :

- soudage au chalumeau ;
- soudage à l'arc électrique ;
- l'électrode étant le fil ou la baguette du métal d'apport,
- une atmosphère gazeuse,
- avec un produit d'apport qui enrobe ou est fourré dans le métal d'apport,
- l'électrode étant une baguette qui ne fond pas (en tungstène) ;

Vu en coupe, le cordon de soudure présente :

- une zone fondue (ZF) : c'est la partie du métal de base qui a fondu et s'est mélangé avec le métal d'apport pour former le bain de fusion, puis qui s'est solidifié en refroidissant ;
- une zone affectée thermiquement (ZAT) qui entoure la zone fondue : dans cette zone, le métal de base n'a pas fondu, mais il a été altéré par le chauffage ;

La figure.1.3 représente Morphologie d'un cordon de soudure d'angle.

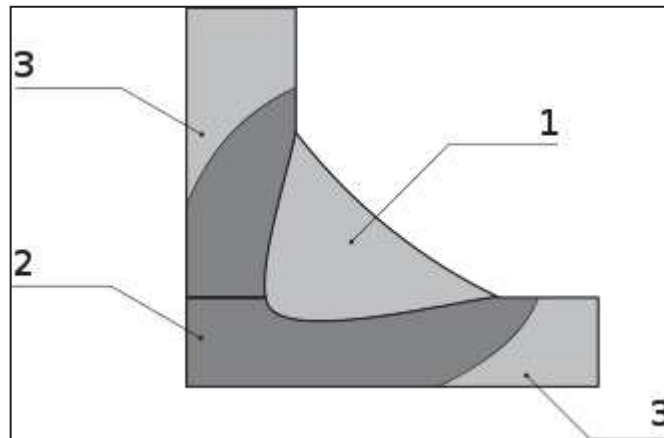


Fig.1.3. Morphologie d'un cordon de soudure d'angle [5]

1. Zone fondue (ZF)
2. zone affectée thermiquement (ZAT)
3. métal de base

Plusieurs problèmes peuvent se poser lors du soudage :

- mauvaise fusion du métal, mauvaise pénétration du bain de soudure entre les tôles ;
- formation de phases métalliques fragiles lors de la solidification et du refroidissement, provoquant de la fissuration à chaud ou à froid ;
- présence d'inclusions (particules provenant du procédé de soudage) ;
- formation de bulles de gaz, de criques ;
- oxydation du métal, provoquant des amas noirs et irréguliers (rochage) ;
- en soudage à l'arc, déviation de l'arc par le champ magnétique (soufflage) ;

Par ailleurs, le chauffage important et le phénomène de retrait à la solidification provoquent des déformations des pièces ainsi que des contraintes résiduelles (tensions internes à la matière). On essaie de limiter la déformation

- en choisissant bien la forme des pièces à souder et la position du joint de soudure ;
- en effectuant un pointage, c'est-à-dire en commençant par des points de soudure espacés qui vont tenir les pièces pendant la réalisation du cordon ;
- éventuellement en soudant une pièce de renfort qui sera ensuite enlevée ;

Pour réduire les contraintes résiduelles, on peut effectuer un traitement thermique après soudage un chauffage modéré suivi d'un refroidissement lent (traitement de recuit). [5]

3. Soudage oxyacétylénique

3.1 Définition

Le soudage Oxyacétylénique est un procédé de soudure à la flamme. Le soudage est réalisé à partir de la chaleur d'une flamme née de la combustion d'un gaz combustible l'acétylène -C₂H₂ avec un gaz comburant d'oxygène -O₂. La température de la flamme peut atteindre les 3200 ° Celsius, lorsque le mélange C₂H₂ et O₂ est correctement équilibré dans le chalumeau. Le métal d'apport (baguette de fil dressé de Ø 0,8 mm à Ø 4,0 mm) est amené manuellement dans le bain de fusion. On peut souder « en bord à bord ». L'énergie calorifique de la flamme fait fondre localement la pièce à assembler et le fil d'apport pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure.[6]

3.2 Principe du procédé

3.2.1 Brasage

Il s'agit d'une opération d'assemblage rendue possible par la présence d'un métal d'apport différent assemblage à partir des métaux de base. Le brasage s'effectue à la température de fusion du métal d'apport, laquelle est inférieure à celle du métal de base. La zone d'assemblage, ou dans certains cas les deux pièces à assembler, doivent atteindre cette température.[6]

3.2.2. Soudo-brasage

Il s'agit d'une opération d'assemblage par étapes utilisant une procédure technique similaire à celle du soudage.

Le métal d'apport, réalisé à partir de laiton, entre en fusion à une température comprise entre 800 et 930 °C (en fonction des alliages utilisés) : cette température est capable de limiter la déformation des plaques de fines épaisseurs, et ainsi de réduire l'évaporation du zinc lors de l'assemblage de pièces galvanisées.

Il est nécessaire d'utiliser une bande de recouvrement afin de favoriser le mouillage du métal d'apport (à appliquer sous forme de poudre, de pâte ou directement sur la baguette).[6]

3.2.3. Soudage

Il s'agit d'une opération d'assemblage selon laquelle des pièces métalliques, appelées bases de métal, sont assemblées après fusion afin de former le « joint de soudure ». Après planage, le soudage s'effectue avec ou sans métal d'apport, généralement de type identique au métal de base.[6]

La figure.1.4 représente installation de soudage OA.

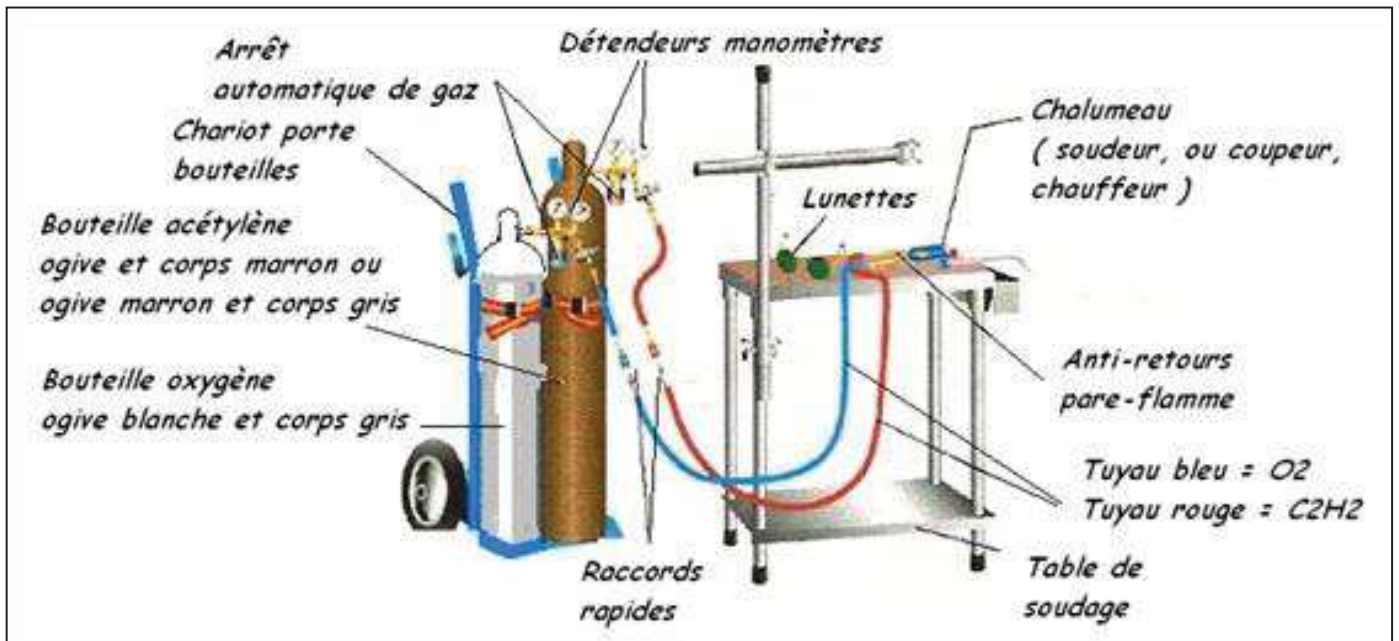


Fig.1.4. Installation de soudage OA[6]

3.3 Opérations de soudage

Les deux sens de déplacement du chalumeau de soudage sont :

- Le soudage à gauche / en avant ;
- Le soudage à droite / en arrière ;

Le tableau 1.1. Illustre le schéma graphique et les avantages et inconvénients des deux sens de déplacement.

Tableau 1.1 : Représentation graphique des déplacements du chalumeau [4]

LE SOUDAGE A GAUCHE / EN AVANT	
Representation graphique	Avantages et inconvénients
<p>The diagram shows a torch being used to weld a joint. The torch is positioned to the right of the joint, and the welding direction is indicated by an arrow pointing to the left, labeled 'Sens de soudage'. The torch is tilted at an angle of 50° to 70° relative to the workpiece. The electrode is held at a 45° angle to the workpiece. The weld pool is visible in front of the torch. A URL http://www.chez.com/soudage2000 is visible at the bottom of the diagram.</p>	<p>La méthode à gauche permet d'obtenir des cordons de très bel aspect. La pénétration est améliorée.</p>
LE SOUDAGE A DROITE / EN ARRIERE	
<p>The diagram shows a torch being used to weld a joint. The torch is positioned to the left of the joint, and the welding direction is indicated by an arrow pointing to the left, labeled 'Sens de soudage'. The torch is tilted at an angle of 45° relative to the workpiece. The electrode is held at a 45° angle to the workpiece. The weld pool is visible behind the torch. A URL http://www.chez.com/soudage2000 is visible at the bottom of the diagram.</p>	<p>La méthode à droite permet d'obtenir des vitesses de soudage plus importantes, une bonne maîtrise de la pénétration du cordon, un aspect des cordons satisfaisant.</p>

3.4. Domaine d'application

Ce procédé est aujourd'hui utilisé par les plombiers, les chauffagistes, les frigoristes, les fabricants de métaux, les serruriers et les bricoleurs. Il s'agit le plus souvent de brasage ou de soudo-brasage. Quant au coupage oxy-flamme, il est notamment utilisé dans les industries de démolition d'ouvrages métalliques. Ce procédé fait appel à une flamme oxy-combustible et à de l'oxygène pur comme jet de coupage pour séparer le métal.[4]

4. Procédé de soudage MIG-MAG

4.1. Définition

Le soudage MIG-MAG est un procédé de soudage semi-automatique. La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate dans une atmosphère de protection entre un fil électrode fusible et les pièces à assembler.[2]

La figure.1.5 représente Schéma d'installation manuel pour soudage MIG-MAG

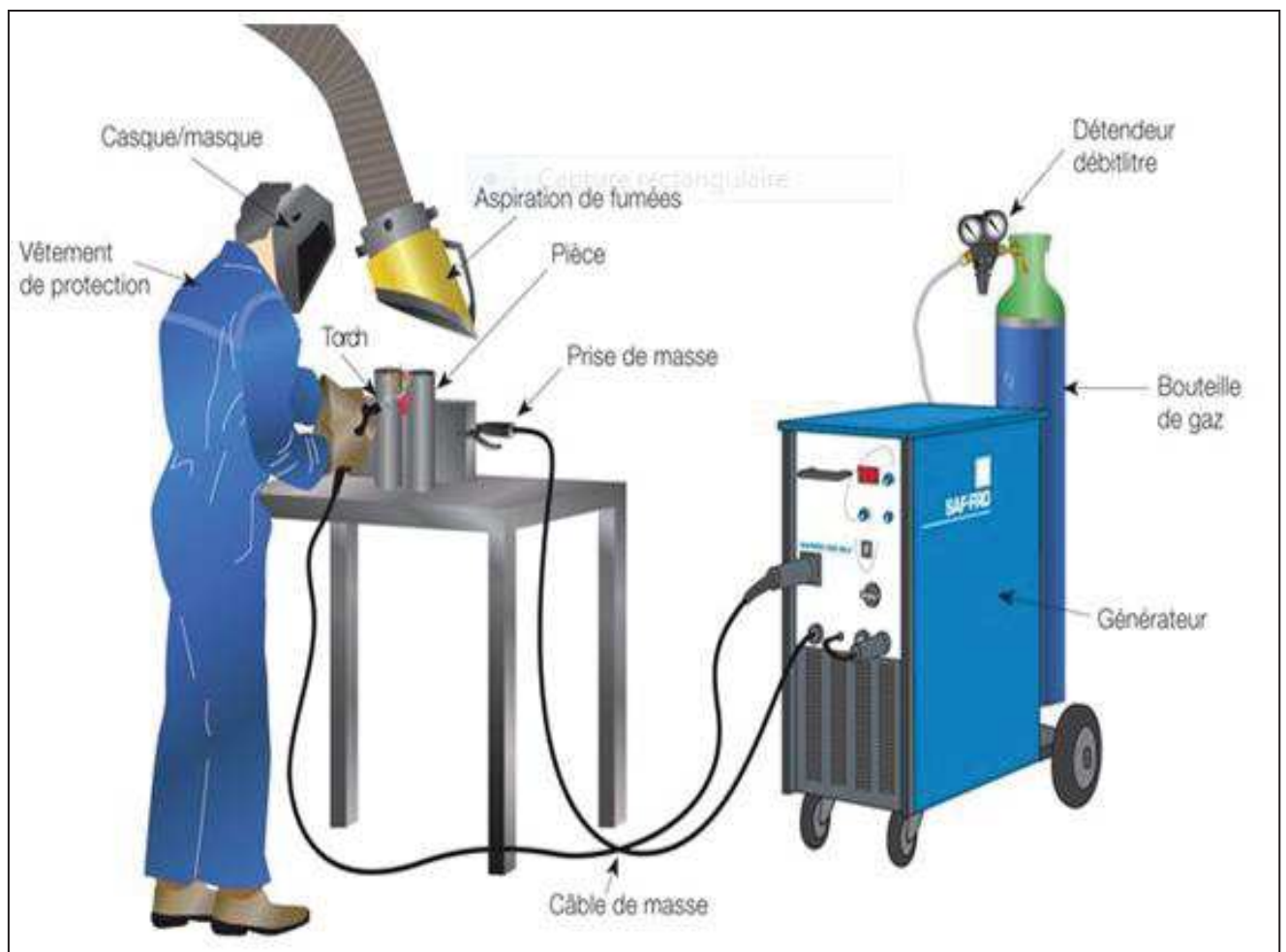


Fig.1.5. Schéma d'installation manuel pour soudage MIG-MAG [2]

4.2. Principe du procédé

Ce procédé implique la fusion des métaux au moyen d'une chaleur intense générée par un arc électrique entre les métaux à assembler et un fil d'apport (massif ou fourré). Le fil entre progressivement en fusion selon une vitesse identique à sa vitesse d'apport depuis la tête de soudage, et contribue en partie à la formation du bain de fusion. L'arc et le bain de fusion sont protégés des agents contaminants présents dans l'atmosphère au moyen d'un gaz inerte (non réactif). [2]

