



MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Licence Sciences et Techniques

Spécialité : Conception et Analyse Mécanique

***ANALYSE DE LA FABRICATION D'UNE CUVE
D'AGITATION DE CAPACITE 10M³EN INOX 304L***

Présenté par :

HOUMMAD EL BACHARI

Encadré par:

-Mr. A.EL BARKANY (FST FES)

-Mr. M. ABOUHILLAL (PROMINOX)

Le jury:

- Mr. A. EL BARKANY (FST de Fès)
- Mr. TOUACHE (FST de Fès)
- Mr. M. ABOUHILLAL (PROMINOX)

Année Universitaire: 2010-2011

Remerciements

A l'issue de ce stage, je tiens à remercier profondément :

Monsieur MOHAMEED AITRI président directeur général de la société PROMINOX.

Monsieur DRISS AITRI directeur Administratif.

Ma reconnaissance va également à l'ensemble des responsables et du personnel de la société.

Je remercie aussi :

Mr. A. EL BARKANY mon encadrant à la FST de FES.

Mr. M. ABOUHILLAL mon encadrant au PROMINOX.

Qui m'ont fournis toutes les informations nécessaires à l'accomplissement de mon travail de stage.

Je tiens également à remercier le doyen et les professeurs du département « conception et analyse mécanique » de notre faculté FST de Fès.

Comme, je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé à faire aboutir ce rapport.

SOMMAIRE

Remerciement.....	2
Sommaire	3
Liste des figures	5
Liste des abréviations.....	6
Introduction générale.....	8
Chapitre I : PRESENTATION DE LA SOCIET PROMINOX.....	9
1 .1 INTRODUCTION.....	9
1.2 PRESENTATION GENERALE DE LA SOCIETEE.....	9
1.2.1 Historique.....	9
1.2.2Fiche d'identité.....	9
1.2.3 Organigramme.....	10
1.2.4 Service et Activités.....	11
1.2.4.1 Ressources humaines.....	11
1.2.4.2 Domaines d'activités.....	11
1.2.4.3 L'industrie chimique.....	11
1.2.4.4 L'industrie pétrolière.....	12
1.2.4.5 L'agroalimentaire.....	13
1.2.5 Moyens utilisés.....	14
CHAPITRE II : PARC MACHINES.....	15
2.1 Zone de fabrication.....	15
2.1.1 Ligne de découpage.....	15
2.1.2 Ligne de pliage.....	16
2.1.2.1 : pliage sur une presse plieuse.....	17
2.1.2.2 : pliage universelle.....	17
2.1.2.3 : paramètres de pliage.....	18

2.1.3	Ligne de cintrage.....	18
2.1.4	Ligne de fabrication mécanique.....	19
2.1.4.1	Ligne de tournage.....	19
2.1.4.2	Ligne de fraisage.....	19
2.1.4.3	Ligne de perçage.....	20
2.1.4.3.1	: perceuse à colonne.....	20
2.1.4.3.2	: perceuse radial.....	20
2.1.4.3.3	: perceuse magnétique.....	21
2.2	Zone de construction.....	21
2.2.1	Soudage.....	21
2.2.1.1	Soudage à l'arc électrique.....	21
2.2.1.2	Soudage TIG.....	23
2.2.1.3	Soudage semis- automatique.....	24
2.2.1.4	Soudage plasma.....	25
2.2.1.5	Soudage automatique.....	26

Chapitre III: TRAVAIL A REALISER « ANALYSE DE LA FABRICATION D'UNE CUVE

	D'AGITATION DE CAPACITE10M³ EN INOX 304L ».....	27
3.1	Introduction	28
3.2	Dessin de plan d'ensemble d'une cuve d'agitation.....	29
3.3	Fabrication des composants.....	31
3.3.1	La virole.....	31
3.3.1.1	Découpage.....	31
3.3.1.2	Cintrage.....	31
3.3.1.3	Soudage.....	32
3.3.2	Les bride	33
3.3.3	Les anneaux.....	33
3.3.4	Le fond.....	34
3.3.5	Le dôme	35

3.3.6 Les pieds.....	35
3.3.7Le serpentini.....	36
3.3.8 L'agitateur.....	36
3.4Construction des composants de la cuve agitée.....	37
3.4.1 L'assemblage du cylindre avec le dôme.....	37
3.4.2 L'assemblage des pieds.....	38
3.4.3 L'assemblage des serpentins.....	38
3.4.4 L'assemblage d'agitateur.....	38
3.5 L'assemblage des accessoires.....	39
3.6 Les gammes de la fabrication.....	40
3.7 Passivation.....	47
3.8L'essai.....	47
3.9 Préparation de fiche de devis.....	47
Conclusion.....	49
Bibliographie.....	50

Liste des figures

Figure1.2.3 : organigramme de direction de la société PROMINOX.....	10
Figure1.2.4.3 : image d'une cuve laboratoire.....	11
Figure1.2.4.4 : image d'une installation pétrolière.....	12
Figure1.2.4.5 : images d'une installation agroalimentaire.....	13
Figure1.2.5 : tableau représente les moyennes et les équipements des PROMINOX.....	14
Figure2.1.1 : machine plasma B40 de découpage.....	15
Figure2.1.2 : schémas de pliage.....	16
Figure2.1.2.1 : pliage sur une presse plieuse.....	17
Figure2.1.2.2 : schéma de pliage par plieuse universelle.....	17
Figure2.1.2.2 : paramètres de pliage.....	18
Figure2.1.3 : cintreuse à trois rouleaux.....	18
Figure2.1.4.3.1 : perceuse colonne.....	20

Figure2.1.4.3.3 : perceuse magnétique.....	21
Figure2.2.1 : électrodes.....	21
Figure2.2.1.1 : paramètres de soudage avec arc électrique.....	22
Figure2.2.1.2 : présentation des techniques de soudage TIG.....	23
Figure2.2.1.4 : schémas de la torche de soudage soumis-automatique.....	25
Figure2.2.1.3 : tableau de comparaison de Semi avec la tige et l'arc.....	24
Figure2.2.1.4 : Arc plasma.....	26
Figure3.2 : schémas d'ensemble de la cuve d'agitation.....	30
Figure3.2.1.1 : la vérole après la découpe.....	31
Figure3.3.1.2 : schémas cintrage de la vérole.....	31
Figure3.3.1.2 : la virole aux niveaux de la cintreuse.....	32
Figure3.3.1.2 : la virole aux niveaux du soudage plasma	32
Figure3.3.3 : dessin de définition d'anneau.....	33
Figure3.3.4 : développé du fond	34
Figure3.3.6 : photos des pièces.....	35
Figure3.3.8 : schémas de définition de l'agitateur.....	36
Figure 3.4.1 : image du soudage de la virole avec le fond.....	37
Figure3.4.3 : montage d'un serpentín.....	38
Figure3.3.4 : montage d'un agitateur.....	39

Les abréviations

D.A.O	: Dessin Assisté par Ordinateur
C.A.O	: Conception Assisté par Ordinateur
C.N.D	: Contrôle Non Destructives
A.S	: Soudage Automatique
T.I.G	: Tungstène Inerte Gas
M .I.G	: Métal Inerte Gas
M.A.G	: Métal Active Gas
L.D	: Limite de Développé
L.P.E.E	: Laboratoire Public d'Etudes et D'Essais
D	: Diamètre
L	: Longueur
L	: largeur

Ep. : Épaisseur
S1 : serpentine 1
S2 : serpentine 2

|

INTRODUCTION GENERALE

Le marché international des produits inoxydables a connu, depuis longtemps, la prédominance quelques industriel classique qui, aujourd'hui, redoutent de plus en plus l'arrivée e la concurrence des produits ferreux et d'aluminiums.

Le Maroc a ainsi une opportunité d'affaire à saisir. Notre Royaume chérifien se positionne parmi les pays LCC (Low countries, pays à faible cout), il attire ainsi les activités de sous traitante et de délocalisation des équipements européens et américains qui doivent rester compétitifs.

Ce pendant, la proximité géographique que le Maroc fait miroiter à ses clients étrangers n'est pas suffisante pour assurer l'approvisionnement « juste in time » (juste à temps), et l'industrie marocaine n'est qu'à ses balbutiements : quelque usine de construction et fabrication des produits inoxydables. Prenne de l'importance, grâce a son orientation pour la première fois vers l'exploitation et la diversification de sa production, son volume de production reste faible par rapport à ses concurrents internationales.

Face à cedi perspectives globalement favorable, PROMINOX s'inscrit dans cette évolution et essaie de mettre en place des actions et des projets pour assurer sa qualité qui est son règne sur le marché national et concurrence à l'échela internationale. C'est dans cet esprit de fabrication qu'a évolué notre projet de fin d'études qui s'intitule « ANALYSE DE LA FABRICATION D'UNE CUVE D'AGITATION DE CAPACITE 10M³ EN INOX 304L ».

Avant de traiter la problématique de projet, le Chapitre1 présente son contexte de déroulement, en donnant une présentation générale de PROMINOX, le chapitre2 soulève le parc machines utilisées dans cette société aussi les zones qui nécessitent un intérêt spécifique, Après la description du contexte du projet, il convient de citer dans le chapitres 3 l'analyse de la fabrication d'un cuve d'agitation de capacité 10 m³ en inox 304l.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA SOCITE PROMINOX

1.1 Introduction

Dans le cadre de notre formation à la **Faculté des Sciences et Techniques de Fès, FSTF**, nous sommes amenés à effectuer des stages pratiques au sein des entreprises.

Ces stages ont pour objectif :

- _ voir en application les cours théoriques reçus au niveau de notre faculté.
- _ découvrir le monde du travail et de voir la productivité et l'organisation de l'entreprise.

De ma part, j'ai choisi la société Prominox car c'est une société qui fait de la Construction fabrication Métallique.

Le stage que j'ai eu l'occasion de passer dans cette importante société m'a permis de m'approcher de près des travaux qui se font en bonne entente et parfaite coopération entre le bureau d'étude et l'atelier.

1.2 :Présentation générale de la société

1.2.1 Historique

La société PROMINOX est société anonyme, installée à Casablanca depuis 1978.

Elle est le leader Marocain dans le domaine de la chaudronnerie des aciers Inoxydables et spéciaux.

Son savoir faire et ses expériences avec des bureaux d'études qu'ils ont permis à PROMINOX de développer ses structures et de faire Face aux exigences de la demande dans les domaines de l'agroalimentaire, l'industrie pharmaceutique, chimique, les brasseries et l'installation de tuyauteries inoxydables et spéciales.

L'expérience dans la construction de la chaudronnerie des aciers inoxydables et spéciaux, lui ont permis de satisfaire même les exigences les plus sophistiquées.

Le sérieux professionnel fait de PROMINOX un point de repère précis pour les entreprises qui veulent employer un produit de toute confiance.

