

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la recherche scientifique

Université Abderrahmane MIRA BEJAIA  
Faculté de Technologie  
Département de Génie Mécanique

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

**MASTER**

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique

Par :

**BEKHOUCHE KHEIR EDDINE**

**MAOUCHE MEZIANE**

## Thème

---

**Optimisation des étapes de fabrication mécano-soudée du mât  
extérieur d'une grue type GMR-20.10**

---

Soutenu le 25 JUIN 2018 devant le jury composé de:

Mr. OURARI	Président
Mr. BELAMRI	Rapporteur
Mr. SAHALI	Examineur

**Année Universitaire 2017-2018**

# Remerciements

Nous tenons à remercier dieu pour nous donner le courage de poursuivre notre parcours d'étude sans oublier notre promoteur Mr BELAMRI.A pour nous avoir dirigé dans notre travail.

On tient aussi à remercier les membres du jury, qui ont bien voulu accepter de juger notre travail.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à tout le personnel de l'unité « FAGECO Béjaïa » en particulier le chef du département technique Monsieur Kakouche ainsi que les ingénieurs du bureau de méthode Mr Herfouche.A et Mr Mouissi.Z.

Nous remercions également tous les enseignants et collègues du département du génie mécanique et aussi tous les travailleurs du hall de technologie Mr Youcefi.R, Mr Attoub.N pour leur soutien et contribution à cette réussite tout au long de notre cursus, ainsi que nos camarades de promotion « FMP 2017/2018 »

Nos remerciements s'adressent aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail  
Tout d'abord et avant tout aux plus chers êtres du monde : mes très  
chers parents, pour leurs soutiens et leurs sacrifices tout au long de  
ma vie et que dieu leur apporte tous ce qu'ils souhaitent.*

*A mes sœurs : Tania et Natacha*

*A mes chers amis*

*A tous mes proches et plus particulièrement la famille :  
MAOUCHE.*

*A mon binôme Kheir Eddine et sa famille*

*A tous mes collègues de la promotion master Fabrication Mécanique et  
productique 2018*

*A tous les enseignants de l'université de Bejaia qui ont contribué à ma  
Formation*

*A tous mes ami(e)s qui m'ont soutenus et participer de près ou de loin  
pour la réalisation de ce travail.*

# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail

Tout particulièrement aux personnes qui me sont les plus chères au monde,  
Mes parents, pour leurs soutiens et sacrifices tout au long de ma vie, que dieu les garde  
parmi nous le plus longtemps possible.

A mon frère Riadh et sa petite famille

A mes sœurs (Zoulikha, Mouna et Assia) et leurs familles

A mon binôme et sa famille

A tous mes camarades de promotion « M2 FMP 2017/2018 »

A tous mes ami (e)s (Omar, Bilel, Soufiane, Alâa...)

A tous ceux qui m'ont accordé le moindre soutien,

Un sourire sincère.

*Kheir-eddine*

# Table des matières

## Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Problématique

### Chapitre I : Présentation de FAGECO et la structure à étudier

I. Historique de ENMTP .....	1
I.1.1 Présentation de FAGECO .....	1
Historique.....	1
I.1.2 Situation géographique.....	2
I.1.3 Mission de FAGECO .....	3
I.1.4 Evolution de FAGECO .....	3
I.1.5 Structure de FAGECO .....	3
I.1.5.a Département technique .....	3
I.2 Présentation de la structure à étudier.....	4
I.2.1 Définition de la grue .....	4
I.2.2 Catégories de grues .....	5
I.2.3 Mouvements de la grue .....	5
I.2.4 Les grues fabriquées au sein de FAGECO .....	6
I.2.5 Caractéristiques de la grue à étudier .....	7
I.2.5.a Caractéristiques techniques.....	7
I.2.5.b Dimensions d'envergure de la grue GMR 1020 :.....	8
I.2.5.c Description de l'ossature .....	9

### Chapitre II : Généralité sur la fabrication du mât extérieur

II Le mât extérieur .....	11
II.1 Définition d'un mât.....	11
II.2 Le Soudage .....	12
II.2.1 Historique.....	12

II.2.2 Définition .....	13
II.2.3 Classification des procédés de soudage .....	14
II.2.4. Soudage à l'arc électrique .....	15
II.2.4.a Définition de l'arc électrique .....	15
II.2.4.b Soudage à l'arc avec électrode enrobée (SMAW) .....	15
II.2.4.b.1 Définition du procédé .....	15
II.2.4.b.2 Principe du procédé .....	15
II.2.5 Le procédé de soudage MIG/MAG.....	16
II.2.5.a Définition du procédé .....	16
II.2.5.b Principe du procédé de soudure MIG/MAG .....	16
II.2.5.c Installation d'une unité de soudage MIG/MAG .....	17
II.2.5.d Domaine d'application.....	18
II.2.6 Types des joints soudés.....	18
II.3 Acier .....	19
II.3.1 Définition de l'acier .....	19
II.3.2 Classification des aciers .....	19
II.3.3 Présentation de l'acier E36 .....	20
II.3.4 Présentation de l'acier E24.....	20
II.3.5 Présentation de l'acier A60.....	21
II.3.6 Métal d'apport (fil plein) .....	21
II.2.4.a Présentation du métal d'apport.....	21
II.2.4.b Présentation du gaz.....	22
II.4 Gestion de projet.....	23
II.4.1 Un projet .....	23
II.4.2 La gestion de projet.....	23
II.4.3 Généralités sur la planification et l'ordonnancement .....	24
II.4.4 Formulation d'un problème d'ordonnancement .....	24
II.4.4.a Le diagramme de Gantt.....	25

II.4.4.b Chemin critique.....	25
-------------------------------	----

### **Chapitre III : Cahier des charges**

III.1 Introduction.....	26
III.2 Moyen d'assemblage.....	26
III.3 Matériaux utilisés.....	27
III.4 Les machines utilisées.....	27
III.5 Identification des pièces utilisées.....	27
III.6 Croquis et numérotation des pièces.....	29
III.6.1 Croquis des pièces en 3D.....	30
III.6.2 Croquis des pièces panneau n°1.....	31
III.6.3 Croquis des pièces panneau n°2.....	32
III.6.4 Croquis des pièces panneau n°3.....	33
III.6.5 Croquis des pièces panneau n°4.....	34
III.7 Fiche de fabrication.....	35
III.8 Identification des types de joint, types de soudure et DMOS correspondants.....	37
III.9 Repérage des soudures (Welding Map).....	37
III.10 Gamme d'assemblage et de soudage d'un mat extérieur.....	42

### **Chapitre IV : Gestion de projet**

IV.1 Introduction.....	52
IV.2 Département de fabrication.....	52
IV.2.1 Section débitage.....	52
IV.2.2 Section mécanique.....	52
IV.2.3 Section chaudronnerie.....	53
IV.2.4 Section d'assemblage.....	53
IV.3 Modélisation des programmes de planification.....	56

IV.3.1 Sous forme Excel.....	56
IV.3.2 Microsoft Project.....	58
IV.3.2.a Définition .....	58
IV.3.2.b Préparation du projet.....	58
IV.3.2.c Ordre de déroulement du projet.....	59
IV.3.2.d Organiser les tâches en phase .....	59
IV.3.2.e Visualisation du chemin critique du projet .....	61
IV.3.2.e Suivre l'avancement du projet.....	62
IV.3.2.f La Gestion des ressources.....	62
IV.3.2.f.1 Création des ressources.....	62
IV 3.2.f.2 Affecter les ressources aux tâches.....	63
IV.3.2.g Discussions et résultats.....	65
Conclusion générale .....	66
Bibliographie	
Les annexes	

## Table des figures

<b>Figure I.1</b> Plan de masse de l'entreprise ENMTP.....	2
<b>Figure I.2.</b> Présentation d'une grue GMR.....	6
<b>Figure.I.3</b> Grue GMR 1020 (tractable).....	8
<b>Figure.I.4</b> Présentation de la grue GMR 1020 (déployée).....	9
<b>Figure II.1</b> Modèle du mât extérieur en CAO .....	10
<b>Figure II.2</b> Différentes zones constituant un joint de soudure.....	13
<b>Figure II.3</b> Classification des procédés de soudages.....	14
<b>Figure II.4</b> Le procédé de soudure sous protection gazeuse MAG.....	17
<b>Figure II.5</b> Unité de soudage MIG/MAG.....	18
<b>Figure II.6</b> Bobine du fil de soudage type SG2 de poids 15Kg.....	22
<b>Figure II.7</b> Triangle magique de la gestion de projet.....	24
<b>Figure III.1</b> Vue d'ensemble du modèle CAO du 1 <sup>er</sup> gabarit en 3D.....	26
<b>Figure III.2</b> Vue d'ensemble du modèle CAO du 2 <sup>ème</sup> gabarit en 3D.....	26
<b>Figure III.3</b> Vue d'ensemble du modèle CAO du mât extérieur en 3D.....	30
<b>Figure III.4</b> Pièces numérotées de 1 <sup>er</sup> panneau.....	31
<b>Figure III.5</b> Pièces numérotées de 2 <sup>ème</sup> panneau.....	32
<b>Figure III.6</b> Pièces numérotées de 3 <sup>ème</sup> panneau.....	33
<b>Figure III.7</b> Pièces numérotées de 4 <sup>ème</sup> panneau.....	34
<b>Figure III.8</b> Repérage joint de soudure panneau n°1.....	38
<b>Figure III.9</b> Repérage joint de soudure panneau n°2.....	39
<b>Figure III.10</b> Repérage joint de soudure panneau n°3.....	40
<b>Figure III.11</b> Repérage joint de soudure panneau n°4.....	41
<b>Figure IV.1</b> Organigramme de département de fabrication.....	53

<b>Figure IV.2</b> Indication de mise en plan .....	56
<b>Figure IV.3</b> Schéma descriptif du parcours des pièces.....	57
<b>Figure IV.4</b> L'icône d'intégration les horaires de travail de l'entreprise.....	58
<b>Figure IV.5</b> Intégration du temps de Travail de l'entreprise.....	59
<b>Figure IV.6</b> Insertion des tâches principales.....	59
<b>Figure IV.7</b> Abaisser les tâches d'un niveau.....	60
<b>Figure IV.8</b> Abaisser les tâches d'un autre niveau.....	60
<b>Figure IV.9</b> Insertion des prédécesseurs .....	61
<b>Figure IV.10</b> Chemin critique.....	61
<b>Figure IV.11</b> Affichage le tableau des ressources.....	62
<b>Figure IV.12</b> Ajouter des ressources.....	62
<b>Figure IV.13</b> Tableau des ressources.....	63
<b>Figure IV.14</b> Affectation d'une ressource.....	63
<b>Figure IV.15</b> Aperçu du diagramme Gantt (Microsoft Project).....	64

## Liste des tableaux

<b>Tableau.I.1</b>	Caractéristiques de la grue GMR 1020.....	7
<b>Tableau II.1</b>	Types joints de soudures.....	19
<b>Tableau II.2</b>	Caractéristiques de l'acier E36.....	20
<b>Tableau II.3</b>	Certificat d'analyse chimique et mécanique d'acier E24.....	21
<b>Tableau II.4</b>	La composition chimique du métal d'apport.....	22
<b>Tableau III.1</b>	Désignation et nombre de chacune des pièces.....	27
<b>Tableau III.2</b>	Numéro de plan, la désignation, la quantité et les opérations à suivre de chacune des pièces.....	35
<b>Le tableau IV.1</b>	Destinations des pièces du mat extérieur.....	54

## Nomenclature

Symbole	Définition et son unité	
t	Poids	tonnes
m	Longueur	mètre(m)
Kg	Poids	kilogramme(Kg)
W	La puissance électrique	le kilovoltampère (KVA)
P	La puissance mécanique	CV
U	La tension électrique	volt (V)
f <sub>y</sub>	Limite d'élasticité	MPa
f <sub>u</sub>	Contrainte de la rupture en traction	MPa
E	Module d'élasticité longitudinal	MPa
ν	Coefficient de poisson	/
G	Module d'élasticité transversal (module de cisaillement)	MPa
ρ	Masse volumique	Kg/m <sup>3</sup>
Ø	Diamètre	mm

### Les indices

Symbole	Définitions
ENMTP	Entreprise National des Matériaux et des Travaux Publics
FAGECO	Fabrication des grues et des compacteurs
Pc	Pièce
Lg	Longueur
CAO	Conception assisté par ordinateur
AS	Assemblage
S	Soudage
PT	Peinture
CIS	Cisailage
SCI	Sciage
OXY	Oxycoupage
ML	Meulage
T	Tournage
F	Fraisage
P	Perçage
PL	Pliage
GR	Grainage
DM	Découpe main
R	Rayon cordon de soudure

# Introduction générale

## **Introduction générale**

Le rôle des appareils de levage et de la manutention devient de plus en plus important. La fonction principale de ces appareils est le levage. C'est d'ailleurs la fonction la plus difficile celle qui exige de l'homme plus de peine.