La figure.1.6 représente Transfert métal de procédé MIG-MAG

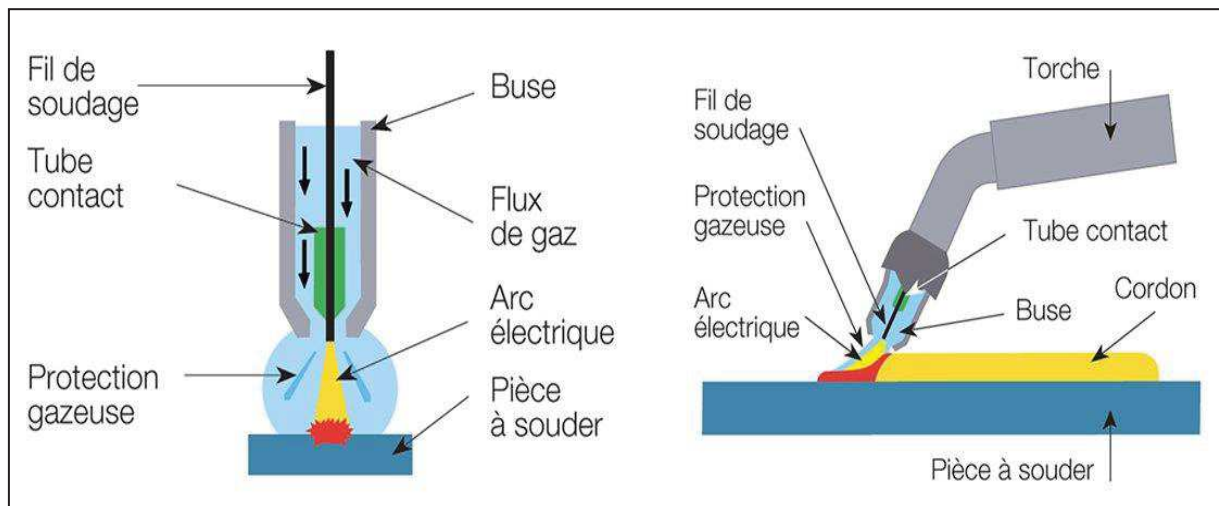


Fig.1.6. Transfert du métal [2]

4.3. Avantages et inconvénients

Le tableau 1.2. Représente les avantages et les inconvénients du procédé MIG-MAG.

Tableau 1.2 : Avantages et inconvénients MIG-MAG [5]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Bobine de fil (soudage en continu) ; - Productivité importante ; - Peu de fumée ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Bouteille de gaz de soudage ; - Soudage en intérieur (éviter les courants d'air) ; - Pénétration à maîtriser (sinon collage) ;

4.4. Domaine d'application

Le soudage MIG (sous gaz inerte) ou MAG (sous gaz actif) est un procédé semi-automatisé, largement répandu dans de nombreux secteurs industriels, notamment la construction de navires, de chemins de fer, ou encore la fabrication d'équipements lourds ou d'usine.[5]

5. Procédé de soudage TIG

5.1. Définition

Le soudage TIG est un procédé de soudage à l'arc avec une électrode non fusible, en présence d'un métal d'apport si besoin. TIG est un acronyme de Tungstène Inerte Gaz, où Tungstène (Tungstène) désigne l'électrode et Inerte Gaz (Gaz inerte) le type de gaz plasmagène utilisé.[2]

La figure.1.7 représente Installation manuelle pour soudage TIG.

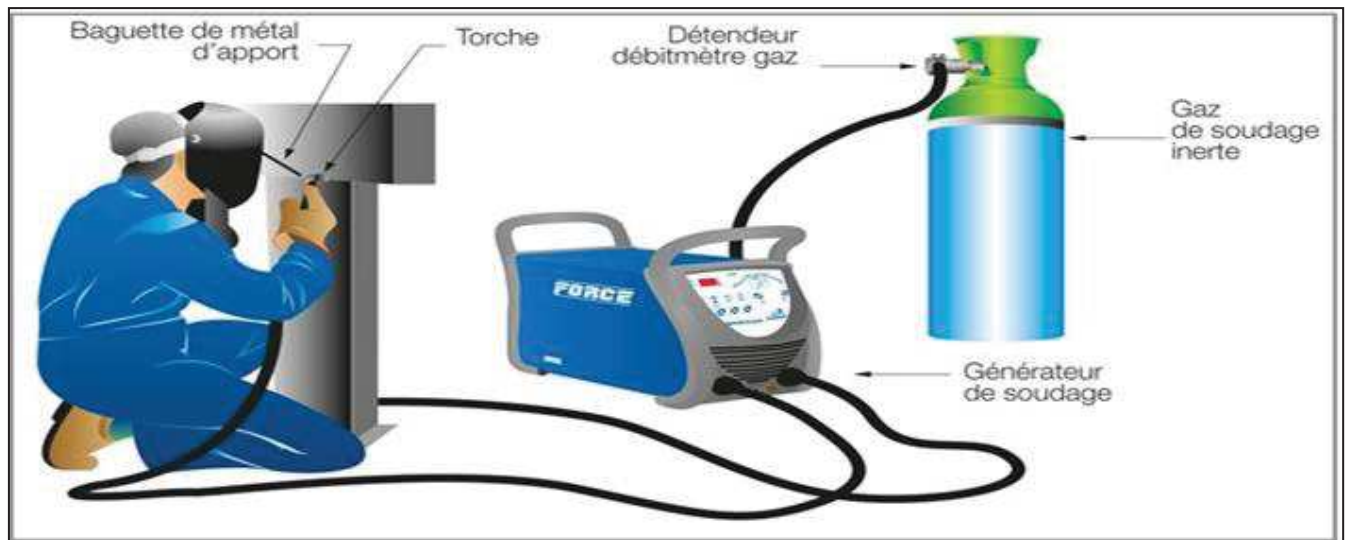


Fig.1.7. Installation manuelle pour soudage TIG [2]

5.2. Principe du procédé

Le soudage TIG exploite la chaleur générée par un arc électrique entre les métaux à assembler et utilise une électrode tungstène, située au niveau de la torche de soudage. La zone de l'arc est ensuite entourée d'une enveloppe de gaz inerte afin de protéger le bain de fusion et l'électrode tungstène.

Le soudeur apporte directement à la main le métal d'apport, sous forme de baguette, dans le bain de fusion.

Le soudage TIG est parfaitement adapté aux plaques métal d'une épaisseur comprise entre 8 et 10 mm. [4]

La figure.1.8 représente le transfert du métal procédé TIG

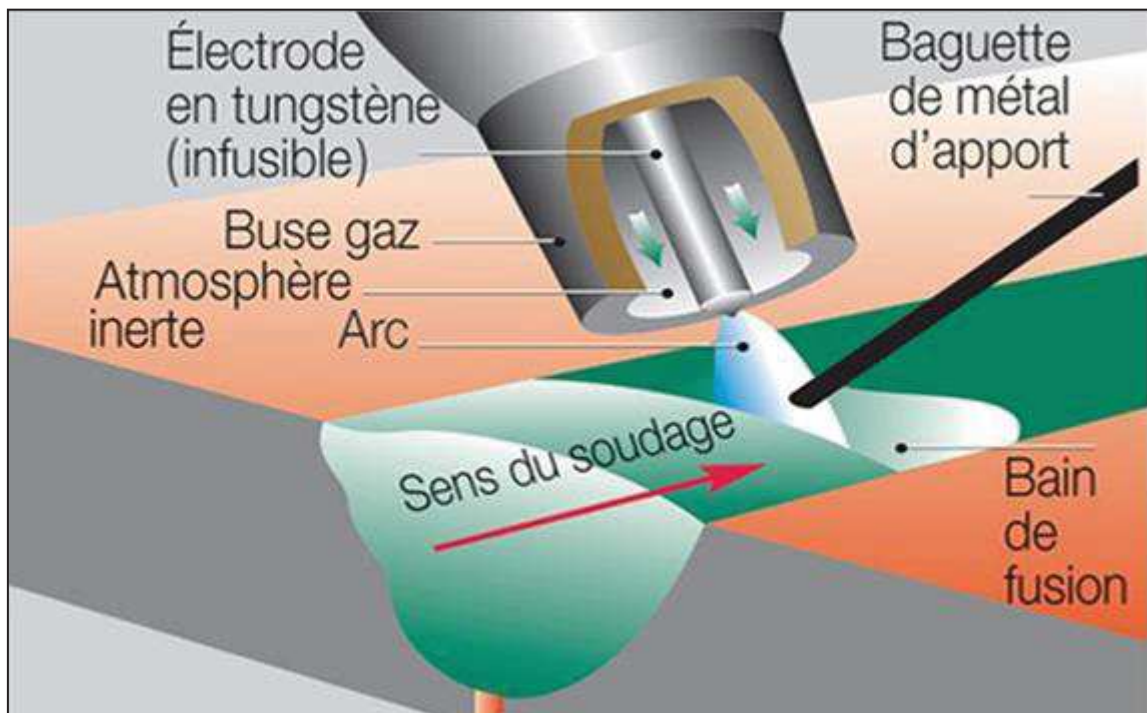


Fig.1.8. Transfert du métal TIG [4]

5.3. Avantages et inconvénient

Le tableau.1.3. Présente les avantages et inconvénients du procédé TIG

Tableau 1.3 : Avantages et inconvénients [2]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Travail fin et précis ; - Large gamme d'épaisseur ; - Très bonnes qualités de joint ; - Bonnes caractéristiques mécaniques ; - Soudage dans toutes les positions ; - Aspect de cordon très correct ; - Procédé automatisable ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Déconseillé avec les environnements poussiéreux et enfumés ; - Coût des équipements ; - Procédé de soudage lent ; - Préparation de joints à partir de 3 mm ; - Déformations des pièces soudées ;

5.4. Domaine d'application

Le procédé de soudage TIG permet d'obtenir des soudures de très haute qualité, et répond parfaitement aux besoins des applications les plus exigeantes, notamment la chaudronnerie, la pose de pipelines, ou la fabrication de réservoirs pour l'industrie agroalimentaire et l'aviation. [5]

6. Soudage par résistance

6.1. Définition

Le soudage par résistance électrique ¹ est un moyen d'assemblage indémontable de tôles, entre elles, mais aussi d'écrous, vis, gougeons, sur une tôle, celles-ci peuvent être indifféremment d'acier, d'acier galvanisé ou électro-zingué, d'aluminium mais aussi de cuivre (faible épaisseur), laiton, zinc, nickel, or, argent, plomb.

Ce mode d'assemblage est très répandu dans l'industrie automobile et aéronautique. [7]

La figure.1.9 représente soudure par résistance

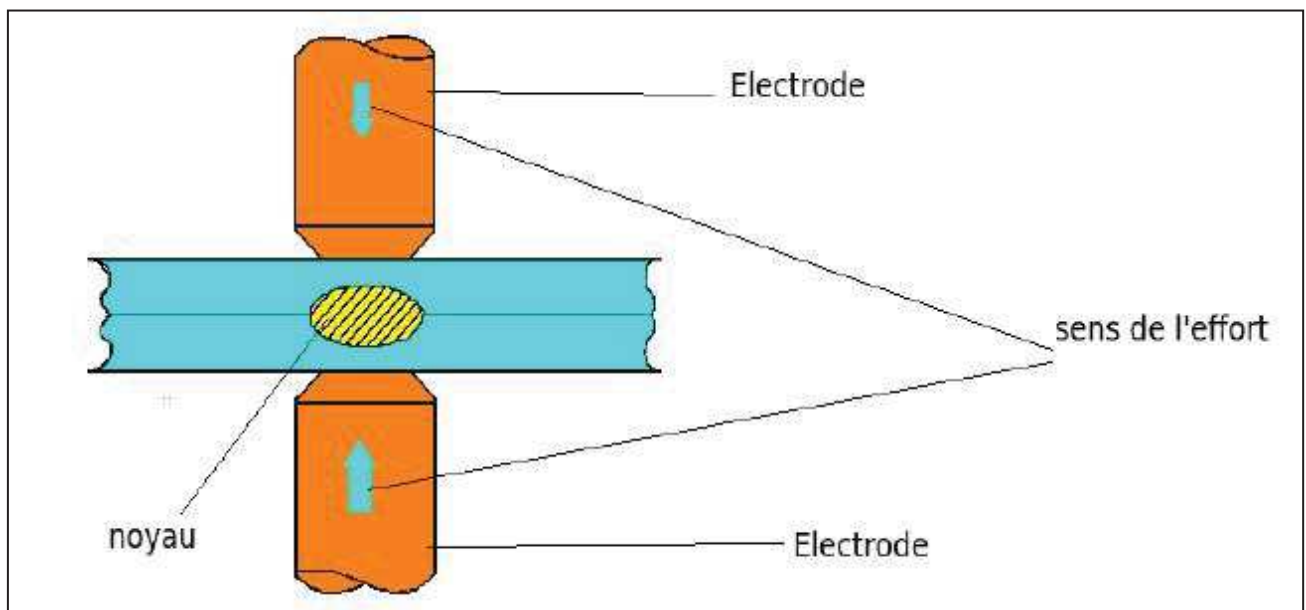


Fig.1.9 Soudure par résistance [7]

6.2. Principe du soudage par résistance

Le procédé de soudage est un procédé à chaud, sous pression et sans métal d'apport. Il consiste à échauffer localement les pièces par passage d'un courant électrique. La technique la plus utilisée est le soudage par résistance par points. Dans ce cas, les pièces à souder sont superposées et serrées localement entre deux électrodes et l'ensemble est traversé par un courant de soudage qui provoque une élévation de température. L'échauffement provoque la fusion localisée des deux pièces dans la zone située entre les deux électrodes, suivi de la formation d'un noyau de métal recristallisé. Il existe plusieurs procédés dérivés, on peut citer le soudage à la molette, le soudage par bossage ou le soudage en bout, procédés qui seront également abordés dans cet article. Le point commun de ces procédés est qu'ils utilisent l'effet Joule, c'est-à-dire qu'ils exploitent le phénomène de l'échauffement d'un conducteur parcouru par un courant électrique. Pour rappel, dans un circuit électrique, la chaleur dégagée par chaque élément est proportionnelle à $(R.I^2.T)$. [7]