1.2.2 Fiche d'identification

Raison Sociale	: Prominox
Statut Juridique	: Société anonyme
Capital social	: 21.433.300 Dh.
Patente	: N° 37153180
CNSS	: N° 1775230
Siège Social	: Km 12.Bd Ahl Loughlam, Sidi Bernoussi_ 20600_Casablanca_ Maroc

1.2.3 Organigramme

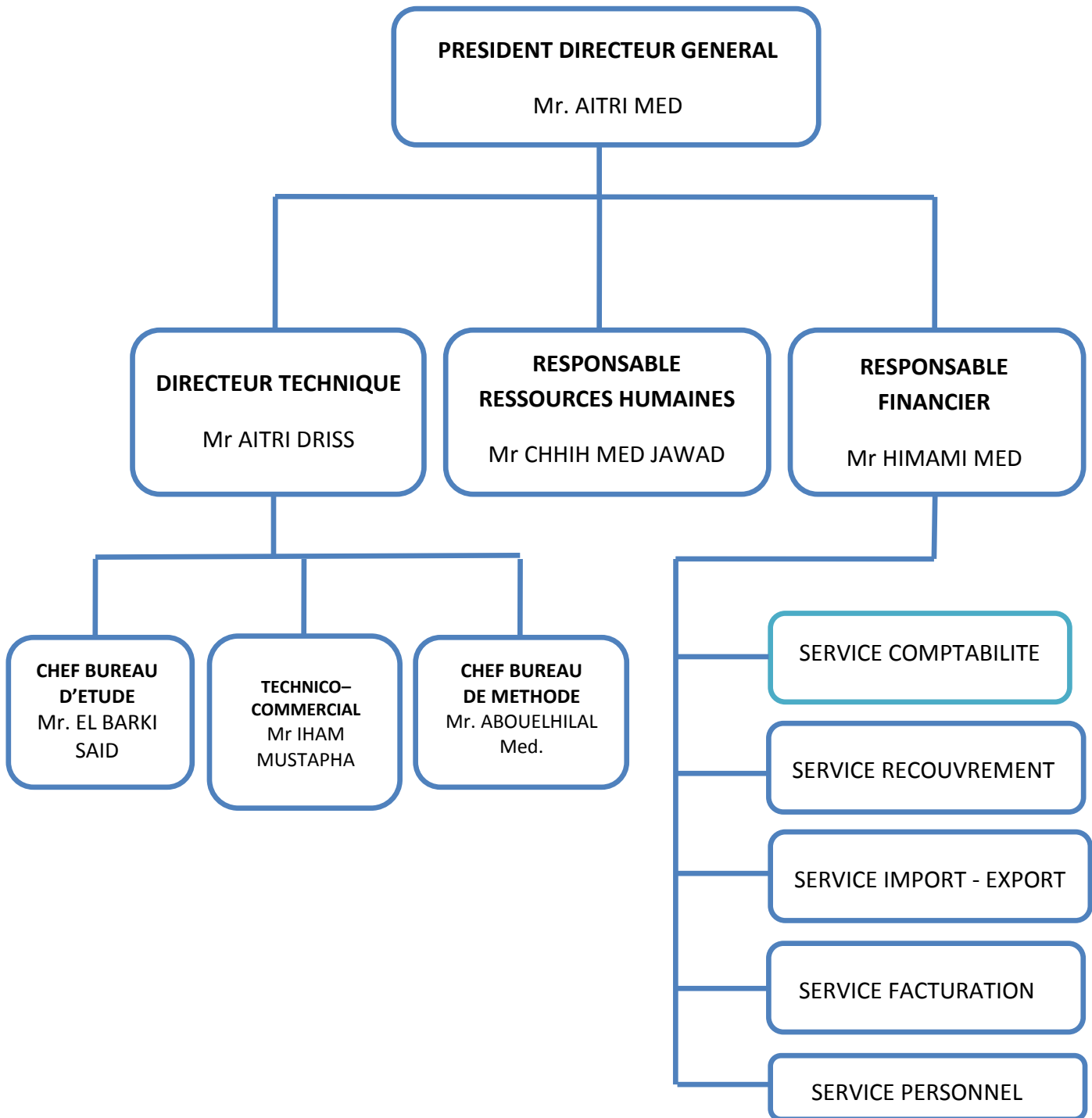


Figure 1.2.3 : organigramme de la société Prominox.

1.2.4 Service et Activités

1.2.4.1 Ressources humaines

Le groupe de travail se compose de plus de 250 employés.

Dans l'Usine: 12 Ingénieur, et 23 employés administratifs.

Sur chantier: soudeurs, chaudronniers, monteurs, tuyauteurs, mécaniciens, et des personnes de manutention qualifiés.

1.2.4.2 domaines d'activités

Prominox produit chaque année plus que 1100 Tonnes d'acier Inoxydable ou de tuyauteries. La plupart du matériel est construite au niveau du magasin et transmis sur place, et pour grande navigation elle préfabriquée sur magasin et assemble Les différents secteurs d'intervention qui sont:

L'INDUSTRIE CHIMIQUE.

L'INDUSTRIE PETROLIERE.

L'AGROALIMENTAIRE.

1.2.4.3 L'industrie chimiques

Les équipements et installations pour les industries chimiques, cosmétiques et pharmaceutiques, représentent une grande partie de la production Prominox. Depuis une dizaine d'années Prominox Maroc est contractée par des grands groupes à l'échelle nationale et internationale pour la fabrication et installations d'unités de production en aciers spécifiques.

Des équipements plus spécialisés sont fabriqués selon besoins, pour les industries et services suivants:

- Cuves de procès.
- Tours de lavage (Scrubber)
- Tours de séchage
- Tuyauterie
- Malaxeurs
- Filtres
- Cuves de laboratoires
- Tuyauterie médicale



Figure 1.2.4.3 : cuve de laboratoire

1.2.4.4 Industrie Pétrolière

PROMINOX Maroc compte une filière spécialisée dans la fabrication, montage et entretien de raffineries de pétrole. Le savoir faire du groupe et la qualité des prestations le placent au top10 des sociétés du marché international.

En partenariat avec plusieurs bureaux d'études spécialisés dans les raffineries de pétrole elle offre les services suivants:

- Cuves stockage
- Piping
- Pipe lines
- Séparateurs.
- Filtres pour la protection
De l'environnement.
- Tours.
- Piping de distribution
- Maintenance des installations



Figure 1.2.4.4 : une installation pétrolière.

1.2.4.5'Agroalimentaire

Pour le secteur de l'agroalimentaire, elle propose des installations clés en mains pour les conserveries, les unités de raffinage, et mise en bouteilles.

Des équipements plus spécialisés sont fabriqués selon besoins, pour les industries suivantes:

- Conserveries
- Brasseries
- Raffineries de sucre
- Raffineries d'huiles
- Distilleries
- Fromageries.
- L'industrie du Lait et dérivés.

Dimension:
Diamètre 1900 mm
Longueur 10400 mm
Volume 32000 litres
Matière inox 304 L



Figure 1.2.4.5 : une installation agroalimentaire.

1.2.5 Moyennes utilisées

PROMINOX dispose d'une grande expérience réussie dans la fabrication et le montage de la tuyauterie et la chaudronnerie aux niveaux de différentes unités de l'OCP soit à SAFI ou à Jorf Lasfer est cela grâce à la qualification de son personnel et à ces moyens matériels de haute technologie.

Et comme exemple il y'a :

- Le Bureau d'étude DAO et CAO.
- Les Contrôles CND « certifiés en 2ème niveau de contrôle ressuage ».
- Les Matières premières de bonne qualité (inox, noir, aluminium...).
- Les Moyens matériels de grande précision (Plasma, soudage automatique A .S, perceuse, cisaille ...).
- Les Moyennes humains très qualifiés.

N°	Equipements
01	Coupe tube
02	Scie mécanique droite jusqu'au 12''
03	Scie mécanique angle jusqu'au 18''
04	Chanfreineuses automatique de tube de 12'' jusqu'au 24''
05	Robot mobile AS
06	Potence de soudage AS
07	Poste soudure TIG 250A
08	Poste soudure SMAW
09	Machines de traitement thermique des soudures
10	Tronçonneuses
11	Perceuses radiales
12	Perceuses manuelles
13	Grue télescopique 60T
14	Grue télescopique 45 T
15	Meuleuses Ø 230
16	Meuleuses Ø 125
17	Carotteuses
18	Caisses à outils individuelles
19	Caisses d'approches
20	Armoire préchauffage consommable Soudage
21	Atelier Mobile
22	Distributeurs électriques
23	Bungalows bureau
24	Containers magasins
25	Elévateur 5T
26	Camion plateau 5 T
27	Voitures personnelles
28	Camions transport du personnel
29	Echafaudages
30	Matériels de sécurité
30	Etuves individuelles

Figure 1.2.5 : tableau des équipements

CHAPITRE II

PARC MACHINE

2.1 Zone de fabrication

2.1.1 Ligne de découpage

Cette opération consiste à découper des pièces de différentes épaisseurs. La pièce obtenue par ce procédé a la particularité d'avoir le bord découpé parfaitement perpendiculaire à la face, et de très bonnes qualités géométriques et dimensionnelles, parmi les machines de découpage en trouve :

- **Cisaille de type MIB**

- _ Elle découpe tous les types de tôles (Inox, al, fer ...).
- _ Elle découpe les formes plates.
- _ L'épaisseur maximum à découper : 16 mm pour le noir et 8 mm pour l'inox.
- _ La largeur maximum est de 4000mm.

- **Machine PLASMA** : on distingue trois types :

- _ Plasma tome B20

Elle est capable de découper le développé de différents genres de tôles Inox et acier avec une épaisseur de 1mm jusqu'à 60mm.

- _ Plasma tome HP30

C'est une machine de précision capable de découper l'Inox avec une épaisseur variant de 1mm jusqu'à 20mm avec deux procédés différents : vortex d'eau et argon hydrogène.

- _ Plasma tome B40

C'est une machine très puissante capable de découper tout type d'acier (Inox ou noir) avec une épaisseur de 1 mm jusqu'à 120 mm.

- Toutes ces machines sont à commande numérique et dont le découpage se fait par l'électricité, le gaz.



Figure 2.1.1 : machine plasma de découpage B40.

2.1.2 Ligne de pliage

Le pliage est une déformation obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce, celle-ci en appui sur deux lignes d'appuis et s'apparente à la flexion, donc il faut dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.