Dans le contexte des nouvelles technologies, le monde de l'industrie des appareils de levage et de la manutention ne cesse d'évoluer, La grue en tant que moyen de levage indispensable dans l'industrie courante nécessite sans cesse une amélioration et un développement de ses différents composants. Ce dernier est toujours mis à jours afin de permettre aux différents utilisateurs de faciliter leur méthode de travail.

L'organisation des étapes de fabrication mécano-soudé a un rôle très important dans le secteur industriel qui vise notamment à moderniser les processus de fabrication et un gain de temps.

Par conséquent, et dans le même ordre d'idées, l'objectif de notre travail est d'optimiser les étapes de fabrication mécano-soudé d'un mât extérieur de la grue GMR-1020 fabriqué à FAGECO de Béjaia.

Dans le premier chapitre nous avons donné une brève présentation de l'unité FAGECO Béjaia et la structure à étudier. Dans le deuxième chapitre nous avons présenté les généralités de fabrications du mât extérieur. Le troisième chapitre est consacré au cahier des charges basées sur la fiche de fabrication et repérage des joints de soudures nous terminerons par montrer le processus à suivre pour le déroulement d'un bon montage dit : la gamme d'assemblage et de soudage. Le quatrième chapitre traitera de la gestion de projet dans le but d'optimiser le temps de fabrication.

Nous achèverons notre travail par une conclusion générale dans laquelle nous évaluerons les résultats de notre étude.

# Problématique

## **Problématique**

Dans l'économie mondiale d'aujourd'hui, la globalisation des marchés et des affaires ont changé l'impact de l'évolution technologique. Ce changement fondamental de l'économie mondiale et du milieu industriel, plus précisément, bouleverse la donne. L'Algérie est l'un de ces pays qui fait face à cet événement mondial. Pour être compétitif sur le marché global aujourd'hui, les entreprises doivent sans cesse relever le défi de concevoir et proposer des produits avec les moindres dépenses, des objectifs de qualités et de délais déterminés.

Notre travail tourne porte sur l'un des procédés les plus utilisés dans l'industrie actuelle. La fabrication mécano-soudée est un procédé très utilisé dans la fabrication des machines de levages et de la manutention. Dans cet objectif, nous avons effectué un stage pratique dans une entreprise spécialisée en fabrication des grues et des compacteurs (FAGECO).

Durant notre stage, il nous est proposé un mât extérieur d'une grue type GMR-1020 afin d'en étudier les étapes de fabrication mécano-soudée. Notre choix est porté sur ce dernier étant donné la possibilité d'optimiser le temps de fabrication. FAGECO de Béjaia est bien équipée en ressources matériels et humaines qualifiées dans le domaine de l'industrie, ce qui présente une contradiction en termes de temps de fabrication. Notre apport sera de faire une étude complète sur les composantes du mât et de l'agencement des opérations de montage ainsi que le suivi facile des étapes de montage.

## **Chapitre I :**

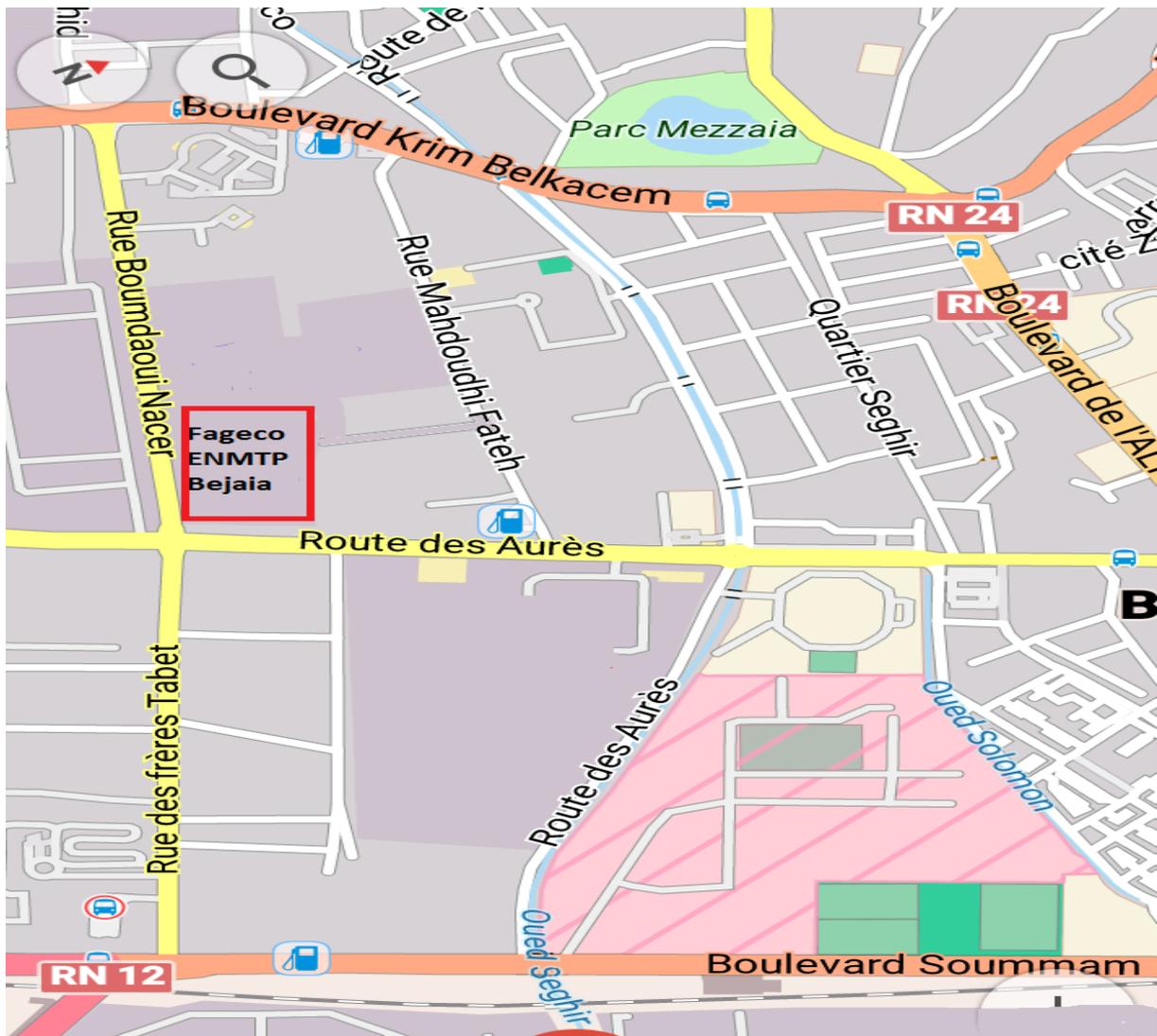
**Présentation de FAGECO et la structure à étudier**



### I.1.2 Situation géographique

FAGECO est implantée dans la zone industrielle de Bejaia à 03 km du centre-ville. Elle couvre une superficie de 27440 m<sup>2</sup> sur une surface disponible qui est de l'ordre de 78611m<sup>2</sup>, elle est limitée par :

- Au nord, par la société des industries des métaux de Bejaia(SIMB).
- A l'ouest, par l'entreprise des travaux de distribution d'énergie(ETDE).
- Au sud, par l'unité jute.
- A l'est, par le complexe des corps gras de Bejaia (COGB) et l'entreprise de préfabrication légère en aluminium de Bejaia.



**Figure I.1** Plan de masse de l'entreprise ENMTP

### **I.1.3 Mission de FAGECO**

La mission principale de FAGECO c'est la fabrication et la distribution (livraison) du matériel des travaux publics. Ses premiers produits sont :

Les grues à tour, les bennes à béton et les treuils pour levage dans un premier temps. Après quelques années de fonctionnement, de nouveaux produits ont été lancés (grues à montage rapide, retro chargeur de construction...etc.).

### **I.1.4 Evolution de FAGECO**

- L'implantation de FAGECO a débuté en 1969.
- La mise en exploitation a été faite au mois d'avril 1973.
- 1974, elle est entrée en production sous la tutelle de l'entreprise SNMETAL.
- 1980, lancement d'une nouvelle gamme de produit mise au point sur le plan technologique (grue à montage rapide).
- 1983, après la restructuration des entreprises, elle fut intégrée à ENMTP.
- FAGECO est une filiale du groupe ENMTP créée le 14 avril 2011.

### **I.1.5 Structure de FAGECO**

Chaque entreprise est structurée selon un organigramme qui est censé refléter et répondre aux exigences et aux objectifs tracés au préalable.

FAGECO comme toute entreprise, est organisée selon un organigramme préétabli par sa direction générale, en conséquence, elle est structurée comme suite :

#### **I.1.5.a Département technique**

Le département technique est composé de trois services qui sont les suivants :

- Service bureau d'études.
- Service méthode.
- Service contrôle.

#### **❖ Service bureau d'études**

Le service bureau d'études a pour mission d'effectuer les tâches suivantes :

- La gestion technique et organique des différents produits existants déjà et ceci en suivant leur fabrication au niveau des ateliers.
- Apporter des modifications dans le but d'améliorer les produits.

# Chapitre I                      Présentation de FAGECO et la structure à étudier

- La réalisation des prototypes.
- Etablir des études de fiabilité afin de suivre l'évolution des nouvelles technologies.

## ❖ **Service méthode**

Le service méthode a pour mission d'effectuer les tâches suivantes :

- Etablir des détails pour les pièces complexes.
- Etablir des fiches de fabrication qui comportent les différentes opérations pour réaliser une pièce.
- Etudier le temps alloué pour la fabrication de chaque pièce.
- Etudier et réaliser des gabarits pour les grandes pièces.

## ❖ **Service contrôle**

Ce service a pour objectif d'effectuer les tâches suivantes :

- Contrôle technique des pièces fabriquées.
- La traçabilité en suivant tous les produits fabriqués.
- L'analyse de la matière première à chaque réception.
- L'accord de conformité des produits fabriqués.

## **I.2 Présentation de la structure à étudier**

### **I.2.1 Définition de la grue [2]**

Une grue est un appareil de levage travaillant par l'intermédiaire d'une membrure appelée flèche, elle comporte un ou plusieurs crochets de levage ou des dispositifs de préhension tels que benne preneuse, électro-aimant grappin, etc... Elles sont conçues pour soulever verticalement de lourdes charges, par contre elles sont sensibles aux forces latérales, surtout lorsqu'elles sont exposées au vent sur toute la longueur de leur flèche.

On caractérise une grue par :

- Sa capacité de levage en tonne.
- Sa hauteur de levage définissant l'espace accessible et sa portée.