La figure.1.10 représente cycle thermique de soudage par résistance

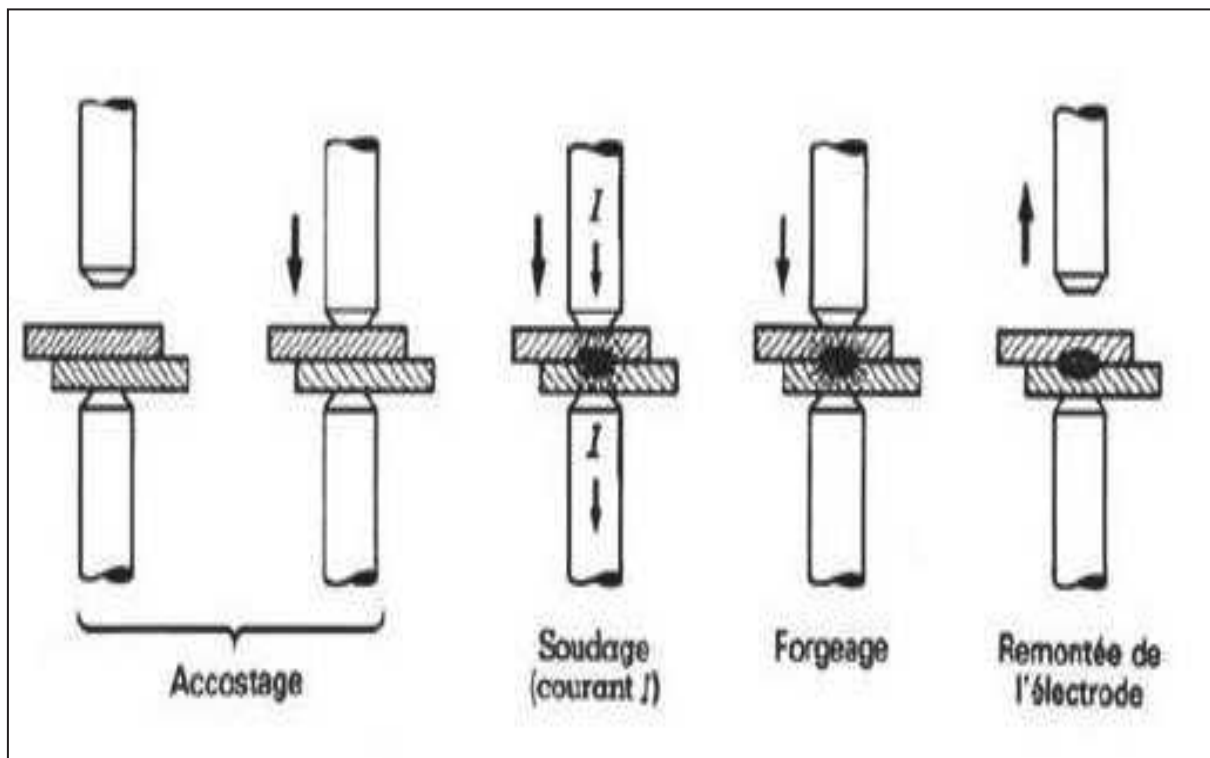


Figure 1.10. Cycle thermique de soudage par résistance [7]

6.3. Avantages et inconvénients

Le tableau 1.4. Illustre les avantages et inconvénients du procédé de soudage par résistance

Tableau1.4 : Avantages et inconvénient [8]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Soudure de très haute qualité ; - Pas de déformations des pièces soudées ; - Assure la continuité métallique et étanchéité ; - Rapide (5ms à 3 secondes), efficace, peu polluant ; - Autogène, ne nécessite pas de produits d'apports 	<ul style="list-style-type: none"> - Assemblage par recouvrement; - Épaisseur limitée aux capacités machines ; - Cher, les applications sont limitées, en principe, un poste à souder ne peut réaliser qu'un seul type de soudage ; - Difficulté de contrôle de qualité des points soudés ;

6.3. Domaine d'application

Les domaines d'application sont essentiellement : automobile, Électronique, Industries (alimentaire, radiateur, armoire, grille, etc.) et micro-soudage. [10]

7. soudage à l'arc à l'électrode enrobée

7.1. Définition

Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre l'âme métallique de l'électrode et la pièce à souder. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et l'âme métallique de l'électrode pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure recouvert d'un laitier protecteur. Un générateur électrique fournit le courant continu ou alternatif avec une intensité variant de 30 à 400 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre de l'électrode, la nature de l'enrobage, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. La tension à vide du générateur (U_0) doit être supérieure à la tension d'amorçage (surtout en courant alternatif). Sa valeur doit être comprise entre 40 et 80 volts.[9]

7.2. Principe du procédé

L'électrode enrobée est placée et serrée sur la pince porte-électrode relié sur l'une des bornes électriques de sortie du poste de soudage. La masse est reliée au générateur et est placée sur la pièce à souder. L'amorçage de l'arc est réalisé en frottant l'extrémité généralement graphitée de l'électrode sur la pièce et en écartant de quelques millimètres le bout de l'électrode lorsque l'arc jaillit. Ensuite il faut entretenir cet arc électrique afin d'éviter la rupture d'arc en veillant à maintenir une distance constante la plus faible possible entre le bout de l'électrode et la pièce à souder. [9]

La figure 1.11 représente l'installation de soudage pour le soudage à l'arc à l'électrode enrobé.

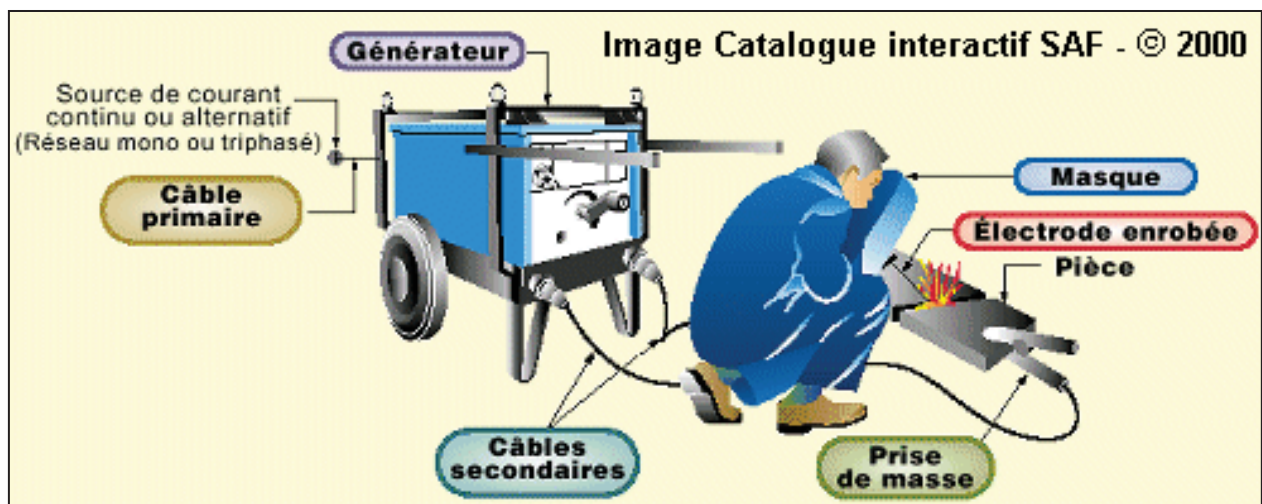


Fig.1.11. Installation pour soudage à l'électrode enrobé [9]

7.3. Généralité sur les électrodes enrobées

7.3.1. Constituants des électrodes enrobées

L'électrode est constituée de deux parties distinctes :

L'âme : partie métallique cylindrique placée au centre de l'électrode. Son rôle principal est de conduire le courant électrique et d'apporter le métal déposé de la soudure.

L'enrobage : partie extérieure cylindrique de l'électrode. Il participe à la protection du bain de fusion de l'oxydation par l'air ambiant en générant une atmosphère gazeuse entourant le métal en fusion. L'enrobage dépose, lors de sa fusion, un laitier protecteur sur le dessus du cordon de soudure. Ce laitier protège le bain de fusion de l'oxydation et d'un refroidissement trop rapide. [4]

Les figures 1.(12 et 13) représente une coupe de l'électrode enrobée.

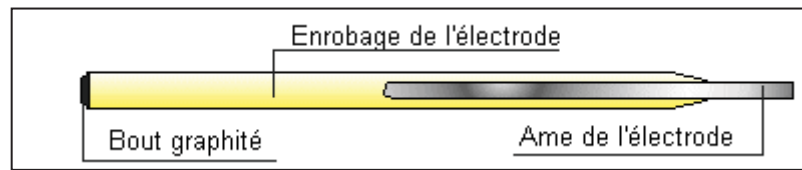


Fig.1.12. Eléments de l'électrode [4]

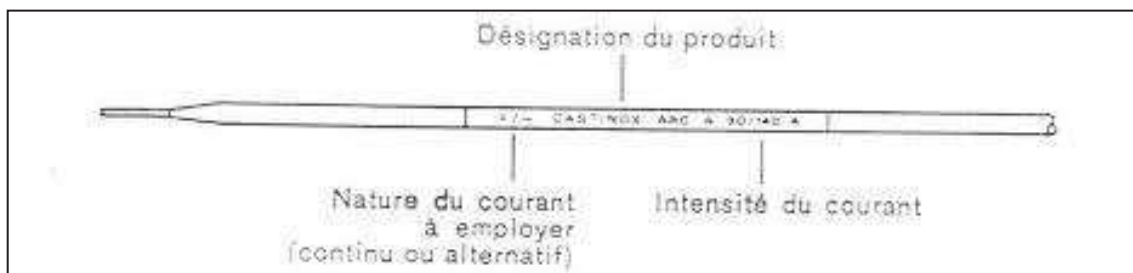


Fig.1.13. Marquage d'une électrode enrobée [4]

Le diamètre de l'électrode enrobée varie de \varnothing 1,6 à \varnothing 8 mm. La longueur totale est comprise entre 250 et 500 mm. Certaines électrodes peuvent atteindre 1 mètre pour des applications spécifiques (soudage automatique). [4]

7.3.2 Classification des enrobages des électrodes enrobées

- Acide ou A (à base d'oxyde de fer et de ferro-alliages) ;
- Basique ou B (à base de carbonate de calcium et de fluor de calcium) ;
- Cellulosique ou C (à base de cellulose) ;
- Oxydant ou O (à base d'oxyde de fer et de ferro-alliages) ;
- Rutile ou R (à base d'oxyde de titane) ;
- Haut rendement ou RR (à base de poudre métallique) ;
- Spécial ou S ;

Les électrodes enrobées utilisées sont couramment :

- Rutiles pour les travaux courants ;
- Basiques pour tous les travaux de sécurité (appareils à pression) ;
- Cellulosiques pour les soudures à forte pénétration en position descendante ; [3]

7.3.3 Rôle des enrobages

L'enrobage remplit un grand nombre de fonctions qui peuvent en définitive se résumer à trois :

- Rôle électrique : l'enrobage facilite la stabilité de l'arc. L'ionisation qui se produit entre l'électrode et la pièce permet l'amorçage et le maintien de l'arc ;
- Rôle métallurgique : l'enrobage forme, par sa fusion, un écran qui évite l'action néfaste des gaz de l'air (oxygène et azote). En outre, l'enrobage incorpore au métal fondu des éléments qui viennent remplacer ceux qui ont été volatilés ou brûlés du fait de la haute température ;
- Rôle physique : l'enrobage guide l'arc et lui assure une direction bien déterminée et constante. On note d'ailleurs la formation, à l'extrémité de l'électrode, d'un cratère (l'enrobage fondant moins vite que l'âme métallique) qui guide l'arc ;

En outre, les corps contenus dans l'enrobage peuvent modifier la forme du dépôt. Ainsi une électrode déterminée pourra fournir des cordons de soudure ayant la forme désirée : bombés, plats ou concaves. D'autre part, dans le soudage en position, le laitier soutient par action physique, le métal en fusion. Il retarde ainsi le refroidissement du dépôt. [3]

La figure 1.14 représente de soudage à l'électrode enrobée

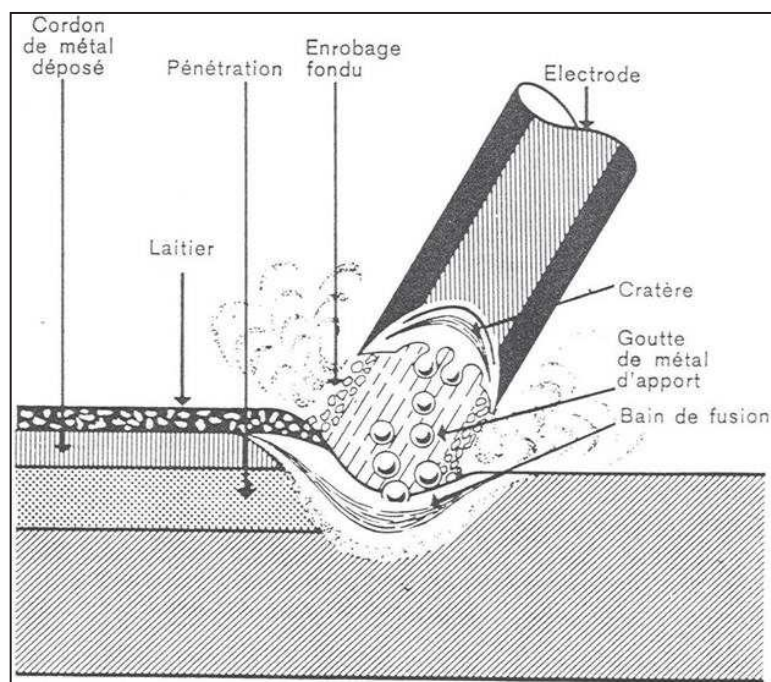


Fig.1.14. Schéma du mécanisme de soudage avec électrode enrobée [3]

7.3.4 Étuvage des électrodes enrobées

Les électrodes à enrobage basique et rutile-basiques doivent être étuvées dans un four-étuve à 300° Celsius pendant 2 heures. Après étuvage, les électrodes à enrobage basique et rutile-basiques doivent être conservées à une température de 120° Celsius dans des étuves portatives sur le lieu de soudage. Les autres types d'électrodes à enrobage rutile, cellulosique et acide sont conservées dans un local chauffé avec une humidité relative inférieure à 60%. Un nouveau système de fabrication et d'emballage sous vide permet d'obtenir des électrodes à enrobage basique à très faible taux d'humidité qui ne nécessitent aucun étuvage avant utilisation. (SAFDRIY).[3]

La figure 1.15. Montre les différents appareils étuves



Fig1.15. Etuvages des électrodes enrobées [3]

7.3.5. Choix de l'électrode

Il est fonction de la nature du métal à souder et des caractéristiques de la soudure, (Electrodes rutiles pour travaux courants).[3]

7.4. Paramètres de soudage en fonction du diamètre d'électrode enrobée

C'est l'intensité du courant que l'on règle, elle est donnée par la formule :

$$\text{Intensité} = (\text{\O de l'électrode} - 1) \times 50$$

$$\text{A} \qquad \text{mm}$$

Lorsque l'intensité est trop faible, il y a collage de l'électrode enrobée sur la pièce à souder, la fusion est molle et la pénétration est faible, l'amorçage est difficile, une instabilité de l'arc et une mauvaise compacité du métal déposé (présence de défaut type soufflure et inclusion de laitier).

Lorsque l'intensité est trop forte, vous constatez des projections importantes au bord. [5]

Le tableau.1.5. Montre le changement des paramètres de soudage on fonction du diamètre d'électrode enrobée.