Les différents types de pliage :

Pliage en V

Pliage par encastrement

Pliage par cambrage en U

Pliage en l'air

Pliage en frappe

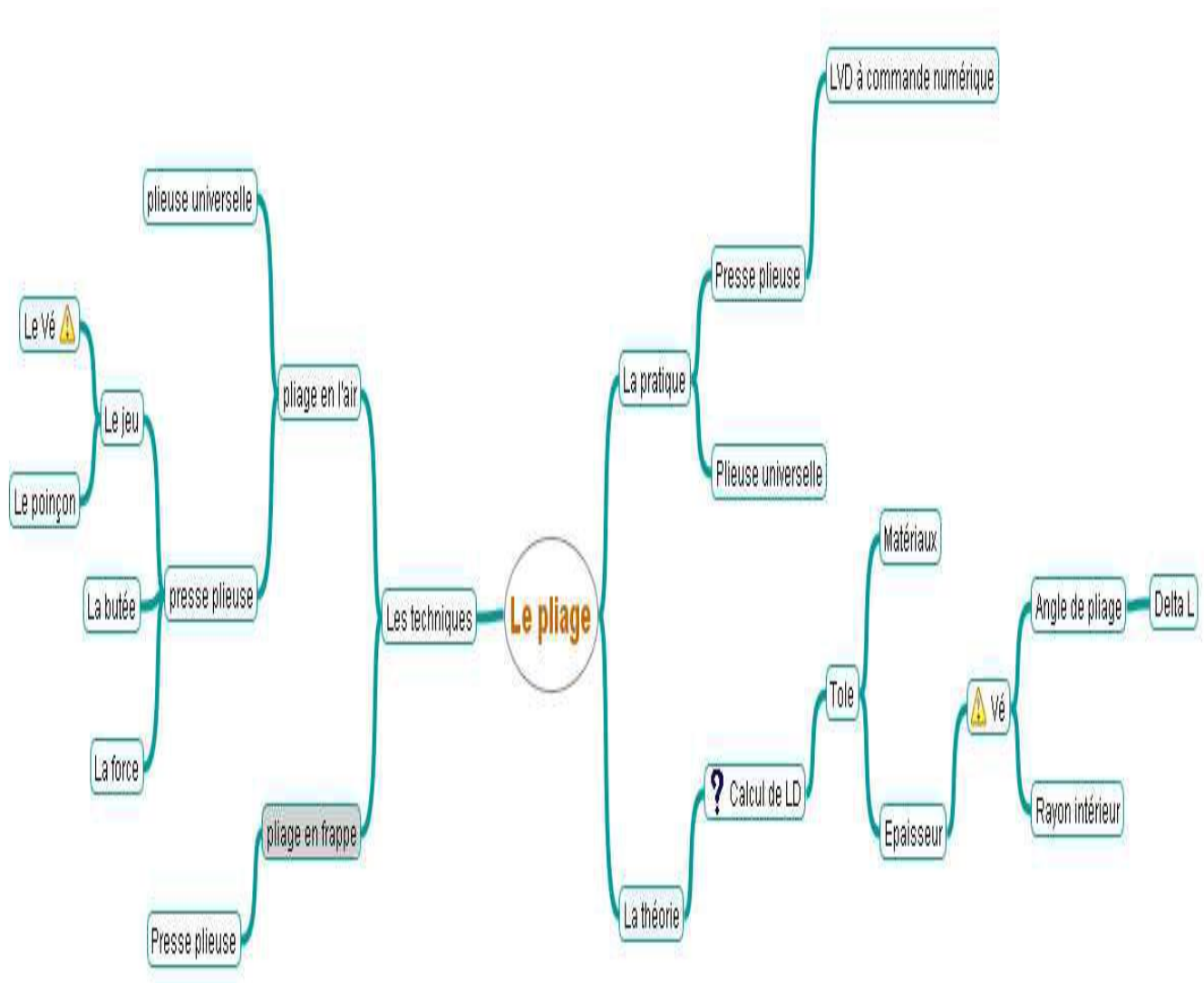


Figure 2.1.2 : schéma de pliage.

2.1.2.1 Pliage sur une presse plieuse : (vé, l'air, frappe)

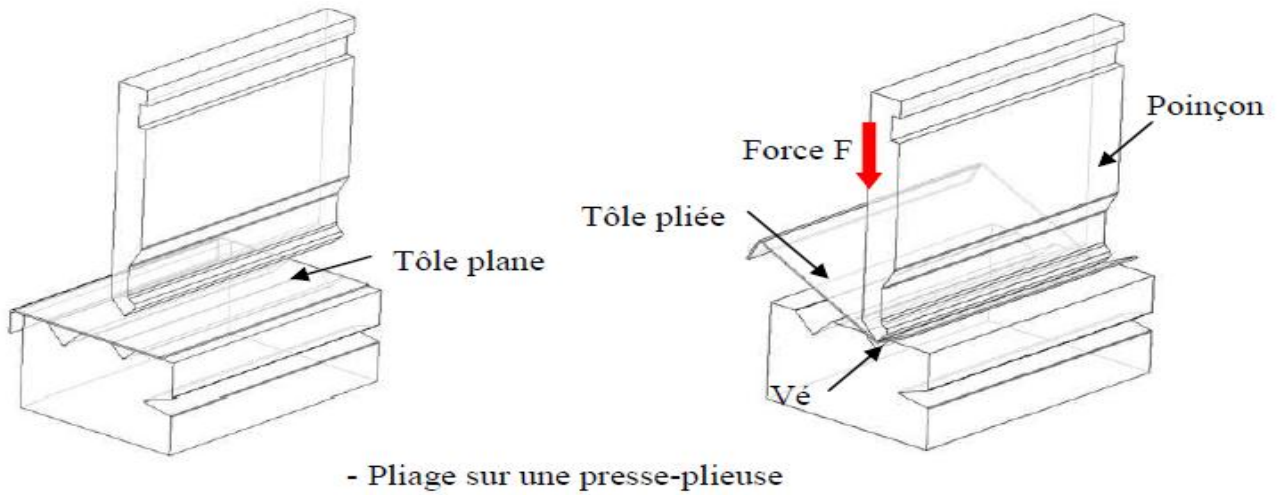


Figure 2.1.2.1 : Pliage sur une presse-plieuse

2.1.2.2 Plieuse universelle :(en encastrement).

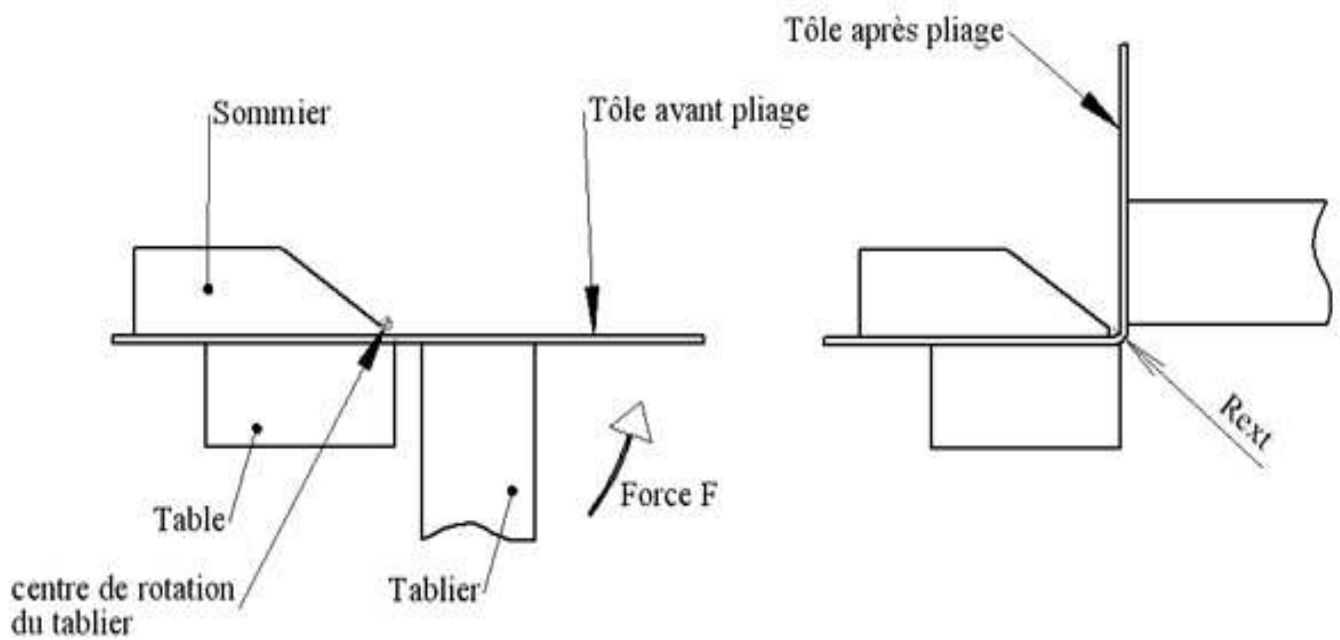


Figure 2.1.2.2 : schémas de pliage par plieuse universelle.

2.2.3 Paramètres de pliage

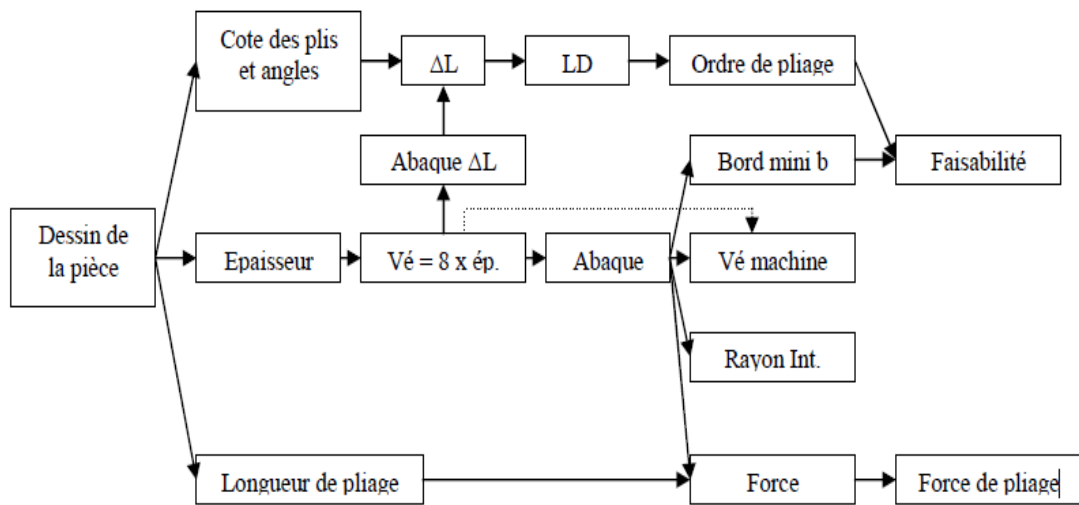


Figure 2.2.3 : paramètres de pliage.

2.1.3 Cintrage

Une **cintreuse** permet le cintrage de pièces métalliques afin de leur donner des formes arrondies. Il existe plusieurs types de cintreuses suivant s'il s'agit de tôles ou de profilés.

L'opération de cintrage sur tôle va nous donner par exemple les citernes et les cuves.

On trouve essentiellement 2 types de rouleuses :

- les rouleuses de type pyramidale (ne permet pas l'amorçage des extrémités).
- les rouleuses de type planeur (permet l'amorçage d'une ou plusieurs extrémités suivant le nombre de rouleaux, 3 ou 4).

L'opération de cintrage sur profilés permet d'obtenir par exemple les rambardes d'escaliers métalliques. Ce métier s'applique en priorité aux serruriers-métalliers.

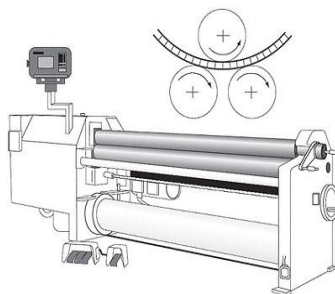


Figure 2.1.3 : cintreuse à 3 rouleaux.

2.1.4 Zone de fabrication mécanique

2.1.4.1 Tournage

Le tournage est le procédé d'usinage pour enlèvement de copeaux qui consiste à l'obtention de forme cylindriques/coniques à l'aide d'outils coupants sur des machines appelées tours.

- _ la pièce tourne, l'outil se déplace.
- _ la pièce est fixée dans le mandrin.
- _ l'outil est fixé sur une tourelle.