Ces deux points pris séparément ne peuvent réellement définir une grue, en fait il faut au minimum parler de :

- La charge maximale à portée minimale (ex : 50t à 5m).
- La charge minimale à portée maximale (ex : 2t à 50m).
- Ses caractéristiques propres :

## Chapitre I                      Présentation de FAGECO et la structure à étudier

- Nature de la propulsion (fixe, sur chenilles, sur pneus, sur rail.....etc.).
- Nature de l'équipement (type de flèche ...etc.).
- Nature des transmissions (mécanique, hydraulique...etc.).
- Nature de l'énergie (thermique, électrique...etc.).

### **I.2.2 Catégories de grues : [3]**

Il existe deux catégories de grues à tour :

- **GMA** : Grue à montage automatisée. La rotation s'effectue à la base.
- **GME** : Grue à montage par éléments. La rotation s'effectue en partie haute.

Sous certaines conditions, ces machines peuvent se translater à l'aide de motoréducteur, sur des infrastructures ressemblant à des voies de chemin de fer.

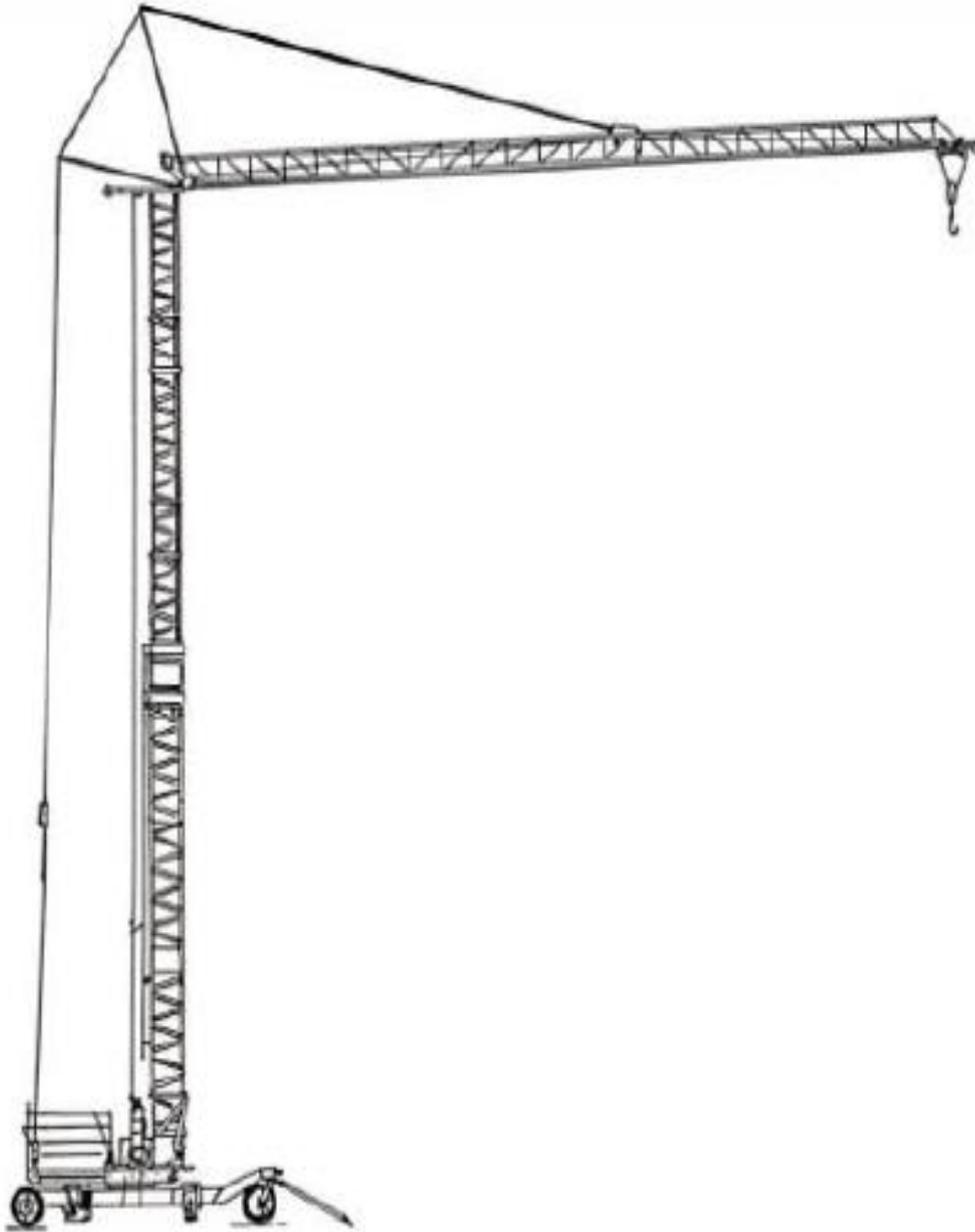
A partir d'une certaine hauteur, la grue est aussi ancrée à l'édifice, pour des raisons évidentes d'accessibilité et de stabilité.

Les grues à tour soulèvent les charges au moyen d'un système de palan, le moufle inférieur étant muni d'un crochet, le supérieur étant solidaire de la structure (en général un chariot se déplace sur la flèche, sauf dans le cas des grues à flèche relevable où le moufle est fixé au bout de la flèche).Le câble de levage est lié à un treuil.

### **I.2.3 Mouvements de la grue**

Les mouvements effectués par la grue sont :

- Le levage et la descente de la charge.
- La distribution de la charge par déplacement du chariot sur la flèche ou la montée et la descente de la flèche (cas des grues à flèches relevables).
- La rotation.
- La translation de l'ensemble de la grue sur des rails ou voie de grue lorsque celle-ci équipée de bougies.



**Figure I.2.** Présentation d'une grue GMR

#### **I.2.4 Les grues fabriquées au sein de FAGECO [1]**

L'entreprise FAGECO de Bejaia fabrique 3 modèles de grues à tour de type GMR au sein de FAGECO :

- Grue GMR-1404.
- Grue GMR-1805.
- Grue GMR-1020.

## I.2.5 Caractéristiques de la grue étudiant

### I.2.5.a Caractéristiques techniques

Capacité de levage	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 750/2000 Kg</li> <li>● 750 Kg : charge minimale</li> <li>● 2000Kg : charge maximale</li> </ul>
Portée	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 22/9m</li> <li>● 22m : portée maximale à charge minimale</li> <li>● 9m : portée minimale à charge maximale</li> </ul>
Puissance nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 20 KVA</li> </ul>
Vitesse de levage	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3/12/24m/min par un moteur de 12 CV</li> <li>3vitesses 220-380 V avec réducteur</li> </ul>
Vitesse de translation du Chariot	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 27m/min, par moteur 2,5CV 220-380V avec réducteur</li> </ul>
Poids de la grue sans lest	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 10430Kg</li> </ul>
Poids de la grue avec lest	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 19530Kg</li> </ul>

**Tableau.I.1** Caractéristiques de la grue GMR 1020

#### Standard :

- ❖ **Puissance nécessaire** : 20KVA
- ❖ **Vitesses de levage** : 5,6 m/mn 18,25 m/mn 36,5 m/mn par moteur triphasé 12 CV, 220/380V, 03 Vitesses avec réducteur r.
- ❖ **Chariotage** : 31 m/mn par moteur triphasé 2,5 CV, 220/380V, 01 Vitesse avec réducteur.
- ❖ **Rotation** : 0,73 tr/mn par moteur 1,5 CV, 220/380V, 01 Vitesse avec réducteur.
- ❖ **Sécurités** : Limiteur de charge, arrêt de levage limiteur de couple, arrêt avance chariot limiteur de couple, haut crochet, Fin de montée mat télescopique, sectionneur général.

Poids sans lest\* .....10530 Kg

Poids avec lest ..... 19530 Kg

Charge sur essieu avant (sans lest) .....2470 Kg

Charge sur essieu arrière (sans lest)..... 8080 Kg

Rayon de giration cabine (sans lest) ..... 2,750 m

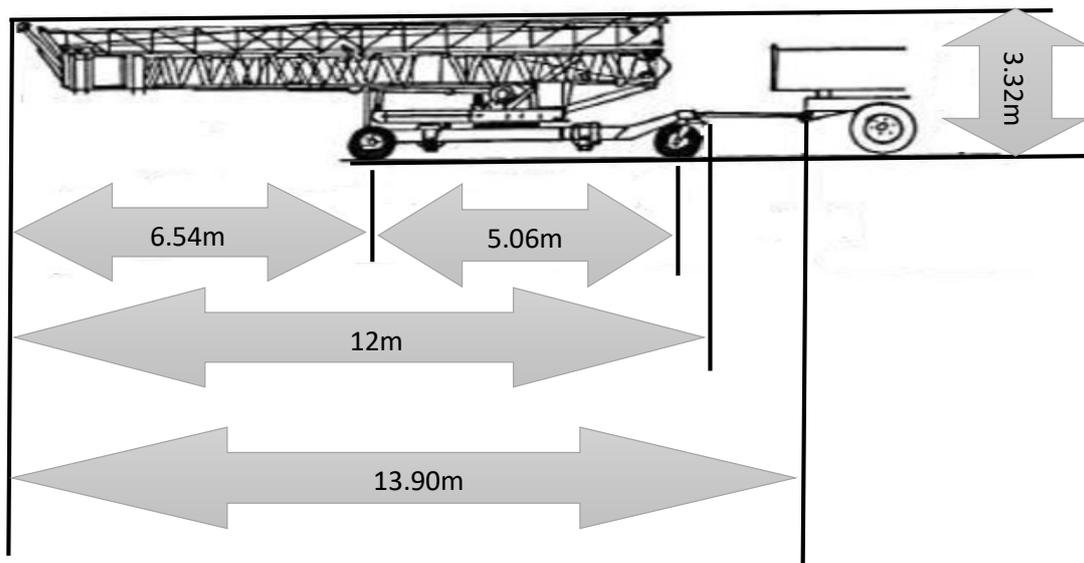
## Chapitre I                      Présentation de FAGECO et la structure à étudier

Polygone des vérins ..... 2,80 m x 3,054 m  
Vérins en charge maximum ..... 18000 Kg  
Largeur hors tout en position de transport ..... 2,44 m  
Déplacement ..... Vitesse maximum limitée à 25 Km/h

### **Option :**

Translation grue ..... 22,5 m/min avec deux moteurs de 1,5CV chacun.