Tableau 1.5 : Intensité moyenne de soudage on fonction du diamètre d'électrode enrobée et l'épaisseur d'enrobage [5]

Intensité moyenne de soudage pour la position à plat			
Ø électrode	Enrobage mince	Enrobage semi-épais	Enrobage épais
Ø 1,6 mm	25 A	30 A	35 A
Ø 2,0 mm	40 A	50 A	55 A
Ø 2,5 mm	60 A	70 A	75 A
Ø 3,2 mm	90 A	100 A	110 A
Ø 4,0 mm	130 A	150 A	160 A
Ø 5,0 mm	170 A	190 A	200 A

Le réglage de l'intensité appliquée à l'électrode dépend :

- Du diamètre de l'électrode (voir tableau ci-dessus) ;
- De la nature de l'âme de l'électrode ;
- De la nuance des pièces à assembler ;
- De la position de soudage ;
- Du type d'assemblage rencontré ;

7.5. Polarité de l'électrode enrobée

Les passes de pénétration (non reprises à l'envers) réalisées à l'électrode enrobée avec un générateur à courant continu sont généralement effectuées avec la polarité négative à l'électrode.

- La fiche du câble de la pince porte-électrode est raccordée à la borne (-) ;
- La fiche du câble de la pince de masse est raccordée à la borne (+) ; [9]

La figure.1.16 représente la polarité (+)

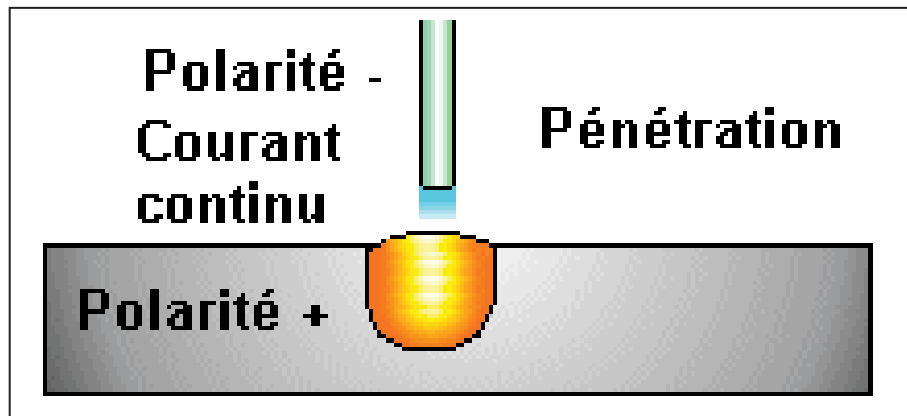


Fig.1.16. Polarité(+) [9]

Les passes de remplissage et de finition réalisées à l'électrode enrobée avec un générateur à courant continu sont généralement effectuées avec la polarité positive à l'électrode.

- La fiche du câble de la pince porte-électrode est raccordée à la borne (+) ;
- La fiche du câble de la pince de masse est raccordée à la borne (-) ; [9]

La figure1.17 représente la polarité (-)

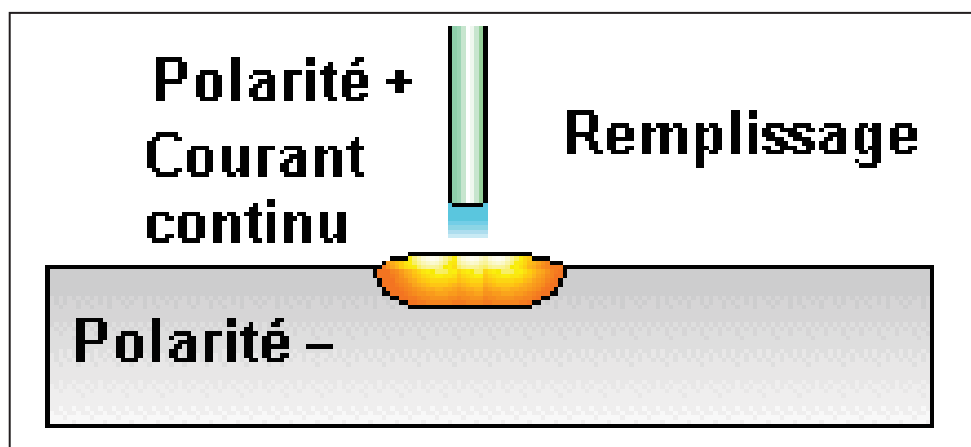


Fig.1.17. Polarité (-) [9]

7.6. Générateurs de soudage à l'électrode enrobée

7.6.1. Types de générateurs

Les différents types de postes de soudage ou générateurs sont :

- Les transformateurs statiques monophasés qui fournissent du courant alternatif à 50 hertz. Ces postes sont les plus économiques du marché et les plus simples ;
 - Les transformateurs statiques monophasés ou triphasés à redresseur (pont de diodes, thyristors ou transistors) qui fournissent du courant continu. Les bornes électriques de sortie sont repérées par les signes conventionnels (+) et (-) ;
 - Les groupes rotatifs à changeur de fréquence. Ils se composent d'un moteur entraînant une génératrice à courant alternatif de 150 à 450 Hertz ;
 - Les transformateurs rotatifs à redresseur qui fournissent un courant continu redressé ;
- [3]

7.6.2. Composition du Poste de soudage

Ensemble des appareils électriques susceptibles de permettre l'amorçage et le maintien d'un arc stable avec un débit de courant satisfaisant.

Les postes statiques de soudage sont généralement constitués par un transformateur ou par un transformateur + un redresseur de courant. Les postes rotatifs sont des groupes composés d'un moteur et d'une génératrice. Ils débitent généralement du courant continu et comportent des dispositifs appropriés d'autorégulation. [3]

La figure 1.18 représente les différents composants du poste de soudage (statique et rotatif).

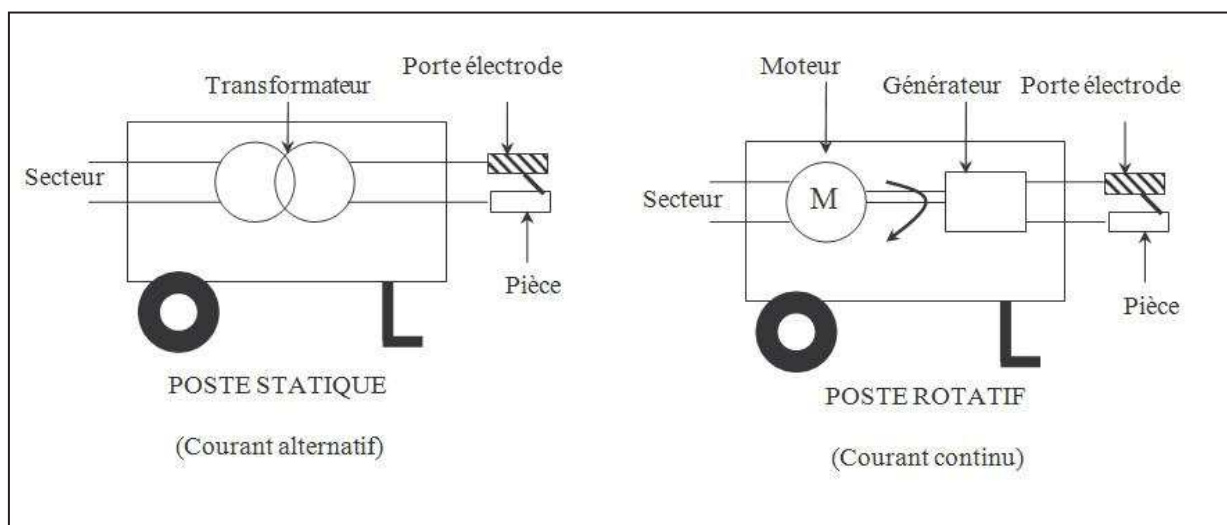


Fig.1.18. Composants du poste de soudage statique/rotatif [3]

7.7. Avantages et inconvénient

7.7.1. Avantages

- Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée peut être utilisé aux espaces ouvertes et clos ;
- Le soudage est possible à tous les points et positions accessibles ;
- Le soudage est possible aux zones étroites et limitées inaccessibles pour les autres méthodes de soudage ;
- Puisque les bouts de la source de puissance de la machine de soudage peuvent être étendus, le soudage aux longues distances est possible ;
- Les équipements de soudage sont légers et portables ;
- Il existe plusieurs types d'électrode enrobée à répondre aux propriétés mécaniques et chimiques de plusieurs matériaux. Par conséquent, les joints soudés peuvent aussi avoir des mêmes propriétés que le matériau de base possède ;

7.7.2. Inconvénients

- La vitesse et l'efficacité de déposition du métal du soudage à l'arc à l'électrode enrobée est plus faible que plusieurs méthodes de soudage à l'arc. Les électrodes sont de forme de bâton coupé à certaines longueurs, alors il faut arrêter le soudage quand une électrode est consommée ;
- Suivant chaque passe de soudage, il faut nettoyer la scorie formée sur le métal de soudage ;

7.8. Domaine d'application

7.8.1 Applications légères

- Maintenance industrielle légère ;
- Construction légère ;
- Réparation sur site ;
- Travaux en extérieur ;
- Bricolage ;

7.8.2. Applications intensives

- Pipeline/tuyauterie ;
- Construction navale ;
- Fabrication intensive ;
- Rechargement ;
- Construction industrielle ;
- Industrie chimique ;
- Appareils à pression ;
- Gougeage arc-air ;
- Construction nucléaire ;

7.9. Sécurité

Une prise de terre est obligatoire pour tout poste de soudure à l'arc ;

- L'émission de radiations et de projectiles en fusion imposent le port d'un moyen de protection : le masque, le tablier, les gants en cuir ;
- Lors du piquage du laitier se protéger le visage et les mains ;
- S'isoler de l'humidité ;
- Ne pas porter de vêtements en nylon : risque de brûlures ;
- Saisir les pièces soudées avec des pinces ;
- Mettre l'aspiration en fonctionnement afin d'éviter les vapeurs qui se dégagent lors du soudage ;
- Ne pas toucher l'électrode avec les doigts ;
- Ne pas laisser la baquette coller à la pièce, risque de court circuit ; [4]

Chapitre 2
Etude de la plieuse
de tôles minces

1. Introduction

Le pliage est une opération de mise en forme qui a pour but de donner à la tôle un angle ou un profil recherché.

Il se pratique manuellement ou mécaniquement à froid et occasionnellement à chaud pour des aciers spéciaux ou de fortes épaisseurs.

Le pliage manuel est encore utilisé pour certains travaux, mais les machines à plier dites "universelles" ont pratiquement fait disparaître ce procédé.

Aujourd'hui, la presse plieuse, par son grand rendement, sa facilité d'opérer, sa capacité à plier de fortes épaisseurs, a pris de plus en plus de développement et elle se trouve dans tous les ateliers de chaudronnerie.

On peut dire qu'à l'heure actuelle elle se classe parmi les machines indispensables aux ateliers travaillant les métaux en feuilles. [1]

2. Pliage de tôle mince

Le pliage est une technique utilisée dans l'industrie pour courber la tôle de façon rectiligne, à l'aide d'une machine : la plieuse. Les deux méthodes les plus utilisées sont le pliage en l'air sur une presse plieuse et le pliage en frappe sur plieuse universelle (à sommier). [1]

3. Objectif de pliage

- Calculer le développement d'une tôle pliée ;
- Définir un ordre de pliage ;
- Exécuter un pliage précis ;
- Calculer le tonnage suivant le Vé employé et la longueur de pliage ;
- Changer les outils sur la presse plieuse ; [1]

4. Technique

Le pliage de tôle consiste à déformer la matière, en modifiant la direction de ses fibres selon un angle choisi. En pratique, la tôle froide est placée dans la plieuse, qui exerce une pression brusque pour la plier.

- Dans une presse plieuse, la tôle est posée à plat sur la matrice fixe munie d'un « vé ». Lors du pliage, le poinçon « contre-vé » (partie supérieure de la machine) descend verticalement sur la matière pour l'enfoncer dans le vé, et ainsi la plier jusqu'à l'angle souhaité. Suivant la déformation élastique du métal, il est nécessaire de plier un peu plus la tôle que l'angle désiré, pour compenser le retour.

- Dans une plieuse universelle, le poinçon marque la tôle à l'endroit du pliage et le sommier la maintient pendant que le tablier est actionné. Cette pièce mobile (partie inférieure de la machine) exerce alors une pression sur la partie de tôle qui dépasse, pour la plier.

On trouve différentes versions de ces machines : manuelles, hydrauliques ou électriques.[11]

La figure 2.1 représente les zones affectées par une opération de pliage

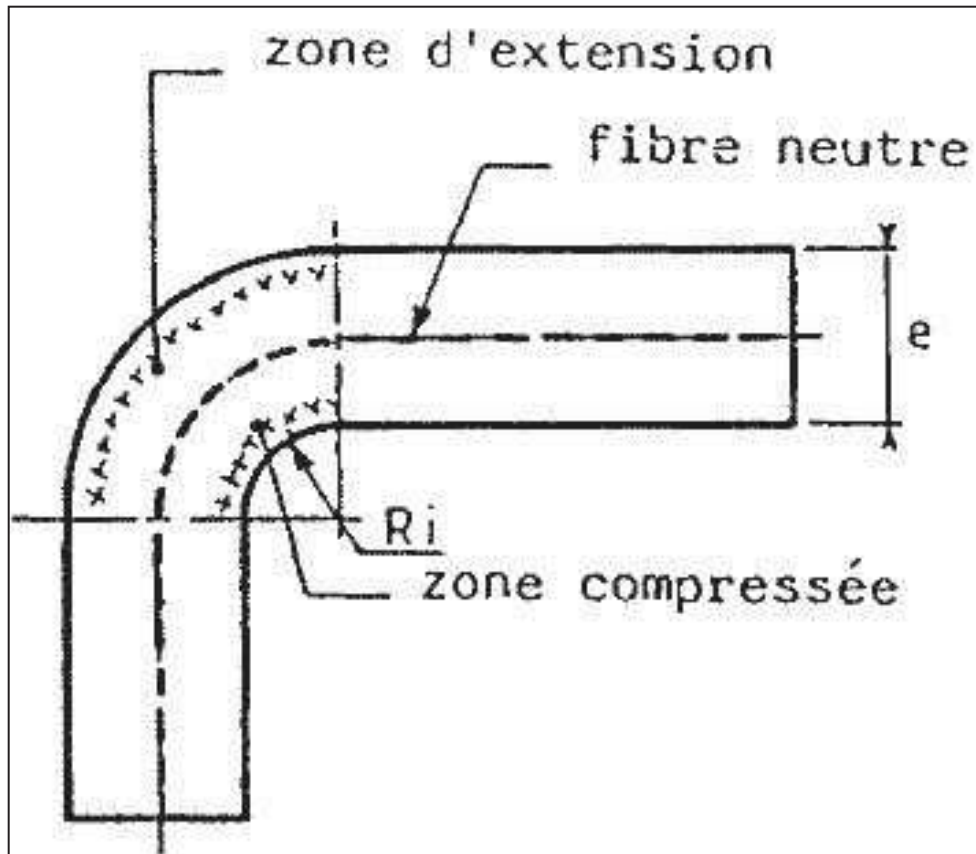


Fig.2.1. Déformation des fibres [11]

5. Principe du pliage

Le pliage est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur 2 lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu soit :

5.1. Manuellement

Par pression ou par chocs.