IL y a deux types de tournage :

- + Tournage extérieur :
 - _ Chariotage (suivant l'axe Z de la pièce) : T. longitudinal
 - _ Dressage (suivant l'axe X de la pièce) : T. transversal, la réalisation d'une face ou un épaulement.
 - _ Tournage par profilage
 - _ Tournage de gorges, dégagement
 - _ Filetage, réalisation d'une vis
 - _ Tronçonnage
- + Tournage intérieur :
 - _ Perçage
 - _ Conicité
 - _ Taraudage
 - _ Des pièces rondes sous forme d'un écrou (filetage)

Les conditions de coupe :

- _ La vitesse de coupe
- _ La matière à usiner
- _ La matière et la géométrie de l'outil de coupe
- _ Type d'usinage : ébauche, finition, filetage... .
- _ Lubrifiant.
- _ La qualité du tour.
- _ La vitesse d'avance $V_f = f \cdot n$.

2.1.4.2 Fraisage

Fraisage, l'enlèvement de matière - sous forme de copeaux - résulte de la combinaison de deux mouvements : rotation de l'outil de coupe d'une part, et avance de la pièce à usiner d'autre part.

Les principales méthodes de fraisage pratiquées sont :

- le fraisage de profil (dit « de forme ») ;

- le fraisage en bout (dit « d'enveloppe » ou « surfaçage »).
- le fraisage combiné (en bout et de profil).

2.1.4.3 Perçage

Une **perceuse** est une machine qui sert à percer des trous dans toutes sortes de matériaux.

On parle de chignole ou de vilebrequin pour désigner une perceuse à main. Aujourd'hui, la quasi-totalité des perceuses sont équipées de moteurs électriques ou pneumatiques. On distingue les perceuses portatives et les machines-outils utilisées dans les ateliers d'usinage, comme les perforateurs.

- 1 La perceuse à colonne
- 2 La perceuse radiale
- 3 La perceuse magnétique

2.1.4.3.1 : La perceuse à colonne

Une *perceuse à colonne* est une perceuse d'atelier fixée sur un bâti ou un établi. Elle permet des perçages précis et importants (diamètres pouvant aller à 20 ou 30 millimètres dans l'acier ordinaire).



Figure 2.1.4.3.1 : Perceuses à colonne

2.1.4.3.2 : La perceuse radiale

C'est une machine-outil semblable à une machine à colonne mais dont la broche est montée sur un chariot coulissant le long d'un bras pouvant pivoter avec la colonne comme axe. Elle peut être munie d'une tête inclinable permettant de percer selon des axes non verticaux. Sur ce type de machine peuvent être réalisés également des lamages et des alésages. Pour les nombreuses opérations nécessitant une grande précision des trous se trouvant dans des positions plus variées on lui préfère l'aléuseuse ou l'aléuseuse-fraiseuse.

2.1.4.3.3 :La perceuse magnétique



Figure 2.1.4.3.3 : Perceuse magnétique

C'est une machine composée d'un corps de perceuse traditionnelle et d'une embase magnétique (un électroaimant) qui permet de fixer cette dernière sur les pièces que l'on doit percer. Elle s'utilise principalement en charpente métallique. Cette machine peut travailler avec des forets traditionnels équipée d'un adaptateur et d'un mandrin. Mais elle est prévue d'origine pour fonctionner avec des fraises (type trépan). Cette machine doit toujours être utilisée avec une chaîne de sécurité afin d'éviter les chutes en cas de coupure de courant.

2.2 Zone de construction

2.2.1 Soudage

Le **soudage** est un moyen d'assemblage permanent. Il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler.

Les types de soudage qui existe :

Soudage à l'arc électrique avec électrodes enrobées (Smaw).

Soudage semis- automatique (MIG, MAG).

Soudage TIG.

Soudage plasma.

Soudage Automatique(A.S).

2.2.1.1 Soudage à l'arc électrique avec électrodes enrobées (Smaw)

La température de soudage est générée par l'arc électrique entre deux électrodes que constituent la pièce à souder et la baguette de métal d'apport où le métal fondu est protégé par un laitier.



Figure 2.2.1.1 :Electrodes

ELECTRODE	DIAMETER	AMPERAGE RANGE								
		50	100	150	200	250	300	350	400	450
6010 & 6011	3/32	■								
	1/8		■							
	5/32			■						
	3/16				■					
	7/32					■				
	1/4						■			
6013	1/16	■								
	5/64		■							
	3/32			■						
	1/8				■					
	5/32					■				
	3/16						■			
	7/32							■		
	1/4								■	
7014	3/32		■							
	1/8			■						
	5/32				■					
	3/16					■				
	7/32						■			
	1/4							■		
7018	3/32		■							
	1/8			■						
	5/32				■					
	3/16					■				
	7/32						■			
	1/4							■		
7024	3/32			■						
	1/8				■					
	5/32					■				
	3/16						■			
	7/32							■		
	1/4								■	
Ni-CI	3/32		■							
	1/8			■						
	5/32				■					
	3/16					■				
308L	3/32		■							
	1/8			■						
	5/32				■					

Tableaux2.2.1.1 : paramètres de soudage à l'arc électrique.

2.2.1.2 Soudage TIG

- Le **soudage TIG** est un procédé de soudage à l'arc avec une électrode non fusible.
- TIG : est un acronyme de *Tungstène Inerte Gas* où *Tungstène* (**Tungstène**) désigne l'**électrode** et *Inerte Gas*.
- Gaz inerte : désigne le type de gaz plasmagène utilisé.
- L'arc se crée entre l'électrode réfractaire (- du générateur) et la pièce (+ du générateur) sous un flux gazeux.
- Les gazes utilisées sont : l'argon et le noxal, ou un mélange de ces deux gaz.
- Les métaux et les alliages : aciers, inox, cuivreux, titane, nickel... .
- L'épaisseur variée de 12 mm jusqu'à 25 mm.
- L'amorçage se fait grâce au gaz circulant dans la buse qui entoure une grande partie de l'électrode. Le soudage s'effectue en polarité directe (pole - du générateur relié à l'électrode).
- La qualité visuelle d'une soudure TIG est excellente.

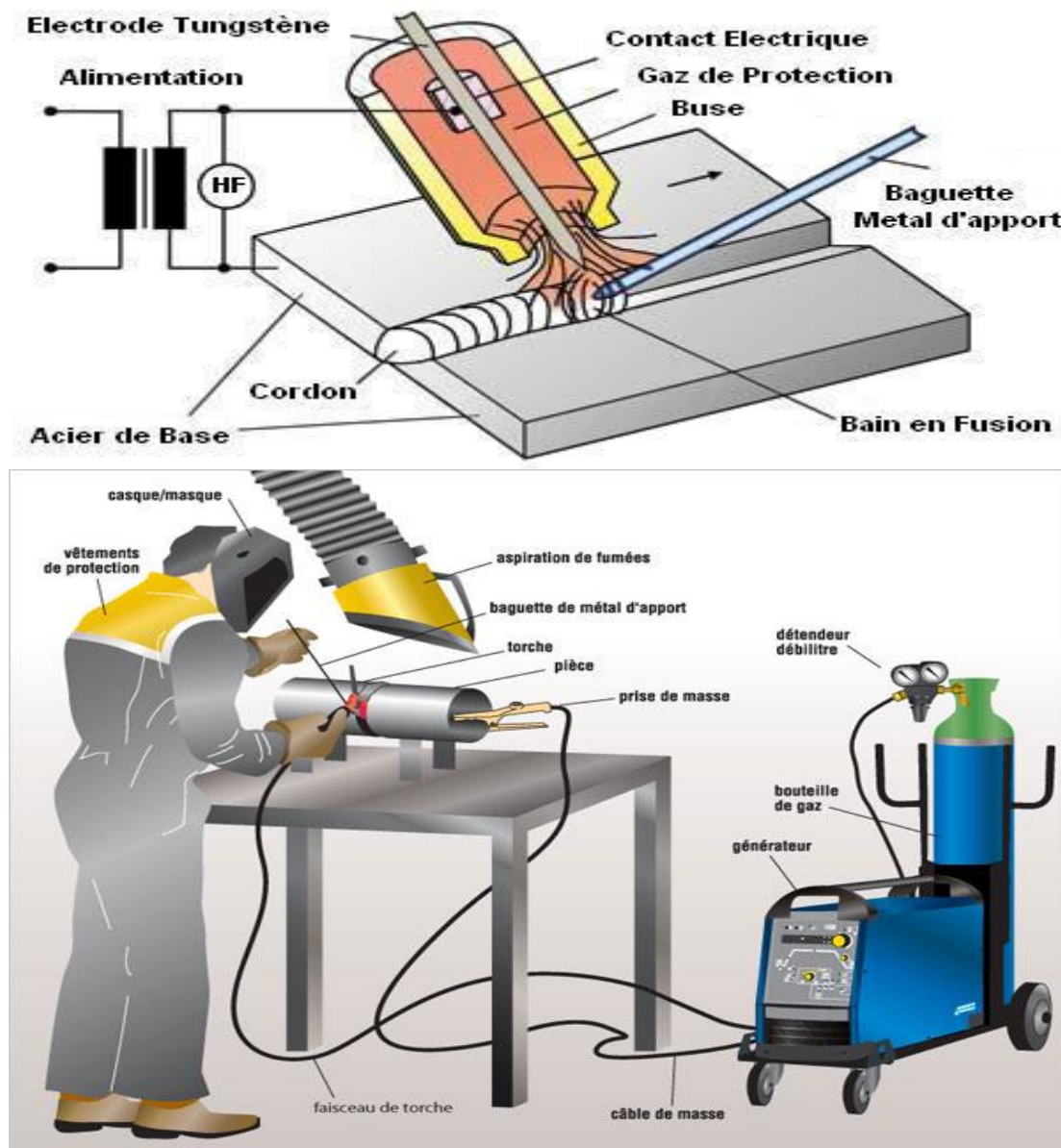


Figure 2.2.1.2 : représentation de soudage TIG.

2.2.1.3 Soudage semi-automatique

Proche du soudage à l'électrode enrobée, ce procédé se distingue par le recours à un fil continu et fusible qui remplit la fonction d'électrode. Il est couramment désigné par "semi-automatique" ou MIG/MAG dans l'univers industriel.

Comment ça marche ?

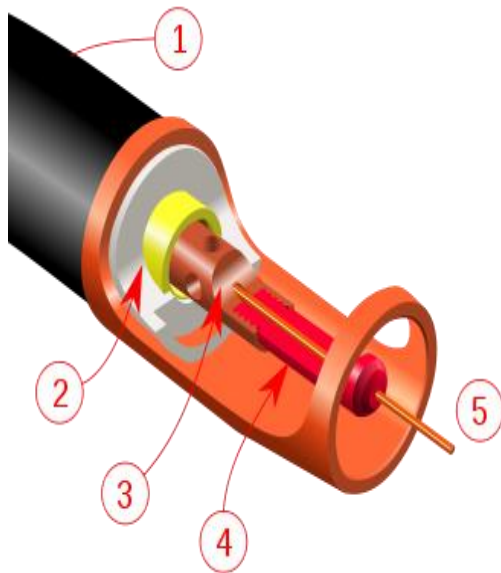
L'arc, exclusivement alimenté en courant continu, jaillit entre l'extrémité du fil fusible (pôle "+") et les pièces à souder (pôle "-"). Le dévidage du fil à vitesse constante détermine l'intensité fournie par le poste à souder. Les densités de courant sont très élevées.