### **II.2.5.b Dimensions d'envergure de la grue GMR 1020**



**Figure.I.3** Grue GMR 1020 (tractable)

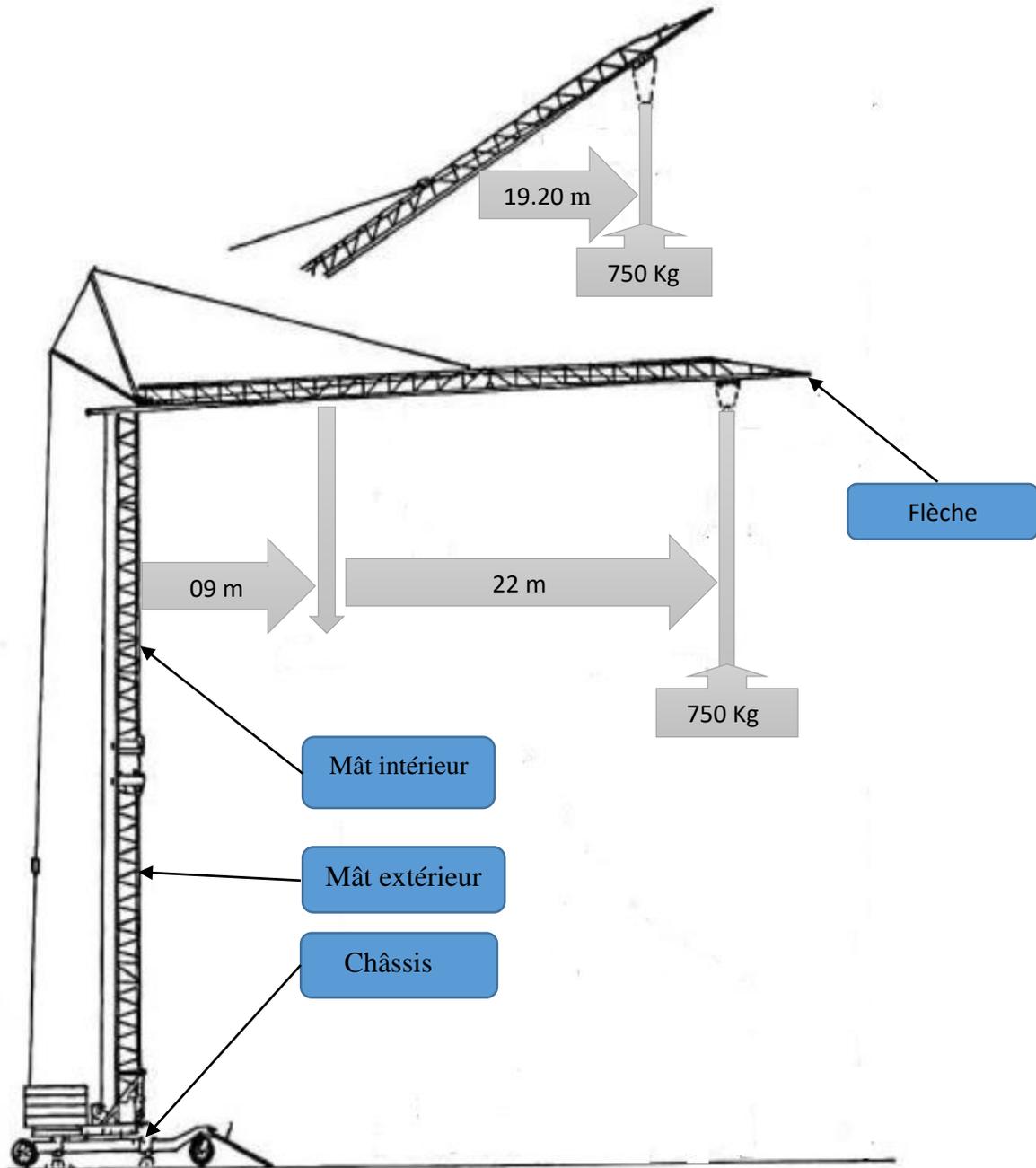


Figure.I.4 Présentation de la gue GMR 1020 (déployée)

### I.2.5.c Description de l'ossature

L'ossature est composée de plusieurs composants :

✓ **Châssis**

En mécano-soudé indéformable, supportant la couronne de rotation le système de translation sur rails est facultatif.

✓ **Cabine**

Profilés soudés avec plateforme pour lest à béton. Un dispositif d'auto-lestage peut être utilisé pour la mise en place des lests à béton.

## Chapitre I                      Présentation de FAGECO et la structure à étudier

### ✓ **Treuil**

A deux tambours sur roulements à billes, l'un pour le télescopage du mat de la flèche, l'autre pour le relevage de la charge. La commande est assurée par un motoréducteur dont les pignons travaillent entièrement dans l'huile ; trois vitesses, dont une très lente (5,6m/min) pour la dépose de la charge.

### ✓ **Mât et flèche**

En mécano-soudé : le mat télescopique à 03 positions de travail. L'encombrement sur route est réduit par le pliage rapide de la flèche. Le déplacement du chariot de distribution est assuré sur la flèche par un motoréducteur à bain d'huile.

#### ➤ **Orientation**

Par un motoréducteur à bain d'huile au démarrage et arrêt progressifs, empêchant le basculement de la charge.

#### ➤ **Déplacement**

✓ Un pivot à l'avant et un essieu rigide sous la cabine, système plus pratique pour la mise en place sur chantier, la grue pouvant faire un demi-tour sur place si aucun dispositif ne le permet.

✓ Avec dispositif genre semi-remorque pour accrochage derrière un tracteur routier.

#### ➤ **Sécurité**

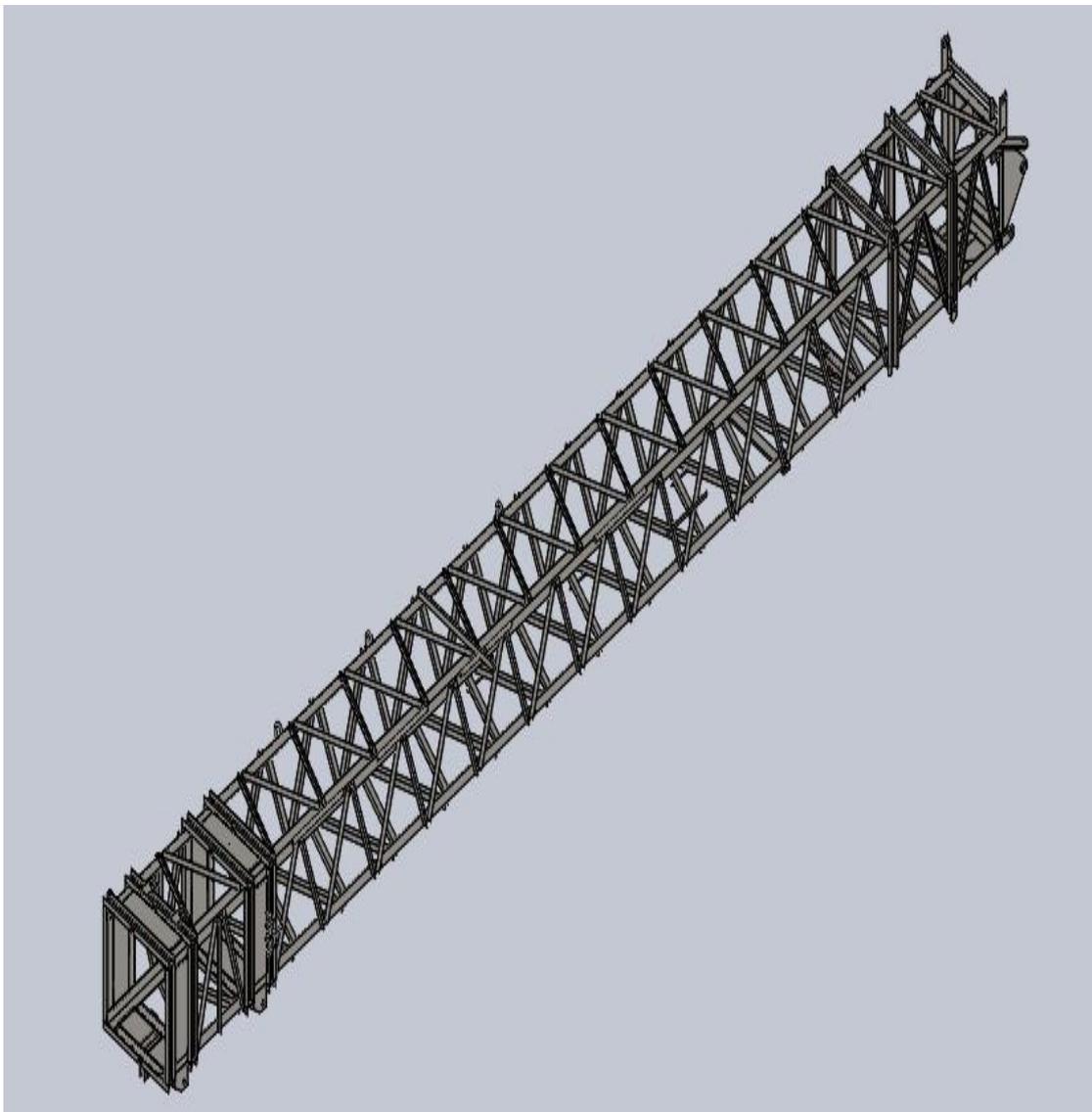
Limiteur de charge, arrêt de levage limiteur de couple, arrêt avance chariot limiteur de couple, haut crochet, et fin de montée mat télescopique particulièrement précis. Sectionneur général, coupant entièrement le courant sur l'ensemble de la machine. Télécommande 48Volts.

**Chapitre II :**  
**Généralité sur la fabrication du mât**  
**extérieur**

**II Le mât extérieur****II.1 Définition d'un mât**

Un mât (ou tour, ou mature) vertical est formé en général d'éléments de charpente métallique en treillis, et constituer de trois matériaux E24, E36 et A60 assemblés par différentes procédé de soudage. C'est l'une des parties les plus importantes dans la grue, car il joue un rôle capital du fait qu'il supporte le poids propre de la flèche et la charge à soulever. Il est composé de deux parties : mât extérieur et mât intérieur.

Notre étude se concentre sur le mât extérieur qui est le sujet de notre travail.



**Figure II.1** Modèle du mât extérieur en CAO

**II.2 Le Soudage****II.2.1 Historique**

Le soudage consiste à unir des métaux. Les pièces sont assemblées soit par chauffage et fusion des bords, soit par chauffage des bords et apport de métal en fusion. Un autre procédé consiste à chauffer les pièces puis à les marteler ou les serrer l'une contre l'autre quand le métal commence à s'amollir.

Cette dernière méthode est la plus ancienne. Le forgeron chauffait les pièces dans un feu de forge, puis les martelait ou forgeait sur une enclume. Refroidies, elles restaient soudées l'une à l'autre.

Au début du XX siècle, un autre procédé qui s'apparente au soudage se développa : le rechargement des pièces moulées. Une pièce moulée est fabriquée en remplissant un moule de métal fondu ; puis en laissant refroidir le tout. Ces pièces se réparaient en faisant un moule autour de la partie usée ou brisée du fer en fusion, était ensuite versé dans le moule, jusqu'à ce que la surface de la pièce s'amollisse. Le moule était refermé et enlevé après le refroidissement. En fait, il s'agissait plus d'un moulage que d'un soudage.

Ces soudures n'étaient ni faciles à exécuter, ni très solides. De plus, des pièces de grande dimension ne pouvaient pas être assemblées à cette époque. Un procédé supérieur, le soudage par fusion, était mis au point. Ce procédé donne une soudure au moins aussi solide que le métal de base (métal à assembler).

Les techniques du soudage se sont développées tellement rapidement au cours des dernières années qu'il serait impossible de donner une liste complète de tous les procédés utilisés de nos jours. On peut toutefois les classer en deux catégories :

Le soudage par fusion et le soudage sans fusion.