La figure 2.2 représente un pli à pression.

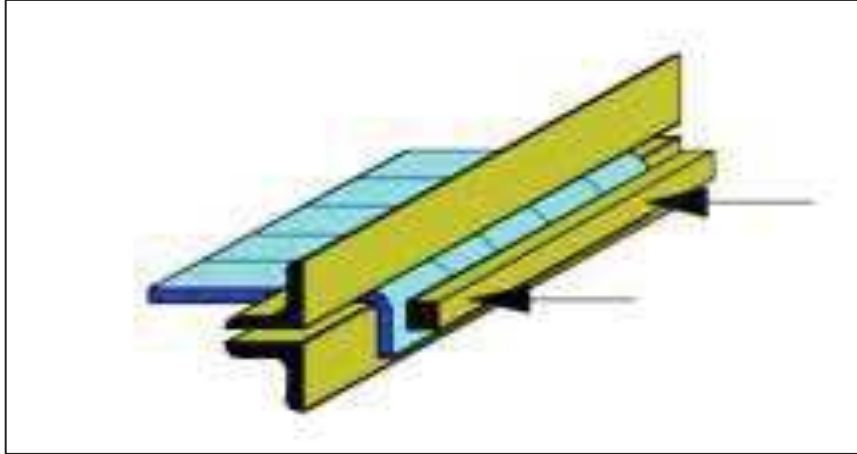


Fig.2.2. Pliage manuel par pression [11]

5.2. Mécaniquement

Sur plieuse ou sur presse plieuse.

La figure 2.3 représente deux types de pliage mécanique

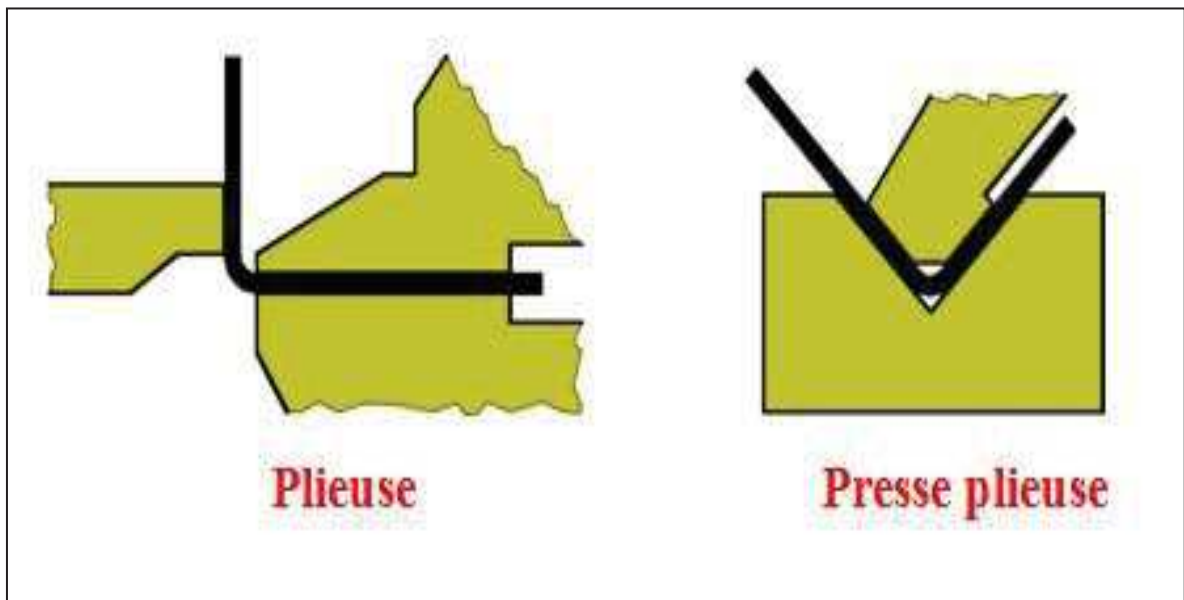


Fig.2.3. Pliage mécanique [11]

6. Modes de déformation

6.1. Pliage en vé (en l'air ou en frappe)

Le schéma de pliage pour ces deux méthodes est assimilé à un schéma de flexion comme celui ci-dessous. Les points d'appuis du schéma représentent les arêtes du vé, et une flèche symbolise une force. C'est le réglage de la descente du poinçon qui donnera l'angle final du pliage. [1]

La figure 2.4 représente Contre-vé et vé en pliage.

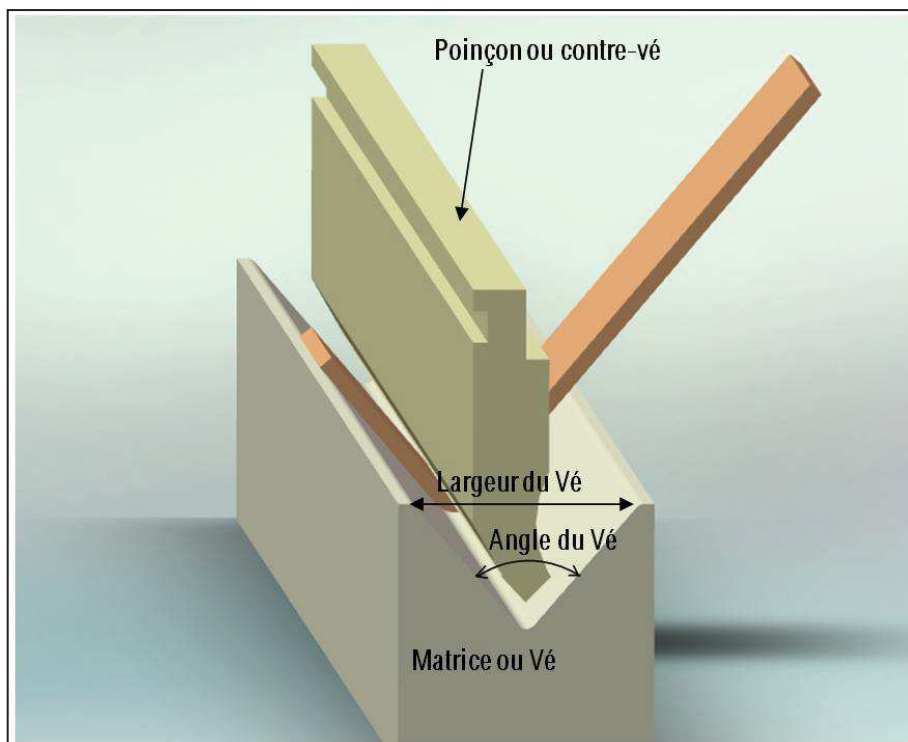


Fig.2.4. Contre-vé et vé en pliage [11]

6.2. Pliage par encastrement (plieuse à sommier)

Cette méthode un peu moins usitée utilise le serrage de la pièce à plier, entre le sommier et la table, puis la déformation par « bras de levier » grâce à un sabot. On utilise la force manuelle ou une force mécanique pour cette méthode.

La figure 2.5. Représente une plieuse à sommier, pliage par encastrement.

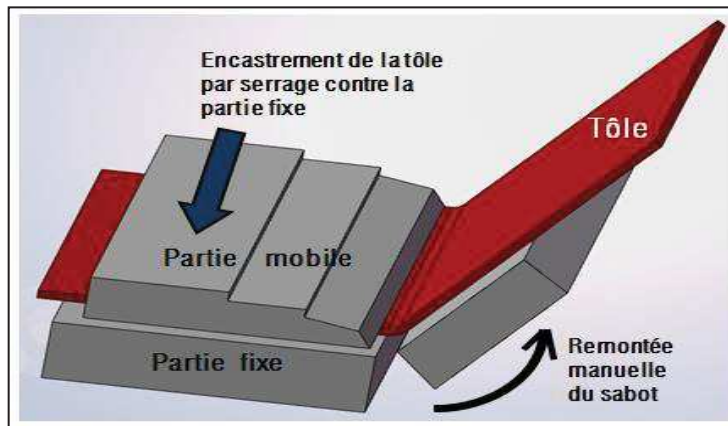


Fig.2.5. Pliuse à pliage par encastrement [11]

6.3. Pliage par cambrage en U (emboutissage)

Le principe est voisin de celui du pliage en vé. Seuls les outils (poinçons et matrices seront différents). Cela ressemble cependant a de l'emboutissage. On peut obtenir avec cette méthode une infinité de formes pliées, si les outils sont disponibles.[11]

La figure .2.6 représente un exemple de pliage par cambrage en U.

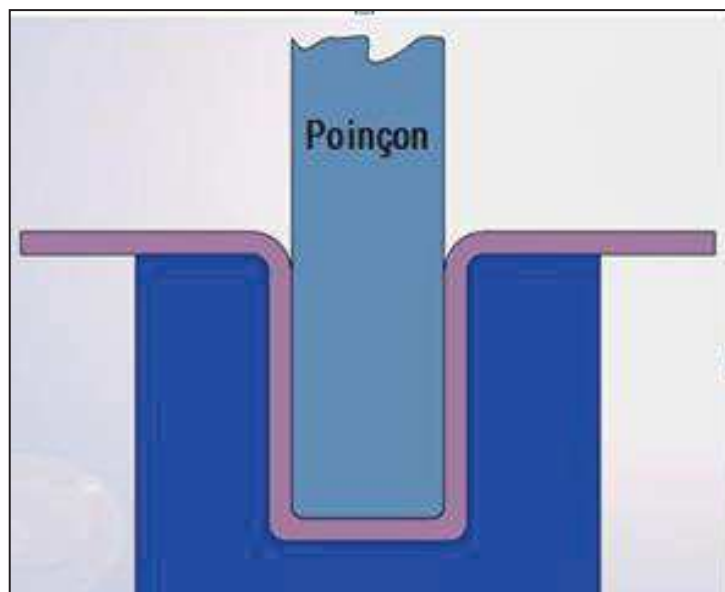


Fig.2.6. Pliage par cambrage en U [11]

7. Principales différences entre le pliage en l'air et le pliage en frappe

7.1 Pliage en l'air

L'effort de pliage cesse lorsque la tôle arrive à fond de vé. L'angle final est celui du vé, augmenté du retour élastique, environ 2 à 3°. Ce mode de pliage est couramment utilisé car les forces appliquées sont environ 5 fois moins importantes que pour du pliage en frappe. L'angle du poinçon est généralement de 88° pour obtenir des angles de 90° à 180°.

La figure 2.7. représente l'outil de pliage en l'air. [12]

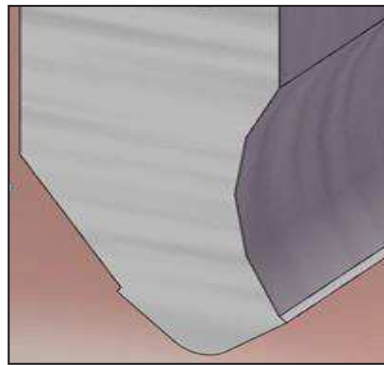


Fig.2.7. Outil de pliage en air [12]

7.2 Pliage en frappe

On réalise un « emboutissage » de la pièce en imprimant une force importante dans la pièce. L'angle du poinçon et de la matrice sont égaux à l'angle à obtenir. Cette méthode est réservée à des tôles d'épaisseurs inférieures à 2 mm. Le fait de matricer l'intérieur du pli permet d'obtenir des angles très précis ($\pm 0,5^\circ$). [12]

La figure 2.8. Montre l'outil de pliage en frappe.

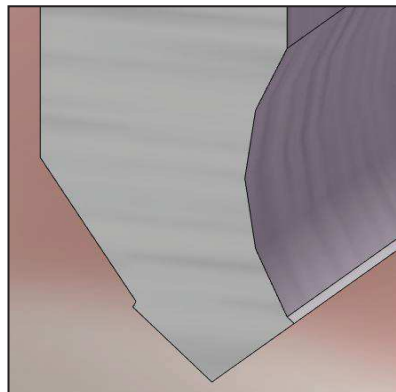


Fig.2.8. Outil de pliage en frappe [12]

8. Retour élastique

Lorsque l'on relève l'outil, la force appliquée à la pièce redevient nulle. A ce moment, les matériaux étant élastiques, la pièce s'ouvrira légèrement. Il faut donc obtenir un angle inférieur à l'angle voulu, pendant le pliage, pour obtenir un angle final exact au relâchement de l'outil.[12]

La figure 2.9. Montre le phénomène du retour élastique le moment de relâchement d'effort.

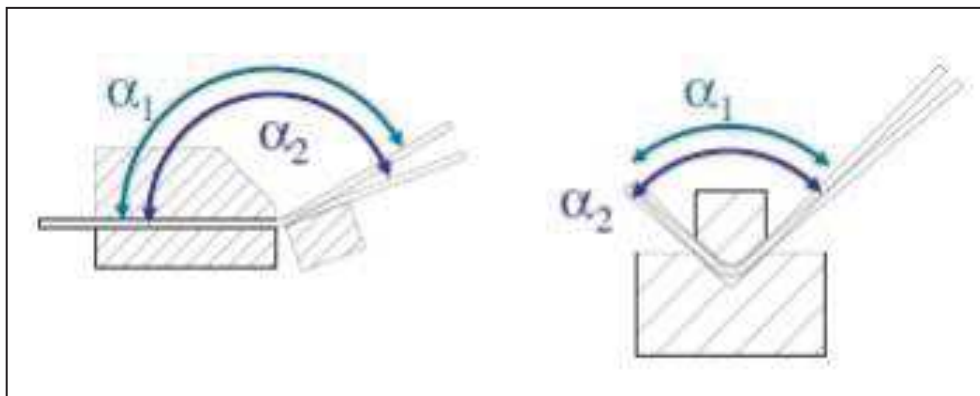


Fig.2.9. Retour élastique lors du pliage [12]

9. Avantages de plieuse

- Robotisation possible ;
- Facilité d'utilisation ;
- Rapidité d'exécution ;

Par ailleurs, grâce à son vé, la presse plieuse offre un résultat plus précis et plus de possibilités que la plieuse universelle.

10. Différents machines de pliage

10.1. Presse plieuse

La presse plieuse est une machine conçue pour effectuer un pli par rapprochement successif de deux outils rectilignes. Elles sont généralement utilisées pour travailler la tôle. Les presses plieuse peuvent être hydrauliques c'est-à-dire que le mouvement est établi par des vérins hydrauliques, ou bien mécanique à embrayage à friction.