Les 2 types de semi-automatique sont : le MIG et le MAG

- MIG et MAG signifient respectivement *Métal inerte gaz* et *Métal active gaz*.
- La différence entre les deux procédés tient à la composition du gaz.
- Le procédé MIG utilise un gaz neutre qui ne réagit pas avec le métal fondu (argon ou argon +hélium).
- procédé MAG (mélange d'argon avec du dioxyde de carbone et de l'hydrogène en proportions variables selon les métaux à souder).
- Le gaz est injecté en continu sur l'arc afin d'isoler complètement le métal en fusion de l'air ambiant.
- soudage de différents matériaux : aciers C-Mn, aciers inoxydables, alliages d'aluminium, alliages de titane...
- utilisations de fils fourrés de 0,9 à 2,4 mm de diamètre.
- Le poste à souder MIG/MAG est composé d'un dévidoir de fil à souder et d'un générateur de tension (15 V= à 45 V=).
- On utilise l'argon comme gaz inerte qui vise à protéger la soudure de l'oxygène et à permettre la stabilité de l'arc (ionisation).
- L'argon est utilisé pur pour la soudure de l'aluminium (parfois associé à l'hélium pour augmenter la température de soudage).
- Le taux de CO₂ est de 2% pour l'inox et de 8 à 18% pour l'acier.

Avantages	Inconvénient
Bobine de fil (soudage en continu)	Bouteille de gaz de soudage
Productivité importante (comparé au TIG)	Soudage en intérieur (éviter les courants d'air)
Peu de fumée (par opposition au soudage à l'électrode enrobée)	Pénétration à maîtriser (sinon collage)

Tableaux 2.2.1.3 : tableaux de comparaison de semi-automatique avec la tige et l'arc électrique.



- Eclaté d'une torche de soudage MAG / MIG.
- (1) Tête de torche de soudage,
 - (2) Isolant électrique (pièce en blanc) et embout de vissage du tube contact (pièce en jaune),
 - (3) Diffuseur de gaz,
 - (4) Embout du tube contact-type,
 - (5) Buse métallique

Figure 2.2.1.4 : schémas de la torche de soudage semi-automatique

2.2.1.4 Soudage Plasma

Le soudage plasma à arc transféré est le plus répandu pour le soudage des métaux. On peut le décrire comme un procédé TIG amélioré. La principale différence c'est un arc plus rigide et plus énergétique obtenu grâce à des tuyères spéciales et à une protection par un gaz auxiliaire.

Le jet plasma est constricté mécaniquement et pneumatiquement par la tuyère, ce qui permet d'obtenir une plus grande puissance spécifique de la colonne plasma, et donc des zones fondues très étroites.

Jusqu'à une épaisseur de matériau d'environ 3 mm, soudage plasma et soudage TIG sont comparables. Mais lorsqu'il s'agit de matériaux plus épais, il se forme en soudage Plasma, du fait de la concentration d'énergie

Un trou appelé " Key Hoel " qui traverse complètement le joint et qui est constamment maintenu lors de l'opération de soudage. Ce phénomène favorise les pénétrations et les vitesses de soudage. À la fin du soudage, on diminue le débit de gaz plasmagène, l'arc devient alors identique à un arc TIG et peut donc être évanoui comme dans ce procédé.

Si l'on a recours à des gaz dans le soudage Plasma, c'est pour les raisons suivantes:

Le gaz Plasmagène est le milieu qui forme le plasma entre l'électrode et la pièce à souder. On utilise souvent de l'argon ou des mélanges argon / hydrogène avec les aciers inoxydables, et des mélanges argon / hélium avec les métaux non-ferreux.

Un gaz annulaire est nécessaire et s'écoule autour du jet de plasma pour protéger le bain de fusion ; il influe également sur le mouillage et l'aspect du cordon, ainsi que sur la vitesse de soudage.

Un gaz identique ou différent du gaz plasmagène peut être utilisé.

Un gaz auxiliaire peut être utilisé avec un traînard ou en protection envers.

Le traînard sert à protéger de l'air les matériaux sensibles (titane, zirconium ...) pendant leur refroidissement. La protection envers empêche l'oxydation de la pénétration, notamment pour les aciers inoxydables.

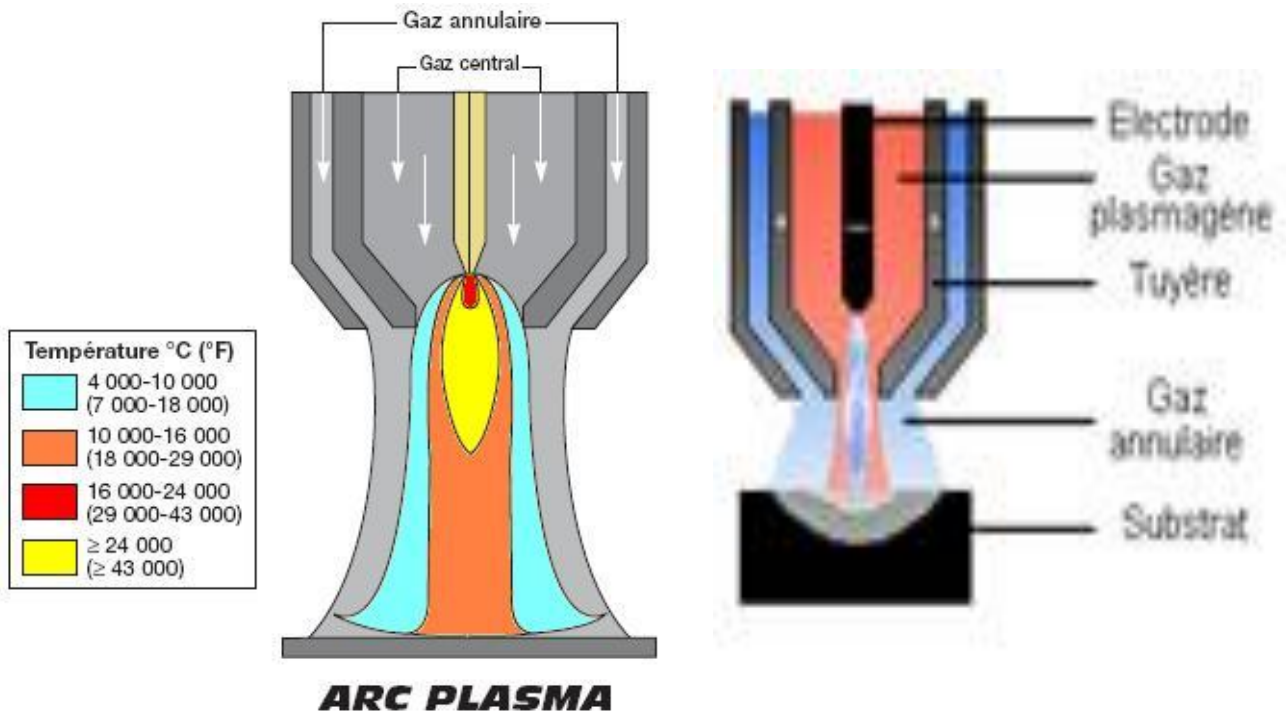


Figure 2.2.1.4 : Arc plasma.

2.2.1.5 Soudage Robot

Le robot est un appareil de commande numérique capable de souder tous types de tôles avec une torche soit de TIG, SEMIS ou PLASMA.

CHAPITRE III

ANALYSE DE LA FABRICATION D'UNE CUVE D'AGITATION DE CAPACITE 10M³ EN INOX 304L

3.1 INTRODUCTION

L'augmentation de la demande sur les produits inoxydables tel que les cuves, oblige notre société Prominox de fabriquer et de produire des produits de bonne qualité pour satisfaire le cahier de charge donnée par le client, et aussi pour faire face à la concurrence des autres entreprises.

A partir du cahier de charge de clients le bureau d'études fixe bien les fonctions et les contraintes auxquelles doit répondre l'objet technique, et il réalise les dessins techniques (dessin d'ensemble et dessin de définition).

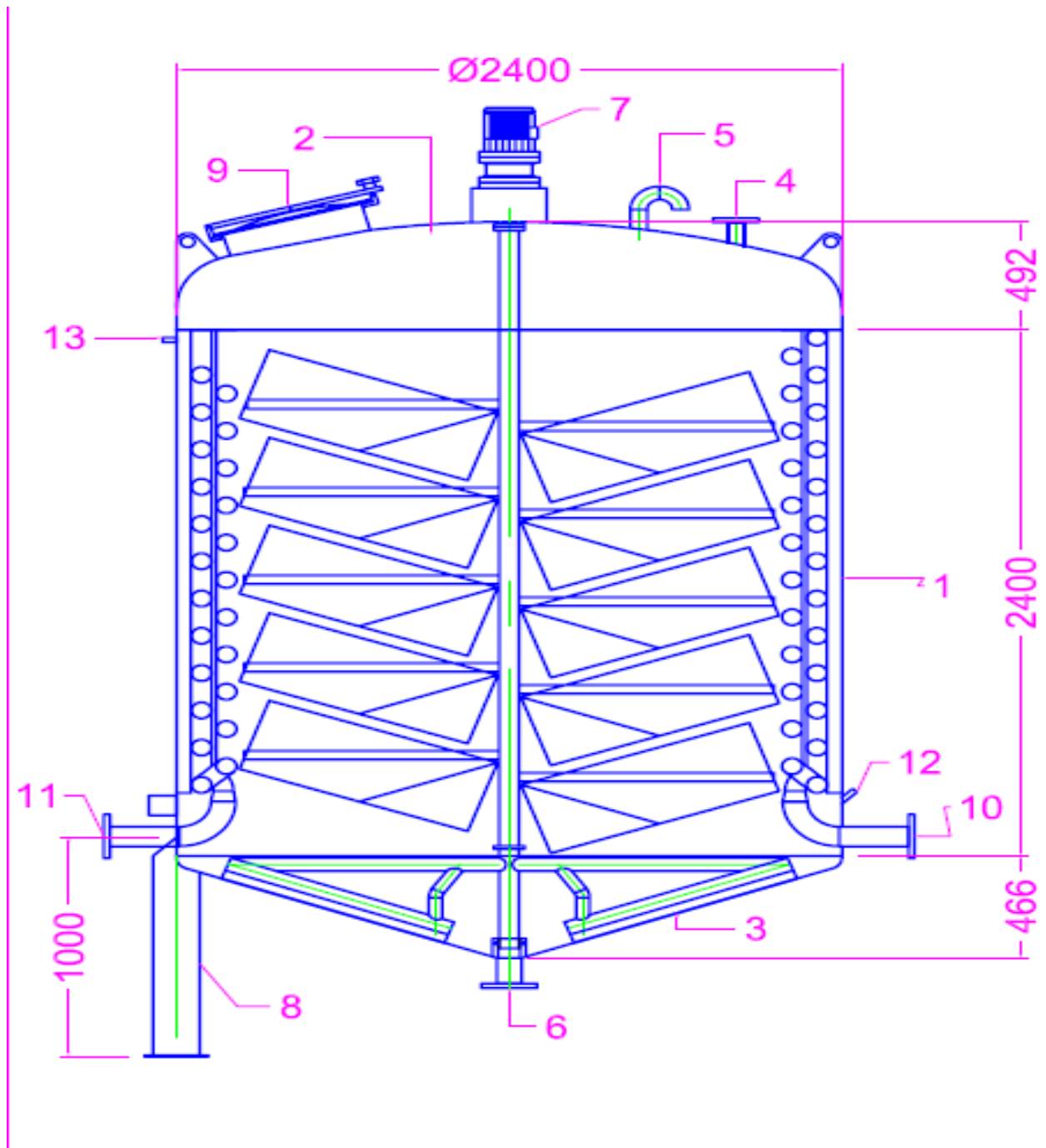
Le bureau des méthodes crée les documents nécessaires à la production. Ces documents serviront de support pour les personnes qui seront chargées de suivre la production. Il s'agit des documents techniques, des procédures de fabrications, des procédures de contrôles, etc.