Dans notre cas, la plupart des pièces sont soudées à l'arc électrique. Le soudage à l'arc électrique est un moyen d'assemblage permanent, il est utilisé pour des réalisations rapides, et lorsqu'il permet un gain de temps par rapport à un usinage. On distingue plusieurs types de soudages :

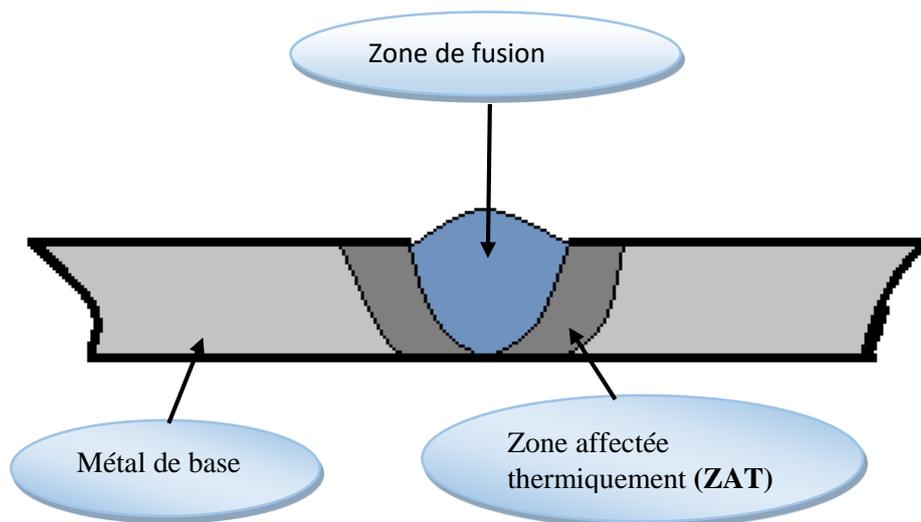
- Soudage à l'arc avec électrode enrobée SMAW (Shielded Metal Arc Welding) ;
- Soudage électrique à l'arc sous un flux solide ;

- Soudage sous protection gazeuse TIG (Tungsten Inert Gas) ;
- Soudage sous protection gazeuse MIG (Metal Inert Gas), MAG (Metal Active Gas).

### II.2.2 Définition

Le soudage est le procédé qui permet de reconstituer la continuité métallique entre les surfaces des éléments à assembler. Pour activer les surfaces, la fusion est une méthode très efficace qui permet également le nettoyage des surfaces afin d'assurer l'installation de la liaison métallique. On obtient, après solidification, un joint homogène de même composition que le métal de base, ou un joint hétérogène dans le cas de métaux différents [4].

Le soudage est un procédé qui se caractérise par une grande complexité de phénomènes Physico-chimiques [5]. Dans l'opération de soudage, la liaison atomique réalisée au niveau du joint nécessite l'intervention d'une source d'énergie extérieure qui crée élévation de la température dans les pièces de soudés. La continuité entre les pièces est schématisée sur la figure (4) [4].



**Figure II.2** Différentes zones constituant un joint de soudure

#### ✓ **Zone de fusion (ZF)**

Est la région chauffée au-dessus de la température du liquidus. La structure du métal de base initiale est changée par les processus de fusion et solidification, et la composition peut également varier par évaporation de certains éléments de l'alliage.

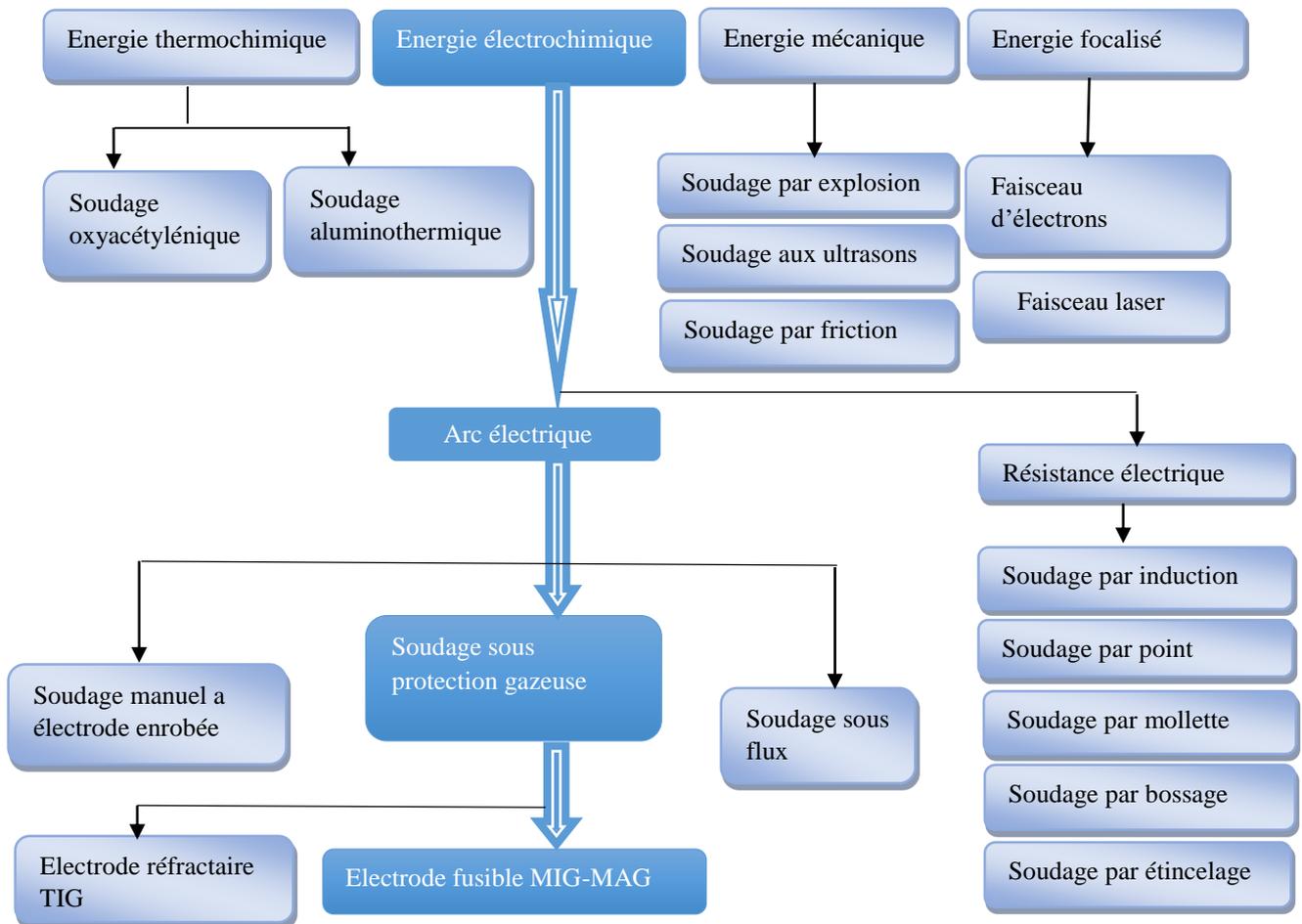
Un mélange complet des éléments est obtenu par les mouvements de convection forcés.

✓ **Zone affectée thermiquement (ZAT)**

Est la zone où la température est comprise entre le solidus et une température plus basse mais suffisamment élevée pour permettre des réactions ou des transformations à l'état solide et pour modifier la structure du métal de base.

**II.2.3 Classification des procédés de soudage**

Il existe de nombreux procédés de soudage dont les principes de la mise en œuvre sont très différents. Pour les uns l'assemblage est obtenu par fusion locale des éléments à assembler, pour d'autres les continuités métalliques sont obtenues sans fusion par effets purement mécaniques. On peut aisément classer ces procédés en fonction des énergies mises en œuvre comme présente sur la figure (3) [6].



**Figure II.3** Classification des procédés de soudages.

**II.2.4. Soudage à l'arc électrique****II.2.4.a Définition de l'arc électrique**

Un arc est une décharge électrique établie et entretenue dans un gaz entre deux électrodes reliées aux pôles d'un générateur en dégageant lumière et chaleur ; il forme une colonne ionisée conductrice qui répond à des lois physiques, essentiellement [7] :

- ✓ électriques, reliant tension et courant, auxquelles se rattachent les caractéristiques et le fonctionnement des générateurs ;
- ✓ Thermiques auxquelles se rattachent les phénomènes de fusion. On peut représenter l'arc électrique en trois zones la chute anodique, la chute cathodique et la colonne d'arc. [6]

**II.2.4.b Soudage à l'arc avec électrode enrobée (SMAW)****II.2.4.b.1 Définition du procédé**

Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée (Shielded Metal Arc Welding) 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 [8].

**II.2.4.b.2 Principe du procédé**

L'électrode enrobée est placée et serrée sur la pince porte électrode reliée à l'une des bornes électriques de sortie du poste de soudage. La masse est reliée au générateur puis 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.

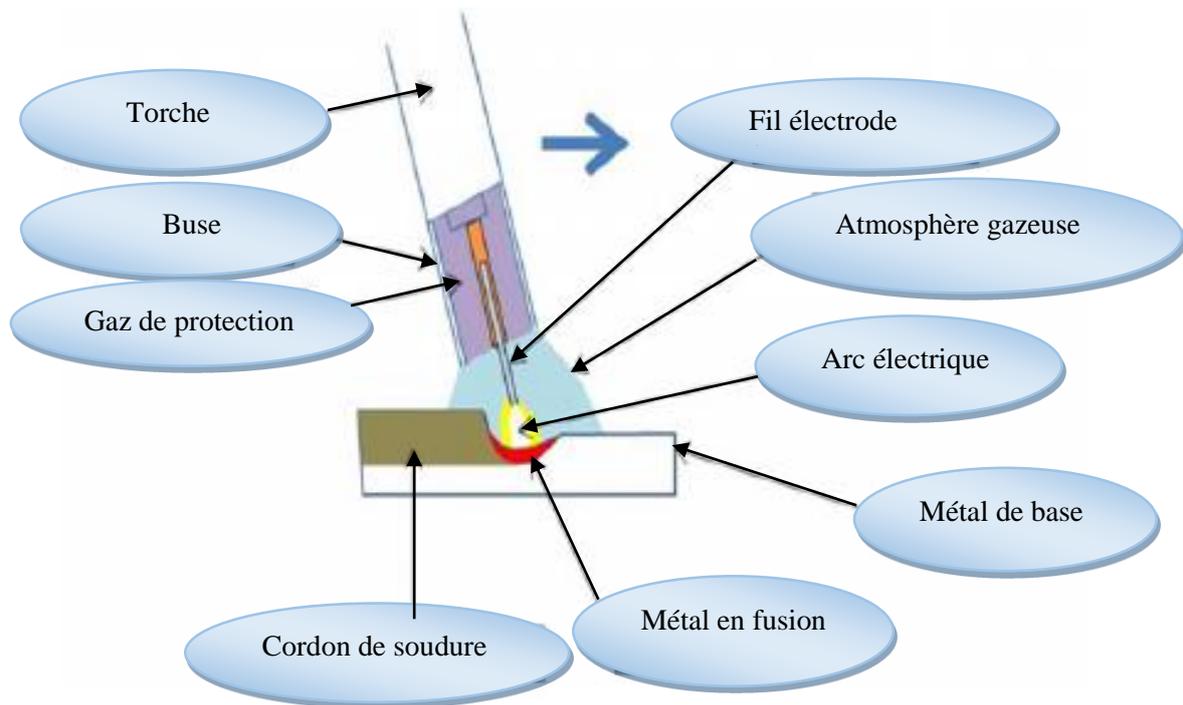
**II.2.5 Le procédé de soudage MIG/MAG****II.2.5.a Définition du procédé**

Le soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil électrode fusible est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre le fil d'apport (0,6 à 2,4 mm) à dévidage continu et à vitesse constante (de 2 à 20 mètres/minutes environ) et la pièce à souder. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil métallique pour constituer le bain de fusion donnant lieu au cordon de soudure après refroidissement. Le bain de fusion est protégé de l'atmosphère externe par un cône invisible de gaz de protection actif ( $\text{CO}_2$  ou Argon +  $\text{CO}_2$  ou Argon +  $\text{O}_2$ ). Un générateur électrique fournit le courant exclusivement continu avec une intensité variant de 40 à 700 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil électrode, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler.

La bobine du fil électrode est placée dans un dévidoir motorisé automatique et le fil est déroulé du dévidoir à la sortie de la buse de la torche, dans la gaine guide fil de la torche de soudage jusqu'au tube contact. La torche de soudage est reliée sur la borne électrique de sortie positive du générateur de soudage à courant continu. La masse est reliée au générateur, ensuite elle est placée sur la pièce à souder. Une alimentation en gaz de soudage est branchée sur le poste par l'intermédiaire d'une bouteille et d'un détendeur, débitmètre. L'arc jaillit lorsque le soudeur actionne la gâchette électrique de la torche et que la pointe du fil électrode touche la pièce à souder [9].