10.1.1. Hydraulique

C'est dans le secteur de la chaudronnerie et de la métallerie que l'on rencontre souvent ce type de machine. Son principal rôle est de plier une fine feuille de métal, d'où son nom « presse plieuse ». La matrice soit dans une forme qui va permettre d'obtenir le profil du pliage recherché. [1]

Cette machine offre par rapport à la plieuse universelle, un travail plus rapide, plus précis, et ont des puissances très supérieures.

La figure 2.10 illustre une machine de pliage avec système hydraulique.



Fig.2.10. Presse plieuse hydraulique (Agro industrie)

10.1.2. Mécanique

Le coulisseau de la machine sur lequel est monté le poinçon est actionné par un système bielle manivelle et excentrique le tout entraîné par un groupe moteur électrique et réducteur.[1]

La figure 2.11. illustre une machine de pliage avec système mécanique.



Fig.2.11. Presse plieuse mécanique

10.2. Plieuse universelle (manuelle)

La plieuse universelle est un appareil de pliage à usage multiple conçu pour les bricoleurs mais également destiné aux professionnels. Cet appareil combine les caractéristiques d'un appareil de pliage et d'une cintreuse pour tubes. Cet appareil est rapidement opérationnel tout en disposant d'une haute puissance de pliage et en offrant un encombrement minimum.

La figure 2.12. Illustre une plieuse de tôle universelle.



Fig.2.12. Plieuse manuelle (lycée Ibn Saad kiffane Tlemcen)

11. Principe de fonctionnement de plieuse manuelle

Les plieuses universelle, qu'elles soient à lame fixe ou mobile, sont très populaires car elles sont moins dispendieuses et souvent moins encombrantes que la presse-plieuse. Le fonctionnement de cet équipement est simple.

Elle sert à appliquer une force sur toute la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu (inférieur ou égale à 90°). Notre plieuse « j » est destiné à la fabrication mécanique légère, elle consiste à plier les tôles minces qu'elle a un épaisseur inférieure ou égale à 1.5mm.

- Sommier : c'est la partie mobile assurant le pliage de la tôle ;
- Table : elle supporte les tôles à plier ;
- Tablier : il se relève pour plier la tôle ;

- Volant : permet de remonter ou baisser le sommier ;
- Levier : il permet de relever le tablier ;
- Bâti : il sert à supporter l'ensemble des éléments constituant la plieuse ;
-

La figure 2.13. représente le fonctionnement de la plieuse manuelle.

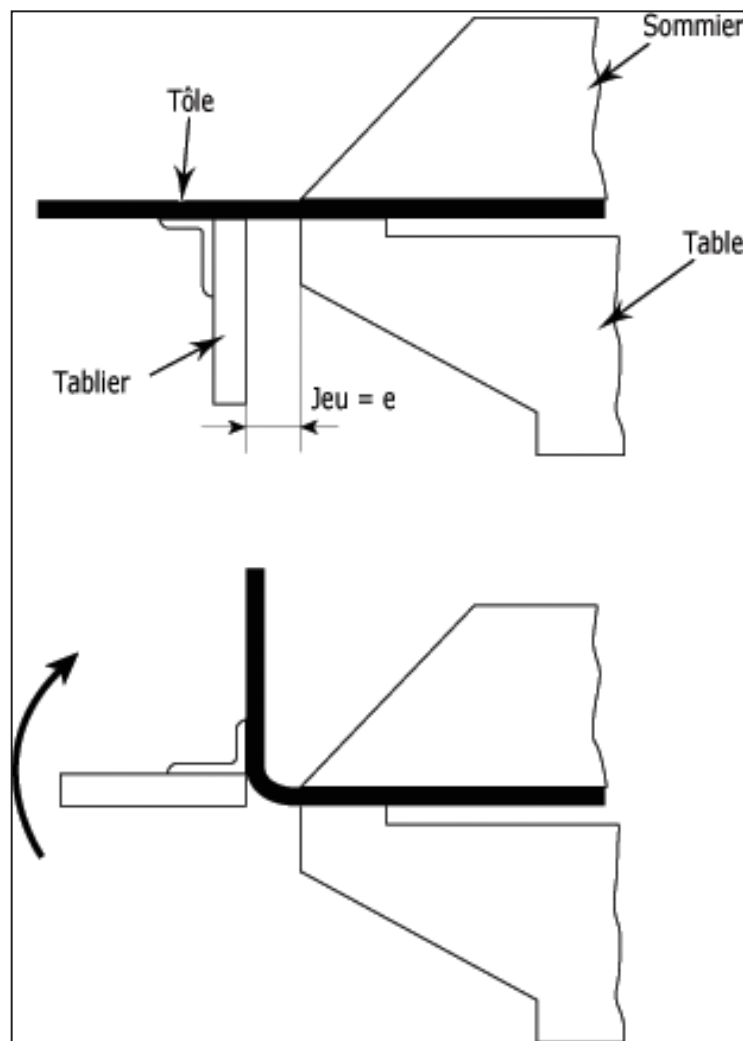
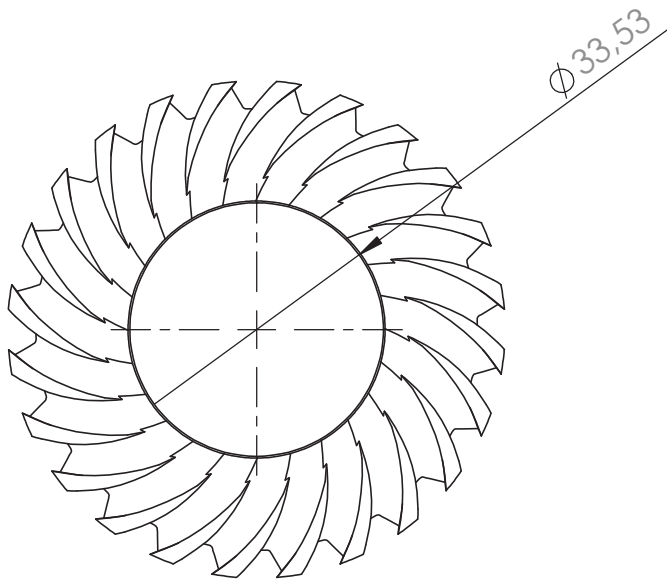
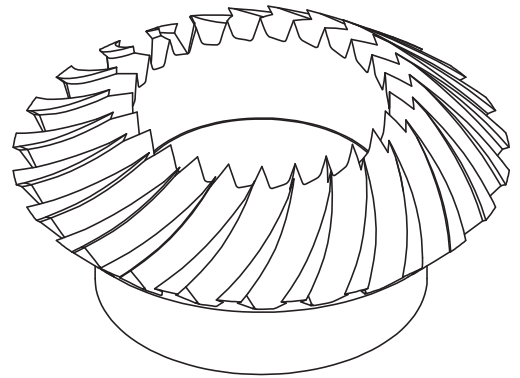
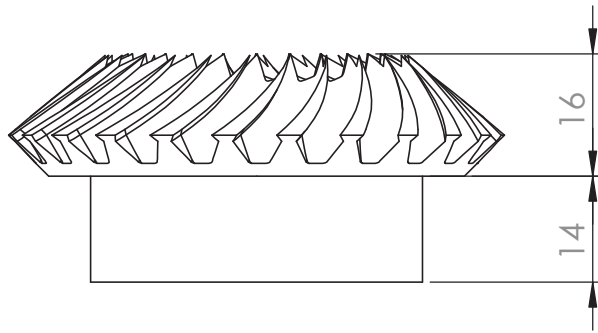
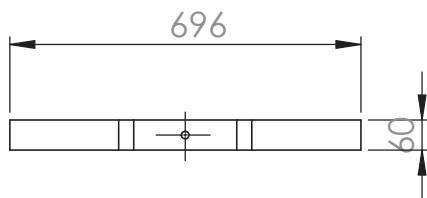
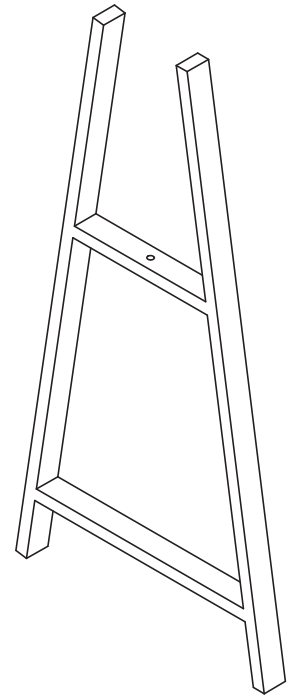
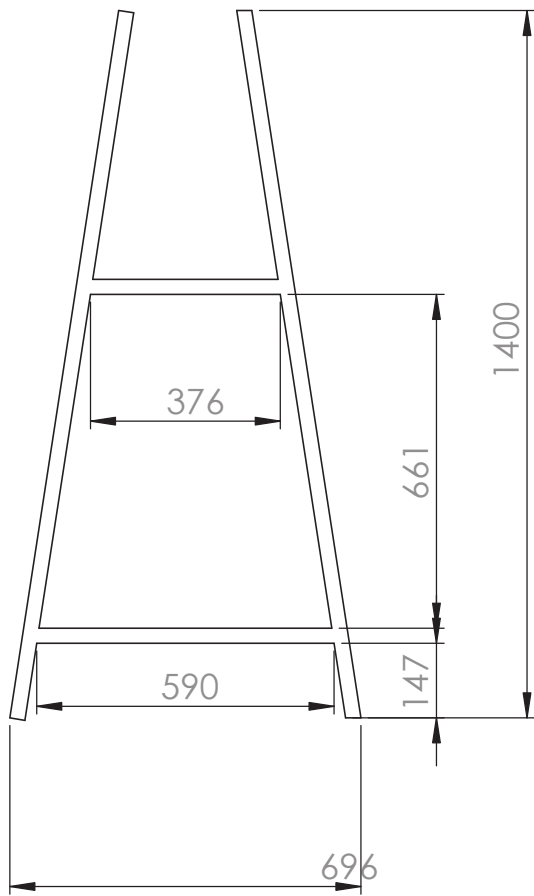


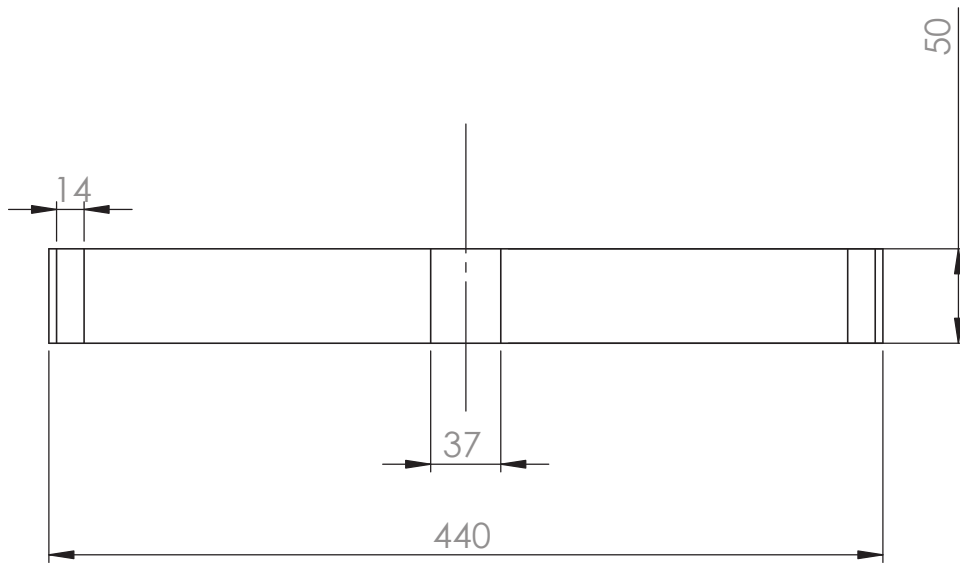
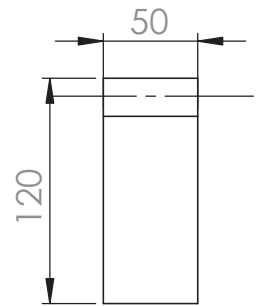
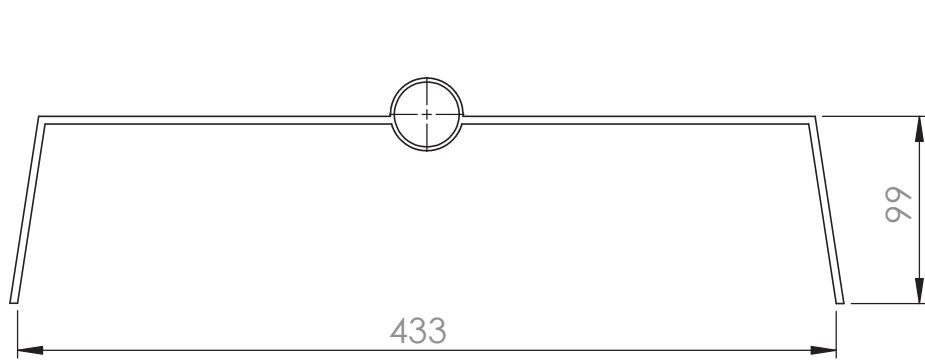
Fig.2.13 Plieuse à sommier [12]



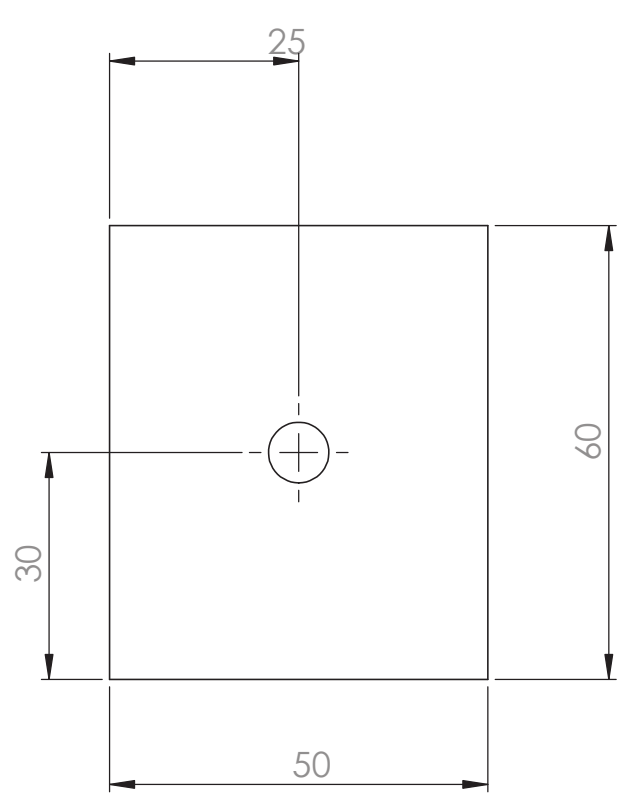
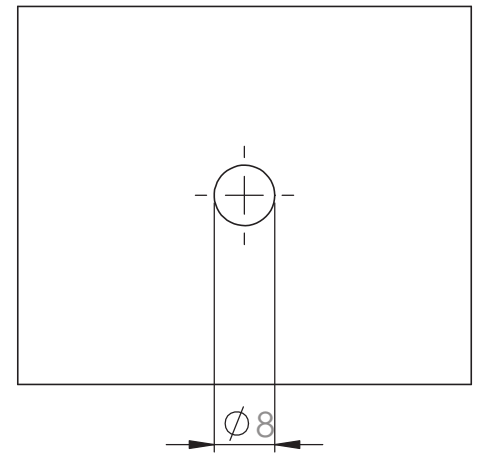
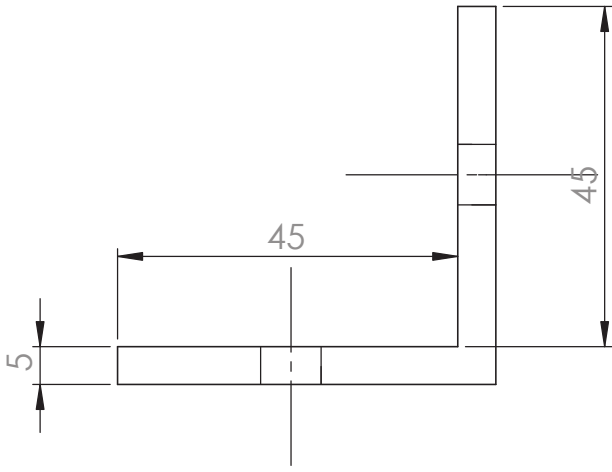
	<p>Université Aboubker Belkaid Tlemcen</p>	<p>BOUTAHAR Mahdjoub KEZZOULI Walid</p>
<p>Echelle 1:1</p>	<p>pignon</p>	<p>PFE M2 ASM</p>
<p>11/06/2019</p>		<p>SEBAA Fethi RAHOU Med</p>