Dans ce contexte et en relation avec notre projet « ANALYSE LA FABRICATION D'UNE CUVE D'AGITATION DE CAPACITE 10 EN INOX » nous sommes amenés de faire l'étude de conception et de la réalisation de cette cuve en respectant le cahier de charge suivant :

- _ Dessin de plan d'ensemble et de définition de la cuve.
- _ La méthode de la fabrication de chaque composante de la cuve.
- _ La méthode de la construction et d'assemblage de chaque partie.
- _ Gammes de fabrication.
- _ Vérification de l'état de la cuve par les méthodes de contrôle.

La cuve en ensemble a comme rôle d'amener le produit à fabriquer dans une température bien déterminée à l'aide d'un flux d'air chaud qui circule à l'intérieur de serpentin. Et avec la rotation d'agitateur le mélange devient dans un état homogène. Comme on peut aussi voir l'état de produit avec le trou d'homme (trappe visite), capteur ou avec une prise d'échantillon.

3.2 Schéma d'ensemble de la cuve d'agitation



3.3 Fabrication des composantes

3.3.1 La vérole

3.3.1.1 Découpage

D'après les données de cahier de charge qui fixe des caractéristiques dimensionnelles de l'appareil tel : la Hauteur et le Diamètre, on peut déterminer facilement le développé de la virole (largeur=2400, $D=2400$ mm, longueur= $2\pi R=\pi D=7536$ mm, ép.=4mm). Et puisque on a seulement la tôle de $6000 \times 3000 \text{ mm}^2$ on a obligé d'ajouter une autre partie de $1536 \times 2400 \text{ mm}^2$.

Par les méthodes connues au niveau de découpage (cisaille ou plasma) on obtient la forme finale constituant la virole.



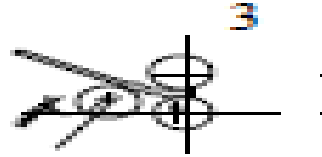
Figure 3.3.1.1 : la virole après la découpe.

3.3.1.2 Cintrage

- 1 - Mise en position de la tôle entre les rouleaux presseurs et entraîneur.
- La tôle ne doit pas glisser latéralement (serrage).



- Equerrage ou parallélisme à contrôler.
- La tôle doit être du côté du rouleau cintreur.
- 2 - Réglage de la position basse du rouleau cintreur:
 - la tôle doit être horizontale.
 - Valeur de la Course règlette.
- 3 - Réglage de la position du rouleau cintreur d'après La valeur lue sur l'abaque.
 - Valeur de la course sur abaque:



- Nouvelle valeur de la Course réglette.
 - 4 - Réaliser le cloquage de la tôle sur une petite longueur.
 - Retour en arrière ; sortir la tôle et contrôler d'après Le gabarit.
 - 5 - Réaliser les actions correctives.
- Diminuer ou Augmenter la course.



- 6 - Introduire la tôle par le côté opposé au cloquage.
- Veiller à la bonne mise en position comme en 1.
- *Tôle du côté du rouleau cintréur.*
- 7 - Effectuer le cintrage de la tôle en une seule passe.
- La tôle doit tourner toujours dans le même sens.



Figure3.3.1.2: la tôle aux niveaux de cintruse.

A la fin on obtient un cylindre (virole) de diamètre de 2400mm.

3.3.1.3 Soudage

Après l'obtention de la forme cylindrique de la virole on pointe de manière discontinue et manuellement par le procédé TIG, après on passe au soudage automatique (plasma) pour obtenir une soudure continue et homogène.



Figure3.3.1.3 : la virole aux niveaux soudage plasma.

3.3.2 Les Brides

Selon la disponibilité ou non de stock, soit on consulte pour les fournitures, soit on les fabrique

La fabrication se déroule comme suit :

Le dessin → le lancement vers le poste plasma pour la découpe, → phase mécanique (tours, fraisage, perçage...).

3.3.3 Les anneaux

- On réalise la majorité des anneaux par le découpage plasma.
- Le plasma donne la pièce désiré donc il reste seulement la rectification.

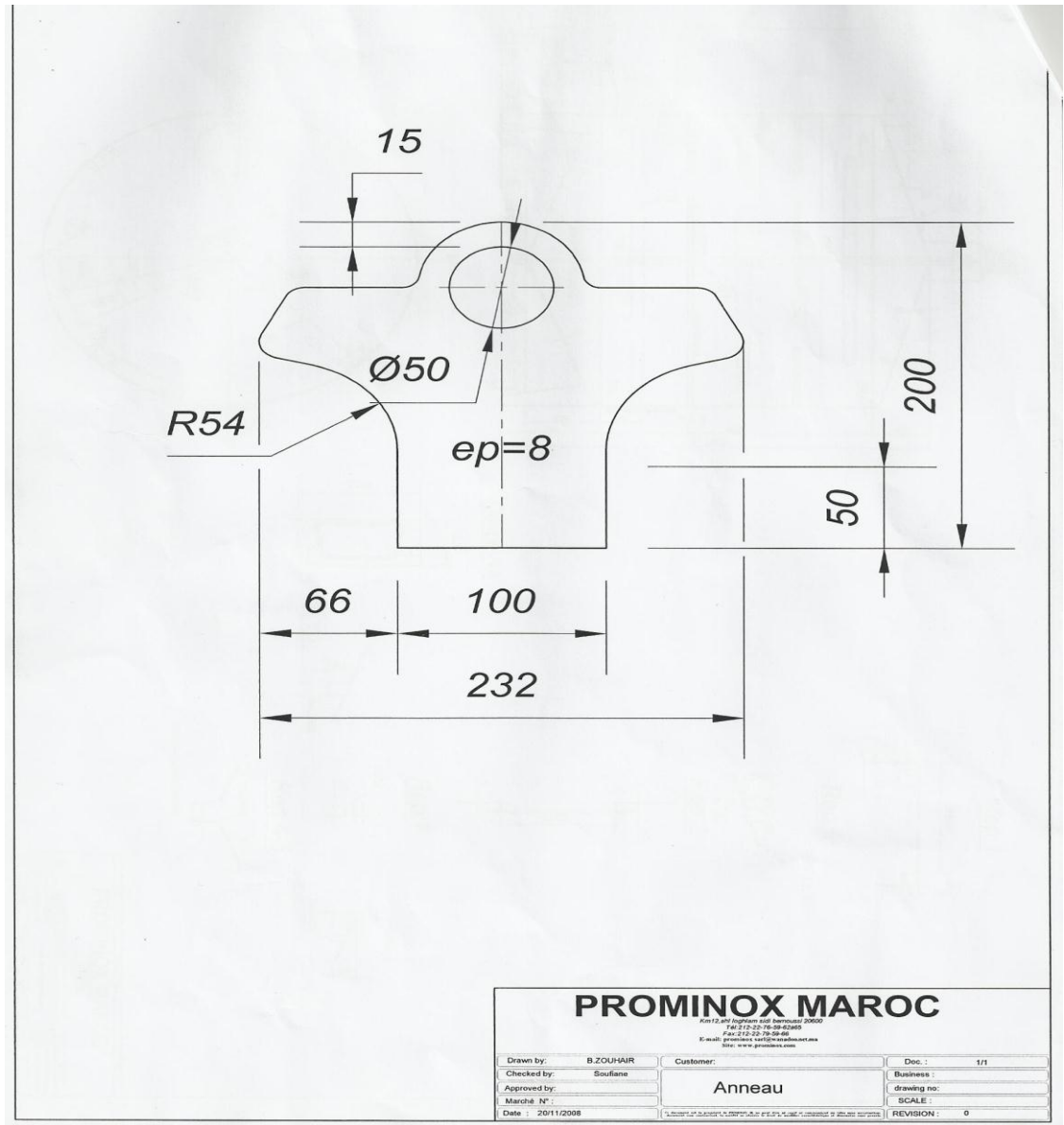


Figure 3.3.3 : dessin de définition d'un anneau.

3.3.4 Le fond

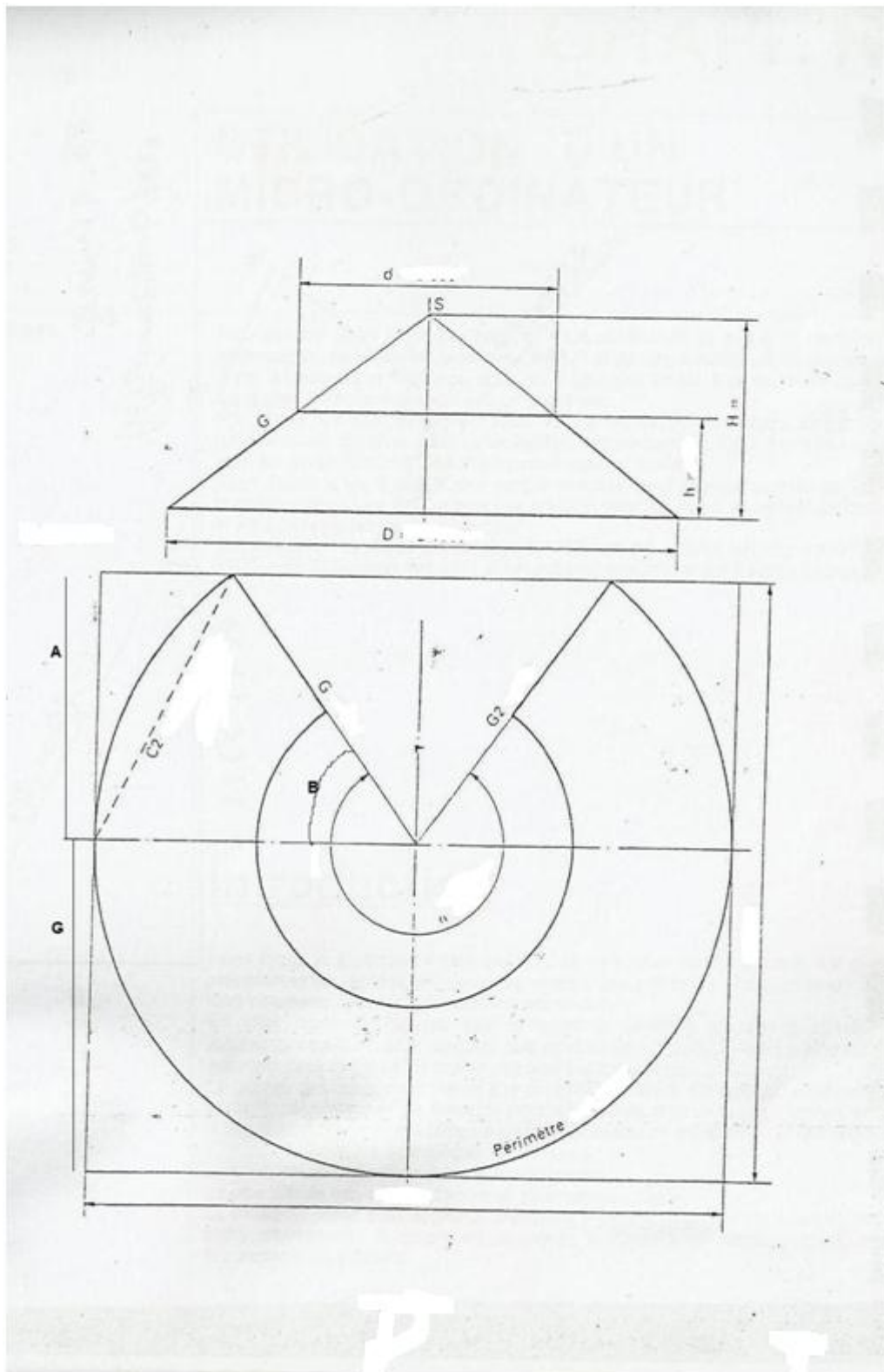


figure3.3.4 : le développé du fond.