**II.2.5.b Principe du procédé de soudure MIG/MAG**

Lorsque le soudeur actionne la gâchette, celui-ci actionne le dévidage du fil et la sortie du gaz. Et en même temps, il ferme le circuit électrique qui permet le passage du courant. Si le fil est suffisamment proche d'une pièce en contact avec la masse, il se crée un arc électrique d'une énergie suffisante pour fondre la matière. Le métal d'apport peut ainsi se mélanger à la matière et ainsi grossir la partie fondue. Le tout s'exécute sous protection gazeuse. La figure II.4 présente le principe du procédé de soudure sous protection gazeuse MAG :



**Figure II.4** Le procédé de soudure sous protection gazeuse MAG

**II.2.5.c Installation d'une unité de soudage MIG/MAG**

Une installation de soudage est constituée de trois principaux éléments comme illustré en figure :

- Le générateur qui fournit le courant à l'origine de l'arc électrique ;
- Le dévidoir de fil qui permet l'apport de fil de la bobine jusqu'à la torche de soudage ainsi que l'amenée de courant ;
- La torche de soudage ainsi que la gaine qui permet le passage du courant, l'apport de fil et l'amenée de gaz.

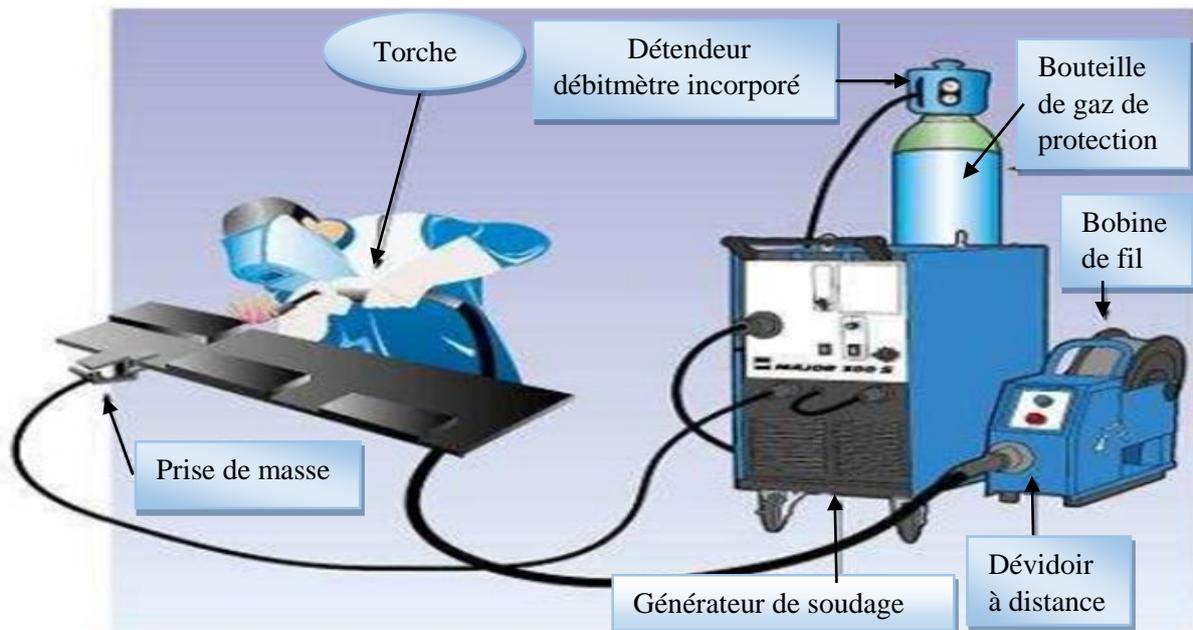


Figure II.5 Unité de soudage MIG/MAG

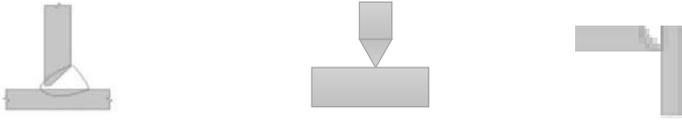
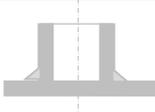
#### II.2.5.d Domaines d'application

On peut utiliser les procédés MIG/MAG dans l'installation de charpentes métalliques et dans tous les alliages commerciaux. Le premier procédé est utilisé pour le soudage des aciers doux et le deuxième procédé permet de réaliser des soudures en toutes positions. Il est utilisé pour l'assemblage de métaux semblables, ferreux et non ferreux.

#### II.2.6 Types des joints soudés

Le choix du type de soudure dépend, dans chaque cas particulier, du procédé, de la nature et de l'épaisseur du matériau. L'objectif est d'obtenir la meilleure résistance mécanique et la meilleure qualité possibles de la soudure, en limitant les coûts. Pour limiter les coûts, il faut limiter la quantité de métal d'apport (le coût est proportionnel au volume de la soudure), l'apport de chaleur (plus il est important et plus il risque d'y avoir des problèmes de résistance aux chocs et de déformation), et le travail de préparation (on choisira de préférence des types d'assemblages dans lesquels les surfaces font partie de la pièce à souder. Le tableau II.1 montre les types de joints les plus courants.

**Le tableau II.1** Types joints de soudures

Types de joints de soudures	Schémas
- Soudage bout à bout	
- Soudage en angle	
- Soudage en T à recouvrement et en angle	
- Soudage piquage posé tube sur tôle	
- Soudage piquage posé tube sur tube	

### II.3 Acier

#### II.3.1 Définition de l'acier [10]

L'acier est un alliage de fer contenant moins de 2% de carbone.

#### II.3.2 Classification des aciers

Du fait de nombre élevé d'éléments ajoutés au fer et de la gamme étendue de leur teneur, les aciers présentent un très grand nombre de nuances différentes. On peut classer les divers types d'alliages à base de fer selon leur composition chimique ou selon leur domaine d'utilisation.

L'adoption de cette dernière nous permet de recenser les familles d'aciers :

1. Aciers d'usage général (aciers non-alliés).
2. Aciers faiblement alliés.
3. Aciers fortement alliés (aciers inoxydables, aciers à outils).

Les aciers d'usage général sont parfois appelés aciers au carbone, ils sont utilisés tels quels sans traitement ultérieur, constituent environ 80% de la production des aciers, ils

contiennent des éléments d'addition et des impuretés dont la présence découle de leur mode d'élaboration (manganèse 1.2%, silicium 0.6%, soufre 0.06%, phosphore 0.06%,...). Ces pourcentages présentent les teneurs limites de ces éléments dans ces aciers.

### II.3.3 Présentation de l'acier E36

C'est un acier ordinaire normalisé (norme NFA 36-201) largement employé dans la construction mécanique tels que éléments de grue, engin. L'acier E36 est désigné par S355 qui indique que c'est un acier de construction mécanique.

Ses caractéristiques mécaniques (sa résistance à la traction  $\sigma_m$ , limite d'élasticité  $\sigma_e$ , allongement à la rupture A, dureté brinell HB et résilience à 0°C) sont consignés au tableau II.2

**Tableau II.2** Caractéristiques de l'acier E36

Caractéristiques	$\sigma_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_e$ (N/mm <sup>2</sup> )	A% (min)	HB <sub>30</sub>
valeur	520-752	360	16	155-185

### II.3.4 Présentation de l'acier E24

C'est un acier de construction mécanique d'usage général avec une teneur en carbone ne dépassant pas 0,2%, c'est donc un acier hypoeutectoïde classé dans la catégorie des aciers doux. Selon la nouvelle désignation (EURONORME), l'acier E24 est désigné par S235 qui indique que c'est un acier de construction mécanique dont la valeur maximale de la limite d'élasticité ne dépassent pas 235 MPa ou 24 kg/mm<sup>2</sup> soit en moyenne 24 daN/mm<sup>2</sup> d'où la désignation E24 selon l'ancienne norme : 24 indiquant sa limite d'élasticité minimale en daN/mm<sup>2</sup>. Cet acier a comme particularité une excellente conformation et soudabilité, mais une mauvaise résistance à la corrosion. Les caractéristiques mécaniques de l'acier E24 sont :

$f_y$ : Limite d'élasticité	$f_y = 235 \text{ MPa}$
$f_u$ : Contrainte de la rupture en traction	$f_u = 360 \text{ MPa}$
E : Module d'élasticité longitudinal	$E = 210000 \text{ MPa}$
$\nu$ : Coefficient de poisson	$\nu = 0,3$
G : Module d'élasticité transversal (module de cisaillement)	$G = 81000 \text{ MPa}$

$\rho$  : Masse volumique

$$\rho = 7,850 \cdot 10^{-6} \text{Kg/m}^3$$

Les différents éléments chimiques et les caractéristiques mécaniques de ce matériau sont représentés sur le tableau II.3 suivant :

**Tableau II.3** Certificat d'analyse chimique et mécanique d'acier E24

L'acier E24		
Caractéristique mécanique	Re [MPA]	305
	RM [MPA]	429
	A5%	33
Eléments d'alliages %	C	0.08
	Si	0.16
	Mn	0.61
	P	0.026
	S	0.025
	Cu	0.43
	Cr	0.12
	Ni	0.16
	V	0.002
	Mo	0.07
	N	0.0069
	Ti	0.0001
	Al	0.002

### II.3.5 Présentation de l'acier A60

C'est un acier à usage courant en mécanique générale. Il offre une bonne résistance mécanique (Rm), cet acier a comme particularité soudable.

### II.3.6 Métal d'apport (fil plain)

#### II.3.6.a Présentation du métal d'apport

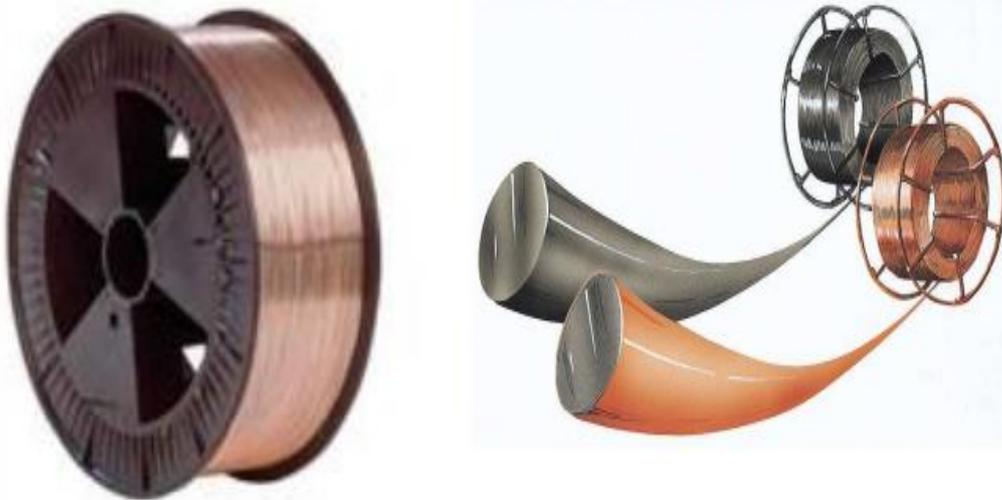
Le métal d'apport utilisé par FAGECO pour le soudage par le procédé semi-automatique MAG sous protection de gaz actif (CO<sub>2</sub>) des trois aciers E24, E36 et A60, c'est un fil plein de

dénomination commerciale SG2. Sa composition selon la fiche du fournisseur est présentée dans le tableau suivant :

**Tableau II.4** La composition chimique du métal d'apport

C%	Si%	Mn%
0.08-0.12%	0.40-0.60%	1.00-1.30%

C'est un fil de soudage de diamètre 1.20 mm en acier faiblement allié destiné au soudage sous protection gazeuse. Il est commercialisé sous forme de bobine avec un poids 15Kg, comme illustré sur la figure II.6



**Figure II.6** Bobine du fil de soudage type SG2 de poids 15Kg

### II.3.6.b Présentation du gaz

Le Gaz de protection CO<sub>2</sub> c'est un gaz pur utilisé au soudage semi-automatique MAG son but est de protéger la zone de soudage ainsi que le fil, de l'air environnement pour qu'il n'influe pas sur les caractéristiques du cordon de soudure.