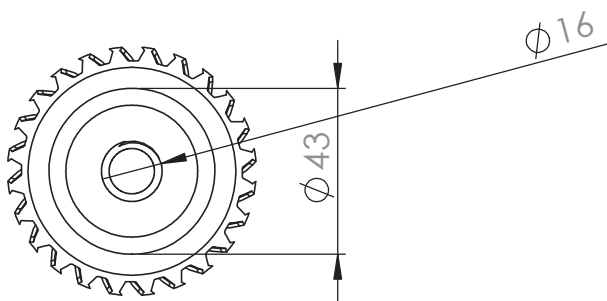
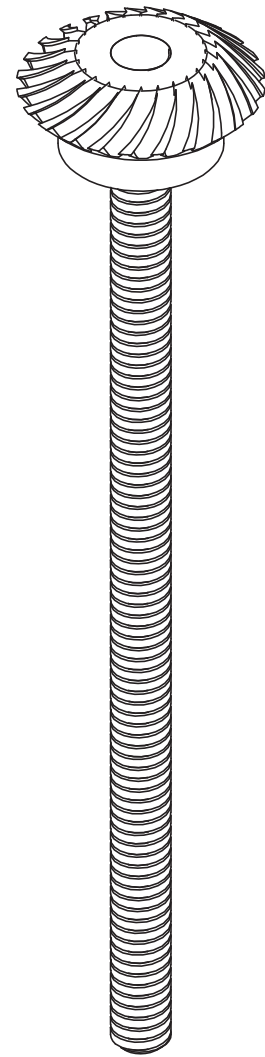
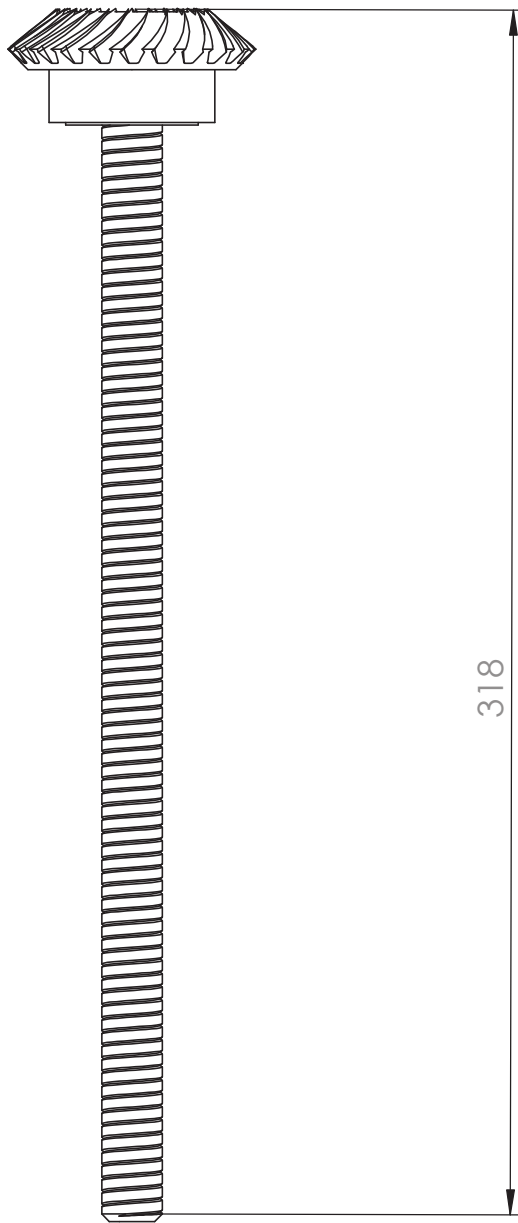
	<p align="center">Université Aboubekr Belkaid Tlemcen</p>	<p align="right">BOUTAHAR Mahjoub KEZZOULI Walid</p>
<p>Echelle 1:15</p>	<p align="center">Pied</p>	<p align="right">PFE M2 ASM</p>
<p>11/06/2019</p>		<p align="right">SEBAA Fethi RAHOU Med</p>



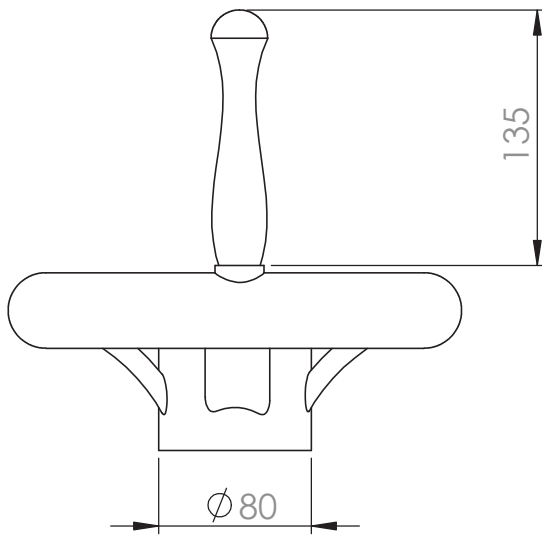
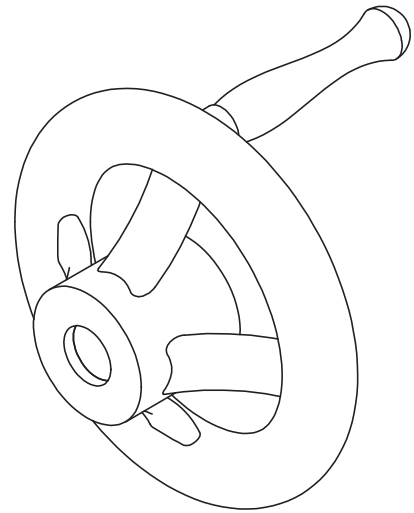
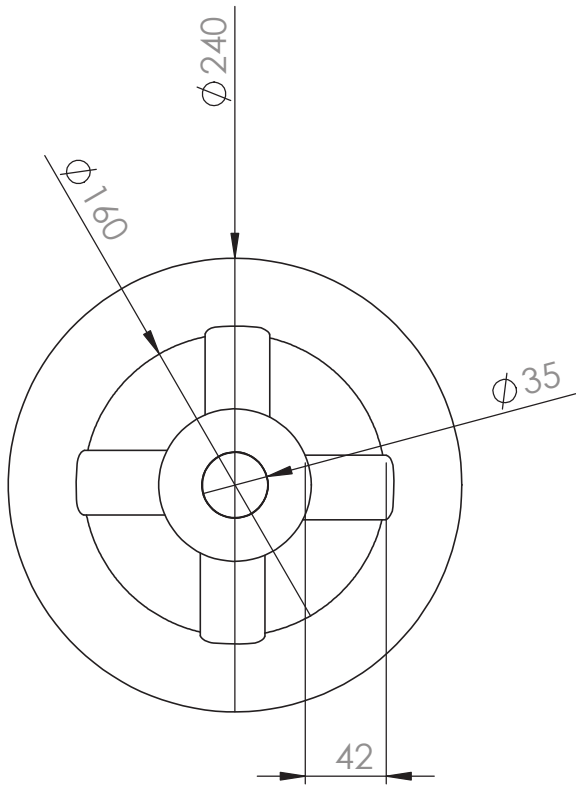
	Université Aboubakar Belkaid -Tlemcen	BOUTAHAR Mahdjoub KEZZOULI Walid
Echelle: 1:4	support	PFE M2 ASM
11/06/2019		SEBAA Fethi RAHOU Med



	<p align="center">Université Aboubekr Belkaid Temcen</p>	<p align="right">BOUTAHAR Mahdjoub KEZZOULI Walid</p>
<p>Echelle:1:1</p>	<p align="center">piece 1</p>	<p align="right">PFE M2 ASM</p>
<p>11/06/2019</p>		<p align="right">SEBAA Fethi RAHOU Med</p>

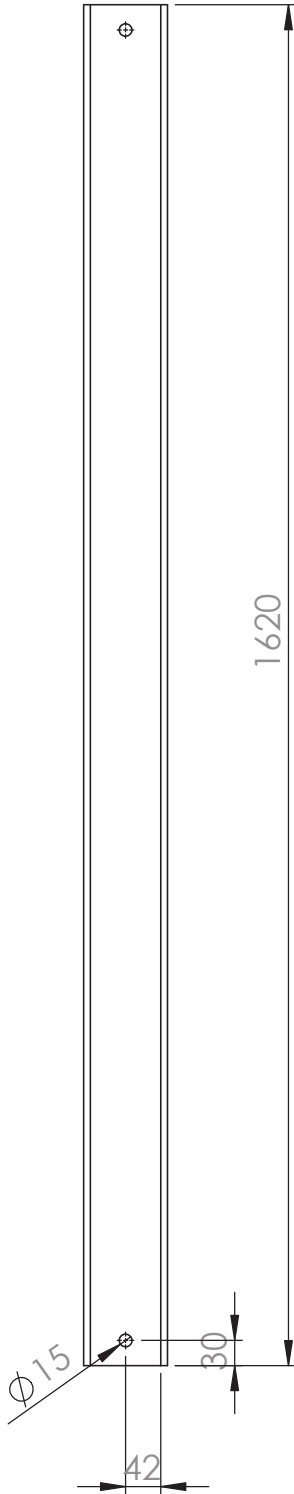
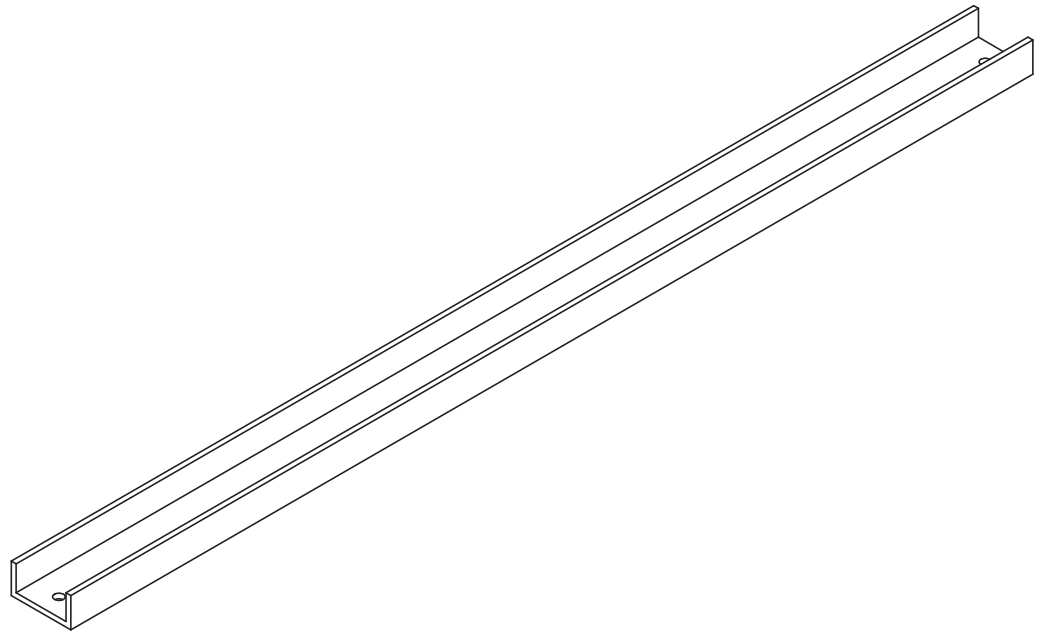
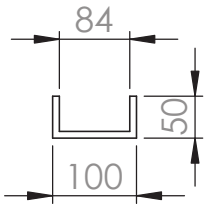


	<p align="center">Université Aboubekr Belkaid Tlemcen</p>	<p align="center">BOUTAHAR Mahdjoub KEZZOULI WALID</p>
<p>Echelle:1:2</p>	<p align="center">piece : 2</p>	<p align="center">PFE M2 ASM</p>
<p>11/06/2019</p>		<p align="center">SEBAA Fethi RAHOU Med</p>



It Gle:±0.5

	<p>Université Abou Bekr BELKAID Tlemcen</p>	<p>BOUTAHAR Mahdjoub KEZZOULI WALID</p>
<p>1: 4</p>	<p>Roue de commande</p>	<p>PFE M2 ASM</p>
<p>11/06/2019</p>		<p>SEBAA Fethi RAHOU Med</p>



ItGle:±0.5

	<p>Université Aboubekr Belkaid Tlemcen</p>	<p>BOUTAHAR Mahdjoub KEZZOULI WALID</p>
<p>Echelle 1:9</p>	<p>poutre UPN</p>	<p>PFE M2 ASM</p>
<p>11/06/2019</p>		<p>SEBAA Fethi RAHOU Med</p>

Chapitre 3

Réalisation de la plieuse

1. Matières premières

- 2 tubes rectangulaires (50x30) mm x 6m ;
- 2 Poutrelles UPN (100x50x6.0x64) mm x 2m ;
- C35 de diamètre (ø35) x 2m ;
- cornière (50x50x5) ;
- 2 Engrenage conique à denture hélicoïdale ;
- 2 tôles (2000x1100) d'ép. 1.5 mm ;
- fer plat (50x3) mm ;

2. Matériel requis

- Poste à souder à l'électrode enrobée ;
- Machine de découpe de tôle ;
- tronçonneuse ;
- tour parallèle ep 1500;
- fraiseuse universelle FU 1.5,
- perceuse à colonne ;
- touret à meuler ;
- Plieuse ;
- Etau d'établi ;

3. Etapes de réalisation

La réalisation de cette machine consiste à passer par les étapes suivantes :

3.1. Traçage et découpage

A ce stade nous avons tracé (figure 3.1) et coupé les tubes rectangulaire avec la Tronçonneuse pour leur donné les dimensions voulue.