Selon sa forme la réalisation se fait soit théoriquement ou par logiciel.

Le but c'est de déterminer l'angle au centre $\alpha=2\beta+180$

Longueur de la corde $C2 = 2.G.\sin(\beta/2)$ $C2 = 2G.\sin\left(\frac{\alpha - 180}{4}\right)$

Débit de la tôle : _ longueur du débit : 2G

_ Largeur du débit : G+A

Calcul de A: $A = G.\sin(\beta) = G.\sin\left(\frac{\alpha - 180}{2}\right)$

Largeur de débit $G + [G.i.((\alpha - 180)/2)]$

Débit : _ longueur = 2G

_ Largeur = $G + [G.\sin\left(\frac{\alpha - 180}{2}\right)]$

Hauteur de sommet : $H = \frac{d \times D}{D - d}$

Longueur de la grande génératrice G : $G = \sqrt{H^2 + R^2}$ avec $R = \frac{D}{2}$

Longueur de la petite génératrice G2 : $G2 = \frac{G \times d}{D}$

Le périmètre P : $P = \pi \times D$

Angle au centre $\alpha = \frac{180 \times D}{G}$.

Longueur de la corde C2 : $C2 = 2G.\sin\left(\frac{\alpha - 180}{4}\right)$.

Débit de la tôle :

Longueur de débit = 2G.

Largeur de débit : $G + [G.i.((\alpha - 180)/2)]$.

⇒ Donc on obtient la longueur le largeur et l'angle de sommet.

N.B : Le bord est formé sur une machine spéciale appelée bordeuse.

3.3.5 Le dôme

En général, si le dôme à une forme bombé, Prominox l'importe de l'étrange, selon ses caractéristique (H=492mm, D=2400mm, ép.=5mm).

Pour réaliser les piquages (trous d'homme, tube, évent) On utilise le plasma manuel.

3.3.6 Les pieds

On a besoin de trois tubes d'inox 304L de longueur de 1000mm et de diamètre de 150mm, on utilise la machine à Cie électrique pour la découpe et un mètre comme un outil de contrôle.



Figure 3.3.6 : photo des pieds.

3.3.7 Serpentins

On a besoin de deux serpentins (1) et (2) de diamètres respectivement 1884mm et 2181mm, Ils sont obtenus par l'assemblage de plusieurs portions de tubes cintrés de diamètres de (1884mm et 2181mm). On remplit les tuyaux avec le sable pour éviter la déformation.

Leurs rôle est de maintenir le mélange à une Température fixe.

N.B : Pour la phase du soudage (tige) il est important d'injecter l'azote à l'intérieur des tubes pour protégé la pénétration.

3.3.8 L'agitateur

L'agitateur est un ensemble des pales fixées sur un arbre :

_ L'arbre : c'est une tige en inox de longueur 3348mm et un diamètre de 90mm.

_ Les pales : une pale est composée par une plaque pliée de 172° fixée sur une tige.

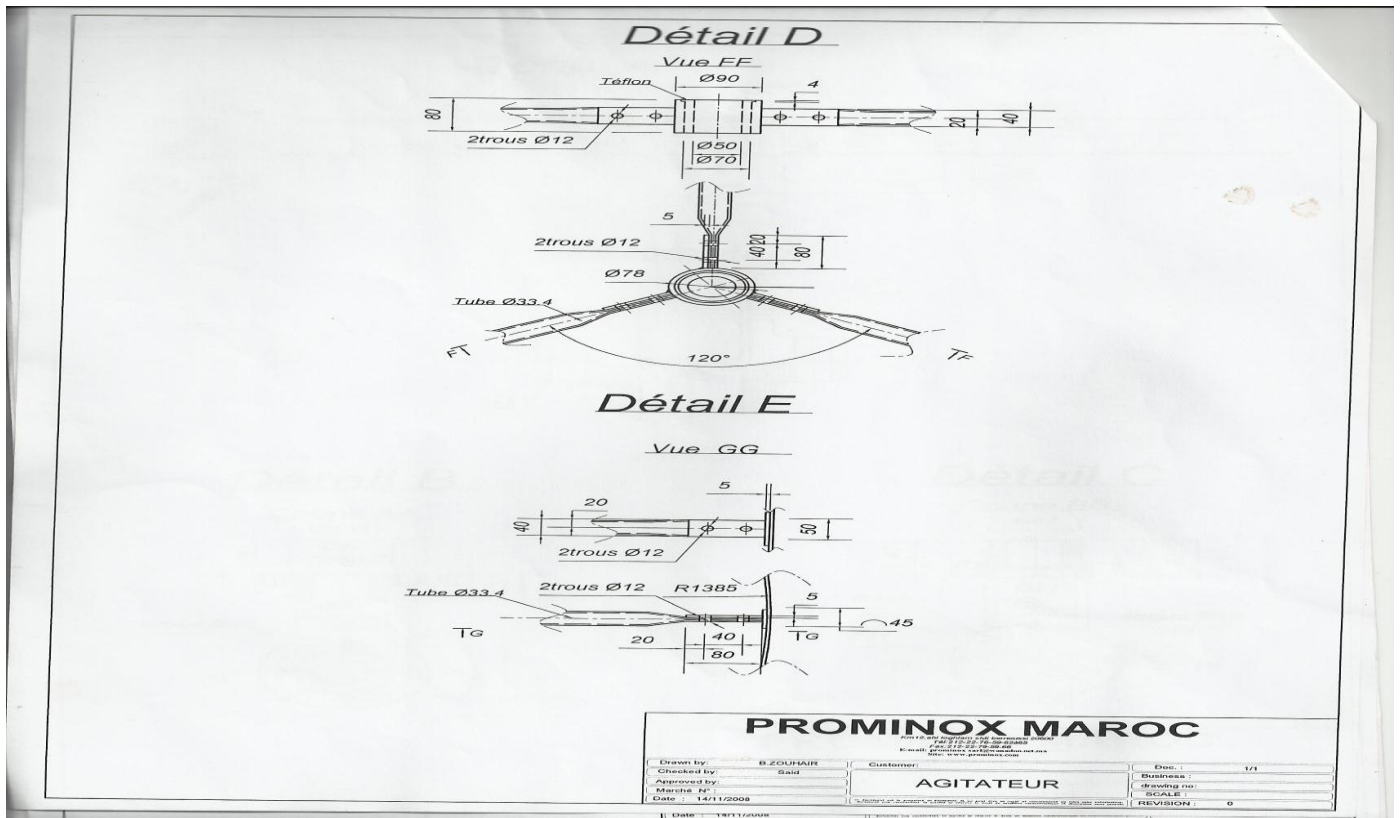


Figure 3.3.8 : schémas de définition de l'agitateur.

3.4 Construction des composants de la cuve agitée

3.4.1 L'assemblage du cylindre avec le dôme (fond)

L'assemblage du cylindre avec le dôme se fait par pointage suivi par le soudage automatique (A.S) :

Le procédé de soudage consiste à déterminer les caractéristiques :

Gaz :

- I. gaz de soudage : argon.
- II. gaz protection d'envers : noxal.
- III. gaz de protection de l'endroit (pilot) : azote.

Paramètre de soudage : intensité, tension, accessoires torche....

L'opération consiste à déposer l'appareil à souder sur les viroles motorisées de telle façon que la torche soit perpendiculaire par rapport au point à souder, ce qui en résulte un bon alignement.

Au cours de l'opération de soudage on a la possibilité de modifier les paramètres selon le besoin.

La forme obtenue se présente comme suit :



Figure 3.4.1 : image du soudage de la virole avec le fond

3.4.2 Assemblage des pieds

Par le procédé soudage semi-automatique on réalise le montage des pieds avec la virole de la cuve d'agitation.

3.4.3 l'assemblage du serpent

L'objectif de l'installation du serpent est de maintenir le mélange à une température fixe, et pour garantir un bon chauffage on mit deux serpentins en parallèle.

Pour assembler le serpent il faut respecter les règles suivantes :

- Il faut fixer des cornières (4cornières) à l'intérieur de la cuve pour installer le premier serpent.
- Il faut que les cornières soient parallèles à la paroi.
- Chacun à une distance de 61mm par rapport à la paroi.
- Le pas de discrétisation $p=170\text{mm}$.



figure3.4.3: montage d'un serpent.

Pour installer le deuxième serpent il faut fixer les autres cornières (total 8 cornières).

- Il faut que les cornières soient parallèles entre eux.
- Les cornières 1 et 5 sont parallèles et ils existent dans le même rayon.
- La distance entre les cornières 1 et 5 est égale à 144mm.
- La distance entre le point de départ de S1 et celle de S2 égale à 85mm.
- La même chose pour les autres cornières.

3.4.4 l'assemblage d'agitateur

L'agitateur a comme rôle d'homogénéiser le mélange en composition et en température, les bras assurent le brassage sur la longueur totale de la citerne.

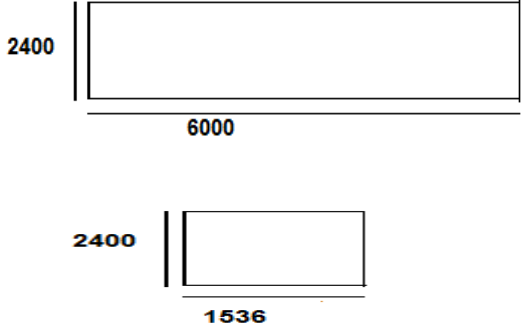





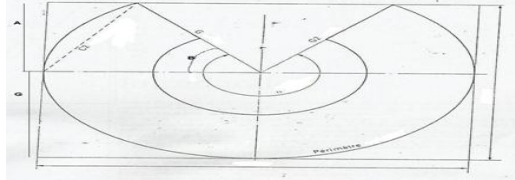
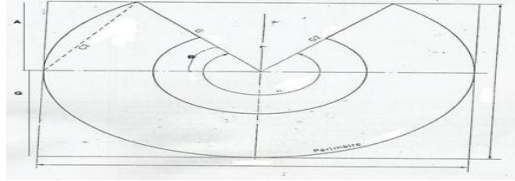
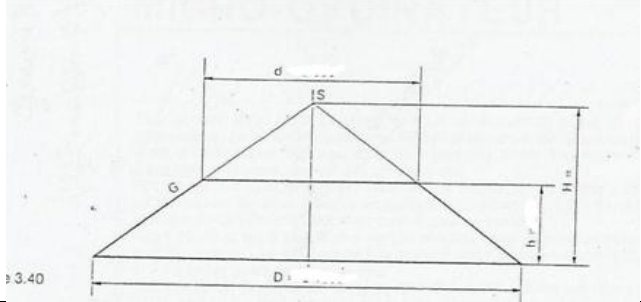
Figure3.3.4 : montage d'agitateur.