### II.4 Gestion de projet

#### II.4.1 Un projet

Un projet est un ensemble d'étapes et d'activités coordonnées ayant pour objectif de répondre à un besoin exprimé par un client dans un délai imparti et un coût estimé au préalable.

Le projet à :

- ❖ Un caractère unique, car le résultat final est propre au projet entrepris.
- ❖ Un caractère temporaire, car il se termine à un moment déterminé.

Afin d'en assurer son bon déroulement, le projet est régulé par un plan. Ce plan guidera sa progression au travers de contraintes en le limitant à des objectifs et des paramètres déterminés.

Le projet est un objectif extraordinaire (au sens littéral du mot) qui combine cinq aspects :

- Fonctionnel (Répondre à un besoin)
- Technique (Respect des spécifications)
- Délai (Respect des échéances)
- Organisationnel (Respect d'un mode de fonctionnement)
- Coût (Respect du budget)

Généralement, la réalisation d'un projet nécessite la mise en place d'une équipe de collaborateurs qualifiés dirigée par un chef de projet.

#### II.4.2 La gestion de projet

La gestion de projet est l'utilisation de techniques et d'outils dans le but de satisfaire les exigences et les attentes des différentes parties prenantes.

Les différentes étapes de la gestion de projet sont les suivantes :

##### ✓ **L'organisation**

Organisation structurelle, des flux d'informations, des acteurs et des supports de communications.

##### ✓ **La planification et ordonnancement**

Estimation des coûts et des délais

##### ✓ **La coordination**

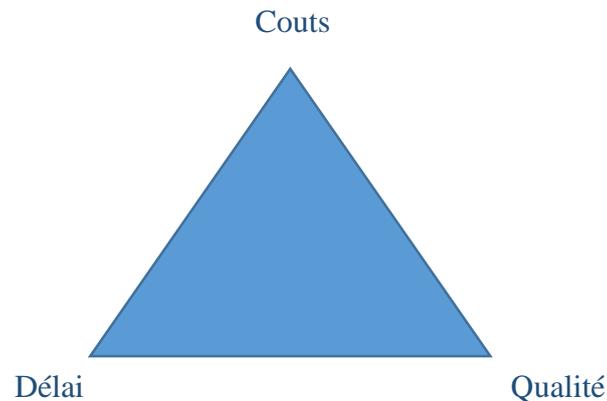
Entre les différents acteurs du projet, responsables, exécutants, ...

##### ✓ **Le pilotage**

Organisation du déroulement du projet, découpage en activités. Suivi du déroulement, gestion des ressources.

**✓ La surveillance**

Contrôle des coûts, des délais et de la qualité.



**Figure II.7** Triangle magique de la gestion de projet

**II.4.3 Généralités sur planification et ordonnancement [11]**

L'ordonnancement est une branche de la recherche opérationnelle et de la gestion de la production qui vise à améliorer l'efficacité d'une entreprise en termes de coûts de production et de délais de livraison. Les problèmes d'ordonnancement sont présents dans tous les secteurs d'activités de l'industrie.

Ordonnancer le fonctionnement d'un système industriel de production consiste à gérer l'allocation des ressources au cours du temps, tout en optimisant au mieux un ensemble de critères. C'est aussi programmer l'exécution d'une réalisation en attribuant des ressources aux tâches et en fixant leurs dates d'exécution. Ordonnancer peut également consister à programmer l'exécution des opérations en leur allouant les ressources requises et en fixant leurs dates de début de fabrication.

D'une manière plus simple, un problème d'ordonnancement consiste à affecter des tâches à des ressources à des instants donnés pour répondre au mieux aux besoins exprimés par un client, au meilleur coût et dans les meilleurs délais, tout en tenant compte des contraintes. Les problèmes d'allocation des ressources, d'organisation des tâches, de respect des délais et de prise de décision en temps requis constituent autant de difficultés qu'il est nécessaire de surmonter dans la gestion des systèmes de production en milieu industriel.

Au niveau de l'entreprise, l'ordonnancement concerne plusieurs postes : les ventes, la production, la maintenance, etc. Son rôle est de plus en plus important, car il permet une gestion de ces différents postes qui peut être optimale.

Pour la bonne gestion de ces postes ainsi que des contraintes pouvant y être reliées, il est nécessaire :

- De déterminer les différentes opérations à réaliser, les dates correspondantes, les moyens matériels et humains à y affecter,
- D'exécuter ces opérations et de contrôler les coûts qui en découlent.

C'est ainsi que l'ordonnancement intervient pour permettre la meilleure gestion possible du système de production.

#### **II.4.4 Formulation d'un problème d'ordonnancement**

Les problèmes d'ordonnancement apparaissent dans tous les domaines : informatique, industrie, construction, administration, etc.

Les différentes données d'un problème d'ordonnancement sont les tâches, les ressources, les contraintes et les critères.

Ainsi, étant donné un ensemble de tâches et un ensemble de ressources, il s'agit de programmer les tâches et affecter les ressources de façon à optimiser un ou plusieurs objectifs (un objectif correspondant à un critère de performance), en respectant un ensemble de contraintes. Le diagramme de Gantt parmi les outils qui sert à représenter un problème d'ordonnancement.

##### **II.4.4.a Le diagramme de Gantt**

Le diagramme de Gantt est un outil permettant de modéliser la planification des tâches nécessaires à la réalisation d'un projet. Il s'agit d'un outil élaboré en 1917 par Henry L. Gantt. Etant donné la facilité relative de lecture des diagrammes de Gantt, cet outil est utilisé par la quasi-totalité des chefs de projet dans tous les secteurs. Il permet de représenter graphiquement l'avancement du projet et constitue également un bon moyen de communication entre les différents acteurs d'un projet.

##### **II.4.4.b Chemin critique**

Le chemin critique est le chemin des tâches nécessaires pour obtenir le résultat voulu et dont la durée totale donne la durée du projet. Si une activité est retardée ou dure plus longtemps que prévu, la fin de l'ouvrage sera retardée en conséquence. Les tâches des autres chemins peuvent avoir un temps supplémentaire pour être achevées mais sur le chemin critique il n'y a aucune période d'inactivité.

## Chapitre III : Cahier des charges

### III.1 Introduction

L'assemblage présente une étape finale du produit après l'étape de réalisation, démarrant du dessin de finition et arrivant au produit fini. Dans ce chapitre nous présentons les différentes étapes à suivre pour avoir un gain de temps et une meilleure fabrication d'un mât extérieur.

### III.2 Moyen d'assemblage

Le gabarit est un moyen qui facilite l'assemblage des pièces pour avoir la précision et minimiser le temps d'assemblage. Dans notre étude on a proposé deux gabarits pour assembler les quatre panneaux

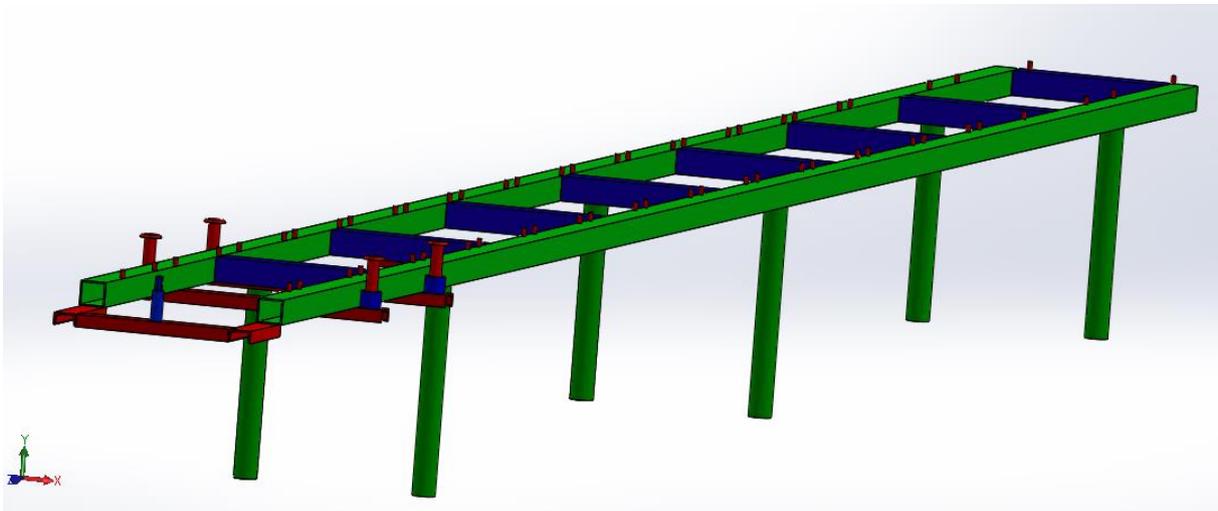


Figure III.1 Vue d'ensemble du modèle CAO du 1<sup>er</sup> gabarit en 3D

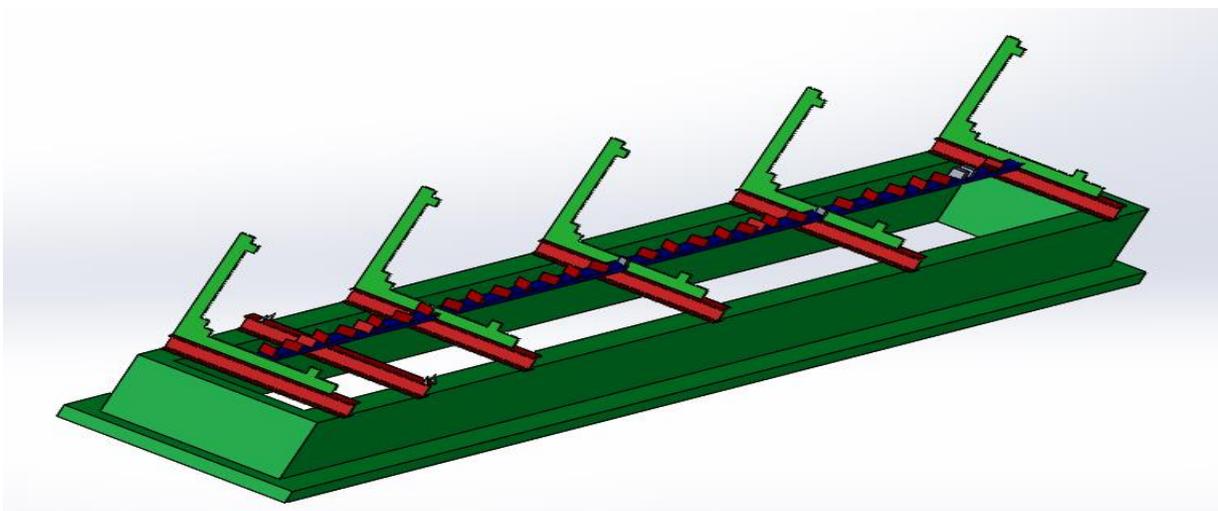


Figure III.2 Vue d'ensemble du modèle CAO du 2<sup>ème</sup> gabarit en 3D

**III.3 Matériaux utilisés**

Dans notre cas, nous utilisons les trois nuances E24, E36 et A60 qui vérifient les trois conditions de ductilité :

- La contrainte à la rupture en traction  $f_u$  est supérieure de 20% à la limite d'élasticité  $f_y$
- L'allongement à la rupture  $\epsilon_u$  est supérieur à 20 fois l'allongement  $\epsilon_y$ .
- L'allongement à la rupture  $\epsilon_u$  est supérieur à 15% :  $\epsilon_u \geq 0,15$ .