Le découpage des métaux peut être réalisé à l'aide d'outils divers comme la meuleuse équipée en tronçonneuse à métaux, la scie à ruban et la tronçonneuse à métaux sur table. Le type de tronçonneuse à métaux à choisir dépend du type de coupe à réaliser.

La figure.3.2 représente traçage de tôle



Fig.3.1.Traçage des tôles

Les figures 3. 2. représente le découpage.



Fig. 3.2. Découpage avec tronçonneuse

3.2. Perçage des poutrelles UPN

La figure.3.3 présente l'opération de perçage des poutrelles permettant la fixation des tôles.



Fig.3.3. Perçage des poutrelles

3.3. Usinage des deux extrémité de l'arbre de transmission de mouvement

Usinage de l'arbre de transmission de mouvement entre les deux engrenages conique permettent le déplacement de la partie mobile de la plieuse

La figure .3.4 représente l'opération de chariotage de l'arbre de transmission.



Fig.3.4. Chariotage

3.4. Opération de taraudage

Taraudage de la bague

La figure.3.5 représente l'opération de taraudage.



Fig.3.5. Taraudage

3.5. Assemblage

3.5.1. Assemblage par soudage

La figure.3.6 représente l'assemblage par procédé 111 des tubes rectangulaire formant les deux supports.

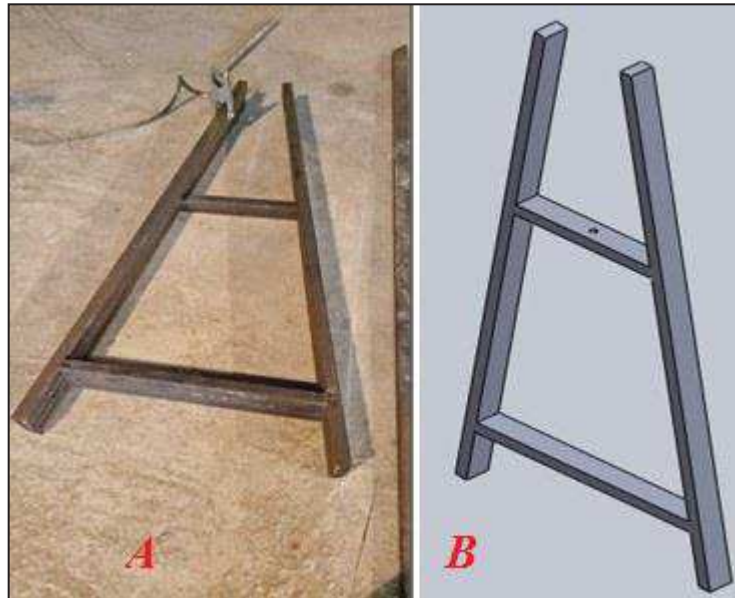


Fig.3.6. Supports assemblés

La figure.3.7 représente l'assemblage des traverses.

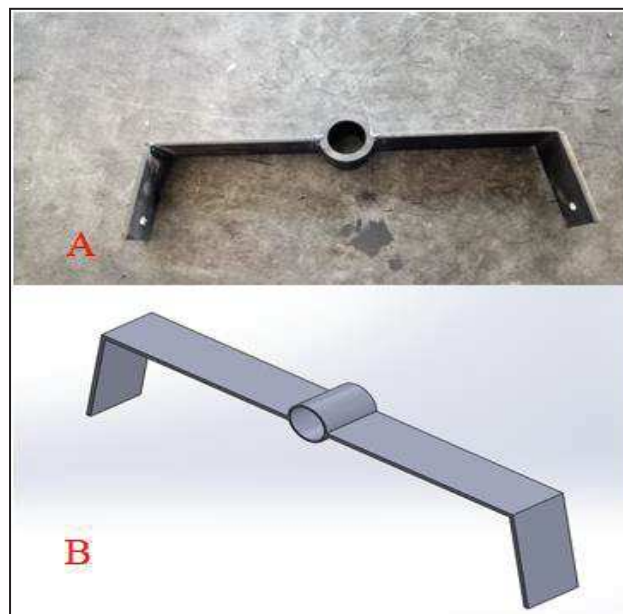


Fig.3.7. Traverse de l'arbre qui porte les engrenages verticalement

La figure.3.8 représente l'assemblage des roues dentées avec la tige filetée.



Fig.3.8. Roue dentée avec tige filetée

3.5.2. Assemblage l'ossature de la plièse

La figure.3.9 représente la fixation de table UPM sur les supports de la plièse



Fig.3.9. Assemblage des poutrelles UPM

3.6. Montage

La figure.3.10 représente le montage du cadre de la plieuse



Fig.3.10. Cadre de la plieuse

La figure.3.11 représente le montage des engrenages coniques à denture hélicoïdale.



Fig.3.11. Engrenages coniques

La figure 3.12 représente le montage de la roue de commande sur l'arbre.



Fig.3.12. Montage cadre de la plieuse

4. Etat final

Après l'assemblage et le montage de définitives pièces voila notre fruit de travail

La figure.3.13 représente l'état final.

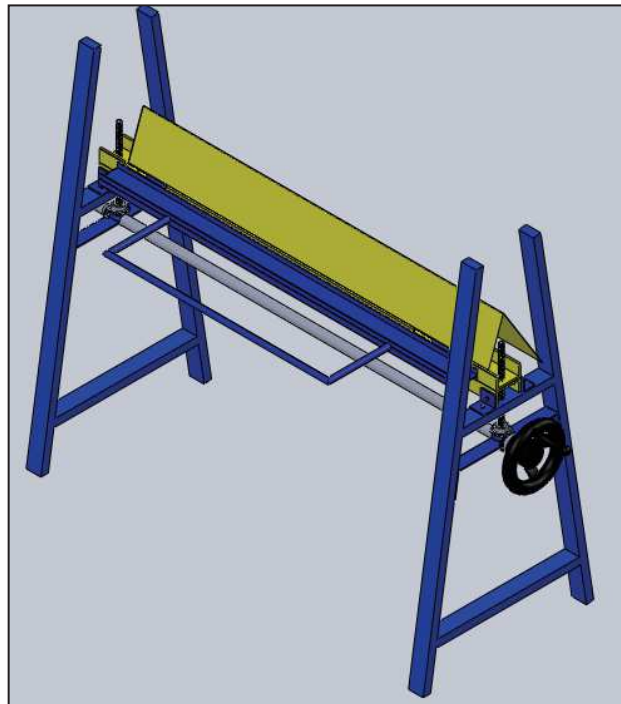


Fig.3.13. Plieuse

5. Installation de plieuse

La machine doit être installée à l'intérieur, sur un sol plat et résistant ;

Pour faciliter son utilisation, laissez un espace libre d'au moins un mètre autour des quatre côtés de la machine ;

La zone de travail doit être bien éclairée pour éviter tout risque de mauvaise utilisation ou tout danger ;

6. Fiche technique de plieuse

- Nom de la plieuse « MALID » ;
- Pliage de tôle inférieure ou égale 1.5 mm ;
- Largeur 1,60 m ;
- Hauteur 0,90 m ;
- Poids 150 kg ;

7. Fonctionnement

Pour mettre la machine plieuse « MALID » à mise en marche il faut d'abord :

- Vérifier la plieuse avant chaque utilisation pour la sécurité ;
- Tourner la roue de commande vers la gauche pour remonter le sommier (bec mobile) ;
- Insérer la tôle après de relever le tablier ;
- Sérier la tôle à plier en tournant la roue de commande vers la droite pour faire baisser le sommier ;
- Faire baisser le tablier pour plier la tôle ;
- Tourner une derrière fois la roue de commande vers la gauche pour tirer la tôle pliée ;

Conclusion

CONCLUSION GENERALE

Tout au long de la préparation de notre projet de fin d'études au niveau de l'entreprise SOGERHWIT, les connaissances acquises durant notre cursus universitaire. Le but de ce travail est l'étude et réalisation en mécano-soudage d'une plieuse de tôles d'épaisseur inférieure ou égale 1.5mm. Elle est utilisée comme auto-équipement de l'atelier de soudage de la faculté de technologie de l'université Tlemcen.

Afin d'atteindre cet objectif, deux parties ont été développées.

La première partie est consacrée aux différents procédés de soudage et leurs paramètres et précisément le soudage à l'électrode enrobée.

La deuxième partie décrit le processus de fabrication de la plieuse par l'élaboration du dessin d'ensemble, des dessins de définition en utilisant le logiciel solidworks 2013. La réalisation de la machine nous a confrontés aux difficultés du terrain en utilisant des machines outils conventionnelles, machines de découpage et un poste à souder à l'arc à l'électrode enrobée.

La plieuse « MALID » a un processus de fabrication qui produit une forme en L, Ainsi que des angles supérieurs à 90°.

Comme perspectives, ce projet sera élargi à l'automatisation du pliage par des systèmes électriques et hydrauliques ainsi qu'une variété de formes.

ANNEXE

Présentation de l'entreprise

1. PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ :

1.1 Historique

- La Société Générale de Travaux Hydrauliques de Tlemcen, par abréviation SOGERHWIT, était une Entreprise Publique Locale dénommée « SOGERWIT. », créée en 1973 par arrêté interministériel. Son Capital Social était fixé à :
1 000.000,00 DA.
- Après son passage à l'autonomie et conformément aux dispositions de la décision du Comité Intersectoriel (C.I.S) en date du 13/12/95, SOGERHWIT a été transformée en Entreprise Publique Économique (E.P.E) sous la forme juridique d'une société par Actions (S.P.A.).
- Son Capital Social est fixé à un montant de 10.000.000,00 DA divisé en 1000 Actions d'une valeur nominale de 10.000,00 DA chacune, souscrites intégralement par l'Etat et détenues entièrement par la Société par Actions: HOLDING PUBLIC « BATIMENT ET MATERIAUX DE CONSTRUCTION », Par abréviation BMC.
- Le 22 mai 1997 un transfert de propriété a été exécuté entre le holding public BMC et le holding public régional ouest, où ce dernier devient propriétaire unique de l'EPE/ SPA SOGERWIT.
- Le 12 mars 2001, à la suite d'une AGEX, le capital de l'entreprise SOGERWIT est porté de 10 millions à 100 millions de dinars par l'incorporation des réserves et résultats en instance d'affectation à hauteur de 90 millions de dinars.
- Suite à la résolution n°02 de l'AGEX du 25 mai 2003, la dénomination de l'entreprise est remplacée par le terme « SOGERHWIT ».
- L'AGEX du 06 Décembre 2004, fait porter le capital social de la SOGERHWIT à 130 millions de dinars à la suite d'une augmentation de 30 millions de dinars par l'incorporation des primes d'apport, des réserves facultatives et des résultats en instance d'affectation.
- Suite à la résolution n° 03 de l'AGEX du 30/12/2007 le capital d'entreprise SOGERHWIT est porté de 130 millions à 393 millions de Dinars.
- Suite au PV de l'AGEX du 24/09/2012 le capital d'entreprise SOGERHWIT est porté de 393 millions de dinars à 620 millions de Dinars.

1.2 Implantation

- Le siège de l'entreprise est situé dans la zone Semi Industrielle

ABOU_TACHFINE à quelques quatre (04) KM du centre de la ville de TLEMCEM.

- Le siège de l'entreprise est implanté sur un terrain d'une superficie de 15 609 M² dont 4 915,13 M² constituent l'assiette des bâtiments administratifs et d'exploitation.
- Elle dispose également d'un terrain au niveau de la zone industrielle de Tlemcen de 5 000 M² utilisé pour la production du béton prêt à l'emploi et de stockage de matières premières, et d'un Parc de 3 000 M² dans la zone industrielle de NAAMA.

1.3 Activités de l'Entreprise

L'activité principale de l'entreprise consiste en la réalisation de travaux hydrauliques :

- Assainissement
- Grands travaux d'adduction en eau potable (A.E.P)
- Construction de châteaux d'eau
- Station d'épuration et autres travaux de Génie civil
- Drainage
- Retenues collinaires
- Réalisation des périmètres d'irrigation

D'autres activités secondaires sont également réalisées, à savoir

- La production de divers agglomérés.
- La production du béton prêt à l'emploi.
- La production chaudronnerie et fabrication mécanique.
- Les prestations de matériels de transport et engins de chantier.

Les activités de production sont essentiellement développées pour les besoins propres de l'entreprise.

1.4 Effectifs :

L'effectif de la société SOGERHWIT dépasse les 1600 employés, toutes catégories socioprofessionnelles confondues.

1.5 Système de management de la qualité

L'entreprise a certifié son système de management de la qualité selon le référentiel ISO 9001 version 2015.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [12] << Manufacturing Processes Reference Guide, Industrial Press Inc >>., 1994.mai2019
- [10]SD Service <<SOUDAGE PAR RÉSISTANCE>>, édition 2016
- [1] Cours sur le pliage des toles << <https://www.rocdacier.com/cours-plier-toles/>>>, mai 2019
- [2] Differences entre les soudures TIG et MIG/MAG <<<http://www.sinoconcept.fr/blog/differences-entre-les-soudures-tig-et-migmag/>>>, avril 2019
- [3] Introduction au soudage à l'arc électrique <<<https://fr.scribd.com/document/231095974/SOUDAGE-GENERALITE>>>, avril 2019
- [4] Klas Weman , <<PROCÉDÉS DE SOUDAGE >>, Dunod, Paris, 2012
- [5] LE SOUDAGE, <<<https://fr.wikibooks.org/wiki/Soudage/G%C3%A9n%C3%A9ralit%C3%A9s> >>, avril 2019
- [6] LE SOUDAGE OXYACÉTYLENIQUE, << <https://docplayer.fr/20745807-Le-soudage-oxyacetylenique.html>>>, mai 2019
- [7] «LES DIFFERENTS PROCEDES DE SOUDAGE PAR RESISTANCE» centre d'étude wallon d'assemblage et du control des matériaux.
- [8] Soudure par résistance << <https://poste-a-souder.ooreka.fr/comprendre/soudage-par-resistance> >>, avril 2019
- [9] soudage à l'arc électrique << <http://www.lyc-de-gaulle-pulversheim.ac-strasbourg.fr/HUMEZ/ASSEMBLAGE/Soudagearc.htm>>>, avril 2019
- [11] TÔLERIE FINE INDUSTRIELLE<<<https://www.epsilon-tolerie.fr/savoir-faire/parachevement/19-parachevement/45-plier-de-tole-plier-de-tole>>>, avril 2019