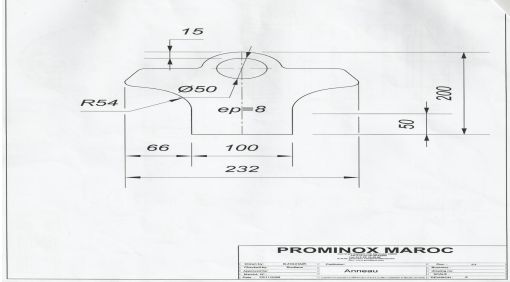
3.5 L'assemblage des autres accessoires

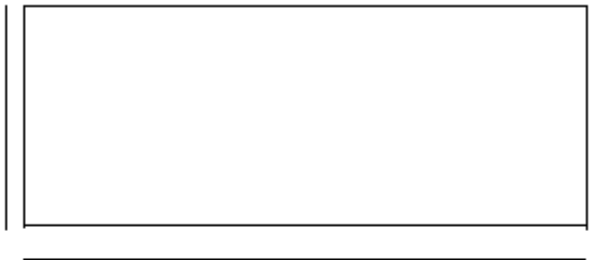
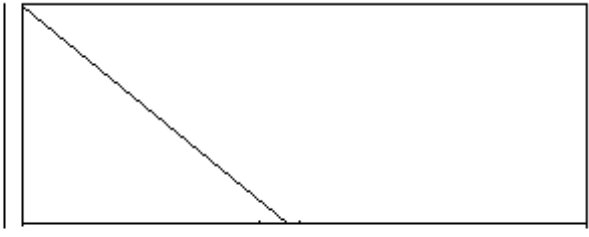
- _ **Le trou d'homme (trappe de visite)** : Un trou d'homme est une porte de forme circulaire de diamètre de 500mm, il a comme rôle d'aider les contrôleurs de bien contrôler l'état du produit.
- _ **Entrée produit** : c'est un tube de diamètre 50 mm pour assurer l'entrée du produit à fabriquer.
- _ **Sortie produit** : c'est un tube de diamètre de 80mm pour assurer la sortie du produit traité.
- _ **Les anneaux** : pour l'enlèvement de la cuve.
- _ **Event** : un tube de diamètre nominal égal à 50 mm pour l'entrée de l'air.
- _ **Prise d'échantillon** : c'est un petit tube, sert à prendre des échantillons du produit pour les analyser.
- _ **Moteur agitateur** : c'est un moteur de capacité 4kw (0-50tr/min) fixé sur un support, son rôle est de faire tourner l'agitateur.
- _ **Indicateur de niveau** un instrument électronique pour détecter le niveau du produit.

3.6 Gammes de fabrication

	Virole	Inox 304L	PROMINOX.S.A		
Rep	Désignation	matière	Ensemble : appareil d'agitation		
N° de phase	opérations	Machines utilisés	Appareils outils	Photos de la pièce obtenue	
00	découpage Calcul de développé de la tôle (1) L1=6000mm l1 = 2400mm ép.=5mm Calcul de développé de la tôle (2) L2=1536mm l 2= 2400mm découpage	Machines de type MIB	Règle équerre		
10	Soudage _ mise en position des deux pièces bord à bord _ pointage par la tige _ soudage par plasma	Poste de tig Machine plasma			
20	CINTRAGE Mise en position de la tôle sur la cintruse - Réaliser le cloquage de la tôle sur une petite longueur - Introduire la tôle par le côté opposé au cloquage - cintrage D=2400mm	Cintruse	Gabarie de diamètre de 2400mm		
30	SOUDAGE _ misées deux cotés bord à bord _ Pointage par tig _ Soudage par plasma	TIG PLASMA			

	FOND	Inox 304L	PROMINOX .S.A	
Rep	Désignation	matière	N° : 1	
N° des phases	opérations	Machines utilisés	Outils de contrôle	Dessin de la pièce obtenue
00	Control brut H= 466mm L= 1278mm l = 743mm $\alpha = 335^\circ$	Logiciel		
10	DECOUPAGE Calcul de développé de la pièce l=1278mm L=743mm Mise en position de la pièce découpage	Machines de type plasma	Règle	
20	SOUDAGE Pointage 1ère passe 2ème passe	TIG SOU MIS PLASMA		
30	BOURDAGE	BOURDOUSE	Gabarie de diamètre de 2400mm	

	Anneaux	Inox 304L	PROMINOX.S.A	
Rep	Désignation	matière		N° : 2
N° des phases	opérations	Machines utilisés	Outil de contrôle	dessin de la pièce
00	<p>DECOUPAGE</p> <p>_ Dessin de la pièce par le logiciel logic_trac</p> <p>_ Lancement vers poste plasma</p> <p>Lecture de programme</p> <p>Découpage de développé</p>	Machines de type PLASMA		
10	<p>Perçage et alésage</p> <p>Trou de diamètre 50mm</p>	<p>Fraiseuse</p> <p>Plasma</p>	Pied à coulisse	
20	Surfaçage	fraiseuse		

	Pale d'agitateur	Inox 304L	PROMINOX.S.A	
Rep	Désignation	matière	N° :12	
N° des phases	Désignation des phases et des opérations	Machines utilisés	Outils de control	dessin de la pièce
00	<p>DECOUPAGE</p> <p>traçage de développé</p> <p>261×872 mm²</p> <p>Découpage</p>	Cisaille de type MIB	<p>Règle</p> <p>Equerre</p> <p>Pied à coulisse</p>	<p>261</p>  <p>872</p>
10	<p>PLIAGE</p> <p>Pli de 172°</p>	plieuse	Gabarret d'angle de 172°	<p>261</p>  <p>436</p>

	Bras de l'agitateur	Inox 304L	PROMINOX.S.A	
Rep	Désignation	matière	N° : 12	
N° des phases	Désignation des phases et des opérations	Machines utilisés	Outils de control	Dessin de la pièce
00	<p>DECOUPAGE</p> <p>Découpage de développé</p> <p>Diamètre= 33.4mm</p> <p>L=905mm</p>	Cie électrique	mètre	
10	<p>Chariotage</p> <p>Et</p> <p>Dressage</p>	Tour		
20	<p>Perçage de deux trous de diamètre</p> <p>D=12mm</p>	perceuse		

	L'axe de rotation de l'agitateur	Inox 304L	PROMINOX.S.A	
Rep	Désignation :	Matière :	N° : 1	
N° des phases	Désignation des phases et des opérations	Machines utilisés	Outils de control	Photos de la pièce obtenue
00	<p>DECOUPAGE</p> <p>Découpage de développé</p> <p>Diamètre=90</p> <p>L=3348mm</p>	Cie électrique	mètre	
10	Chariotage	Tour		
20	<p>Perçage</p> <p>Trou de D=70mm</p>	fraiseuse		

3.7 → *passivation*

C'est une opération qui consiste à éliminer la couche d'oxydation de la soudure.

3.8 L'essai

C'est la phase la plus dure :

1°) l'essai du mouvement d'ensemble (moteur+ agitateur) à vide.

2°) l'essai du mouvement d'ensemble en présence d'eau.

Cette opération a pour but de contrôler l'état du moteur (courant, température...), le mouvement de l'agitateur.

3°) l'essai de l'état du serpentin (fuites, qualité de chauffage,...).

4°) contrôle de l'état des autres composants.

5°) contrôle par LPEE : (laboratoire d'essai), il fait des contrôle (CND) ou radiographie.

Le but : détecter les défauts des soudures éventuels.

3.9 Préparation de devis

C'est l'estimation du cout de chaque élément constituant l'appareil

a) En commençant par la virole dont on détermine le développé

L'opération est : $L \times l \times ep \times \text{la densité du métal} \Rightarrow \text{poids}$

On consulte sur le marché pour avoir le meilleur prix du métal (304L, 316L, 904L ...)

Exemple : poids de virole est 1000Kg, matière 304L, prix : 80Dhs /Kg

Donc le prix global est $1000 \times 80 = 80000 \text{Dhs}$

b) **Serpentin** : 1 mètre de tube coute X Dhs.

En respectant les caractéristiques du tube (Epaisseur, matière, diamètre) et On détermine la surface globale soit par calcule traditionnel ou par logiciel

c) **Les instruments** :

On contacte les fournisseurs pour déterminer le prix global qui se base à ajouter une majoration

• prix du chutes+ prix boulon ... (6%ou 8%du poids de l'appareil $\propto kg \times 6\% = \dots$).

• cout de main d'œuvre :

Exemple : l'appareil pèse 20T.

Pour estimation le travail dans l'atelier est de 80h/T (découpage+cintrage +pliage+ ...)
20.80=1600Et chaque heure coute par exemple 1500Dh /h

- les brides (fabriqués, consultés)
- cout (peinture, calorifuge, transport, laboratoire d'essai(CND)).

⇒ Finalement en ajoute les prix (x+y+z+ ... ⇒ θDhs).

On multiplie le cout θ par des pourcentages (10%, 15%, 20%...) pour obtenir le cout général de l'appareil.

Conclusion

Ce stage de fin d'étude est intervenu dans le cadre de notre formation, il a été très intéressant et enrichissant (sur le plan humain, social, mais aussi technique) pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, ce fut notre première expérience dans une grande entreprise; on a beaucoup appris sur l'organisation du travail, les différentes structures existantes, la hiérarchie, les différents services. On a découvert la société, le suivi du travail des ingénieurs, les produits (on a vu la matière de l'état brut jusqu'à la sortie de l'usine avec une forme et une norme). C'était une expérience très enrichissante.

Le stage nous a aussi permis de mettre en pratique la théorie apprise au cours de nos études, c'était une occasion de voir de près les techniques de construction et de fabrication mécanique.

Avant notre stage, on ne connaissait pas grand chose au domaine de la fabrication, les étapes de production, et de construction, contrôle qualité. On a beaucoup appris au cours du stage :

- On a pu voir en marche les lignes de fabrication de chaque atelier.
- On a assimilé les principes du fonctionnement des outils de fabrication.
- On a assimilé les principes du fonctionnement des outils de construction.
- On a assisté à l'étude et la réalisation d'une cuve d'agitation.
- On a bien compris la fonction et l'utilité de chaque pièce.
- On a assisté à réaliser les gammes de fabrication de la cuve.
- On a participé au contrôle et à l'essai de la cuve finie.

Ceci nous a permis de revoir AUTO-CAD, logiciel trace et de travailler sur différents outils de mesures à savoir le palpeur, le pied à coulisse...

On a aussi vu un logiciel de dessin (PHOTO-SHOP), c'était une occasion d'apprendre quelques notions sur le logiciel.

En mot de fin Ce stage a été une source d'apprentissage technique, il nous a permis d'acquérir le sens de responsabilité, et ce fut aussi un bon exercice pour gérer notre temps et organiser notre travail.

Bibliographie

- _ GUIDE DE DESSINATEUR INDUSTRIEL (A. CHEVALIER).
- _ GUIDE DU TECHNIQUE EN FABRICATION MECANIQUE (A. CHEVALIER).
- _ COURS DE CONSTRUCTION ET FABRICATION MECANIQUE (Mr. TOUACHE).
- _ SITES Web