**III.4 Les machines utilisées**

Les machines utilisées au sein d'entreprise FAGECO pour exécuter toutes les opérations nécessaires à la fabrication d'un mât extérieur sont :

- ❖ Scie mécanique
- ❖ Cisaille
- ❖ Machine découpe par oxycoupage
- ❖ Tour conventionnelle
- ❖ Fraiseuse conventionnelle
- ❖ Plieuse hydraulique
- ❖ Cintreuse
- ❖ Machine de meulage

**III.5 Identification des pièces utilisées**

La matière d'œuvre utilisée pour la fabrication des ensembles soudés des produits FAGECO est constituée essentiellement de profilés : cornières, tôles, plats, tubes, rond, carrés en acier.

**Tableau III.1** présente le numéro, la désignation et le nombre de chacune des pièces.

Pièces	N° Plan	Désignation		Mat	Nbr
Pc1	<b>31966</b>	Mât extérieur			1
Pc2	<b>12113</b>	Rond 20	Lg 350	E24.2	4
Pc3	/	Plat 150x8	Lg 200	"	8
Pc4	/	L 45x45x4	Lg 40	"	2
Pc5	/	Plat 25x6	Lg 500	"	1
Pc6	/	L 45x45x4	Lg 720	"	2
Pc7	/	Tôle ép 3x60	Lg 146	"	1
Pc8	/	Plat 16x4	Lg 40	"	2
Pc9	<b>32097</b>	Rond 20	Lg 200	"	3

Pièces	N° Plan	Désignation	Mat.	
Pc10	/	L 80x80x8 Lg 10660	"	2
Pc11	/	L 45x45x4 Lg 750	"	110
Pc12	/	Tôle ép 5x200 Lg 248	"	1
Pc13	/	Tube 13,5x2 Lg 200	"	6
Pc14	/	Plat 80x8 Lg 140	"	4
Pc15	/	Tube Ø 33,7x2, 65 Lg 35	"	2
Pc16	/	Plat 50x20 lg 960	"	1
Pc17	/	UPN 80 Lg 740	"	12
Pc18	/	UPN 80 Lg 830	"	8
Pc19	/	Plat 45x20 Lg 200	"	4
Pc20	/	Tôle ép 5x200 Lg 620	"	7
Pc21	/	Plat 200x8 Lg 200	"	1
Pc22	/	Rond 6 Lg 60	"	2
	<b>39536</b>	Serre câble électrique		1
Pc22(1)	<b>39536/1</b>	Plat 70x20 Lg 15	E24-2	1
Pc22(2)	<b>39536/2</b>	Plat 70x20 Lg 15	E24-2	1
	/	Préparation pièces 23 et 24		2
Pc23	/	UPN 80 Lg 860	E24.2	2
Pc24	/	Plat 80x15 Lg 66	"	2
	/	Préparation pièces 23 et 26		2
Pc26	/	Tôle ép 14x70	E24.2	2
Pc25	/	UPN 50 Lg 740	E24.2	
Pc27	/	Plat 45x20 Lg 400	"	8
Pc28	<b>35198</b>	Tube Ø 60,3x5 Lg 125	"	2
Pc29	/	Tôle ép 8x140	"	1
Pc30	/	UPN 80 Lg 730	"	2
Pc31	/	Plat 40x10	E24.2	2
Pc32	/	L 45x45x4 Lg 90	"	2
Pc33	/	Plat 35x10	"	2
Pc34	/	Tube Ø 33,7x2, 65 Lg25	"	1
Pc35	/	Plat 200x8 Lg 200	"	1
Pc36	/	Tube Ø 42,5x2, 65 Lg 25	"	5
Pc37	/	Plat150x8 Lg 200	"	1
Pc38	/	Plat 80x8 Lg 160	"	4
Pc39	/	Tôle ép 12x45	"	2
Pc40	/	Plat 70x20	"	1
Pc41	/	Tube 60,3x10 Lg 100	E36.3	2
Pc42	/	L 80x80x8 Lg 725	E24.2	1
Pc43	<b>26233</b>	Plat 40x10 Lg460	"	4
Pc44	/	Plat 70x20 Lg 150	"	2

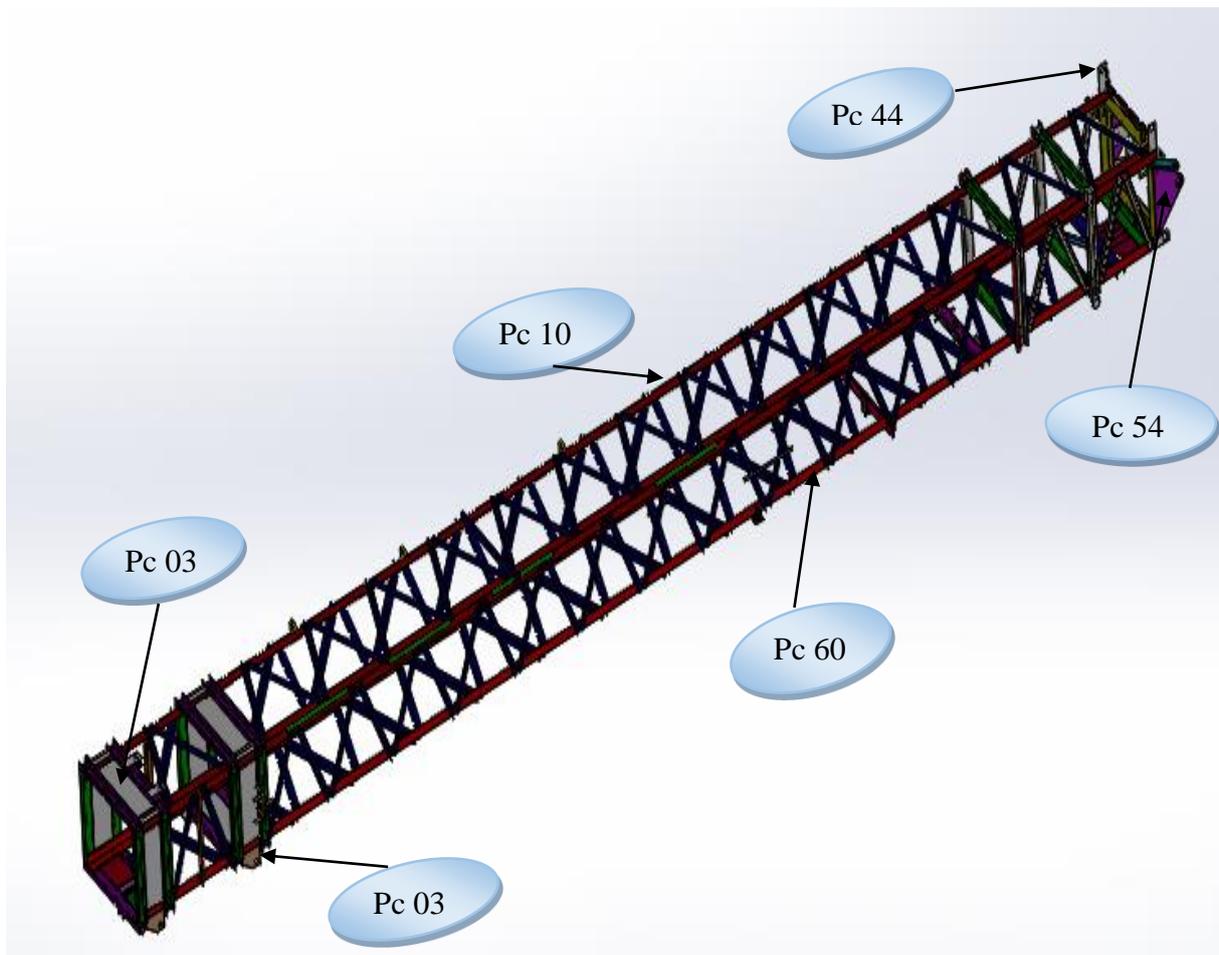
Pièces	N° Plan	Désignation			
Pc45	/	L 80x80x8	Lg 700	"	4
Pc46	<b>22111</b>	L 80x80x8	Lg 690	"	1
Pc47	<b>22106</b>	L 80x80x8	Lg 690	"	1
Pc49	/	L 80x80x8	Lg 215	"	2
Pc50	/	Plat 40x10	Lg 130	"	1
Pc51	/	Plat 40x10	Lg 700	"	1
Pc52	/	Plat 30x8	Lg 80	"	2
Pc53	/	Plat 120x14	Lg 120	"	2
Pc54	<b>12095</b>	Tôle ép 12x285		"	2
Pc55	<b>12089</b>	Tôle ép 8x222		"	5
Pc56	/	Plat 16x4	Lg 40	"	1
Pc57	<b>28554</b>	Support limiteur de charge			1
Pc57(1)	/	Tube Ø 13,5x 2	Lg 200	E24.2	1
	/	Préparation pièces 57 (2) et 57 (3)			1
Pc57(2)	/	UPN 80	Lg 740	E24.2	1
Pc57(3)	/	Plat 100x10	Lg 440	"	1
Pc57(4)	/	Etiré Ø 40	Lg 160	A60.2	1
Pc57(5)	/	Plat 100x10	Lg 200	E24.2	1
Pc57(6)	/	UPN 40	Lg 70	"	1
Pc57(7)	/	Ecroû HU 16			2
Pc57(8)	/	Tube Ø 13,5x 2	Lg 75	"	1
Pc57(9)	<b>28549</b>	Tôle ép 5x75	Lg 85	"	1
Pc57(10)	<b>37649/A</b>	Tôle ép 3x80	Lg 125	"	1
Pc57(11)	<b>28552</b>	Plat 100x10	Lg 260	"	1
Pc58	/	Tube Ø 33,7x 2,65	Lg 640	E24.2	4
Pc59	/	Tube Ø 26,9x2, 35	Lg 740	"	1
Pc60+61	/	L 80x80x8	Lg 10660	"	1+1
Pc62	/	Tôle ép 5x200	Lg 278	"	1
Pc63	/	Chape de potence autolestable		"	1
Pc63(1)	/	Plat 80x20	Lg 820		1
Pc63(2)	/	Plat 60x10	Lg 150	"	2

### III.6 Croquis et numérotation des pièces

- La figure III.3 page 30, présente une vue d'ensemble du modèle CAO du mat extérieur en 3D avec une indication de quelques pièces avec différents profilés.

- La figure III.4 page 31, présente un dessin de 2D du 1<sup>er</sup> panneau du mat extérieur avec une indication de numérotation des pièces en plusieurs profilés cornières, tubes, plats et les UPN de renforcement.
- La figure III.5 page 32, présente un dessin du 2<sup>ème</sup> panneau du mat extérieur en 2D avec une indication de numérotation des pièces en plusieurs profilés cornières, ronds cintrés, tubes et les UPN de renforcement.
- La figure III.6 page 33, présente dessin du 3<sup>ème</sup> panneau du mat extérieur en 2D avec une indication de numérotation des pièces en plusieurs profilés cornières, tubes, UPN dans le but de renforcer la structure.
- La figure III.7 pages 34, présente dessin de 4<sup>ème</sup> panneau du mat extérieur en 2D avec une indication de numérotation des pièces en plusieurs profilés cornières, tubes, ronds, plats et les UPN de renforcement

### III.6.1 Croquis des pièces en 3D



**Figure III.3** Vue d'ensemble du modèle CAO du mat extérieur en 3D

III.6.2 Croquis des pièces panneau n°1

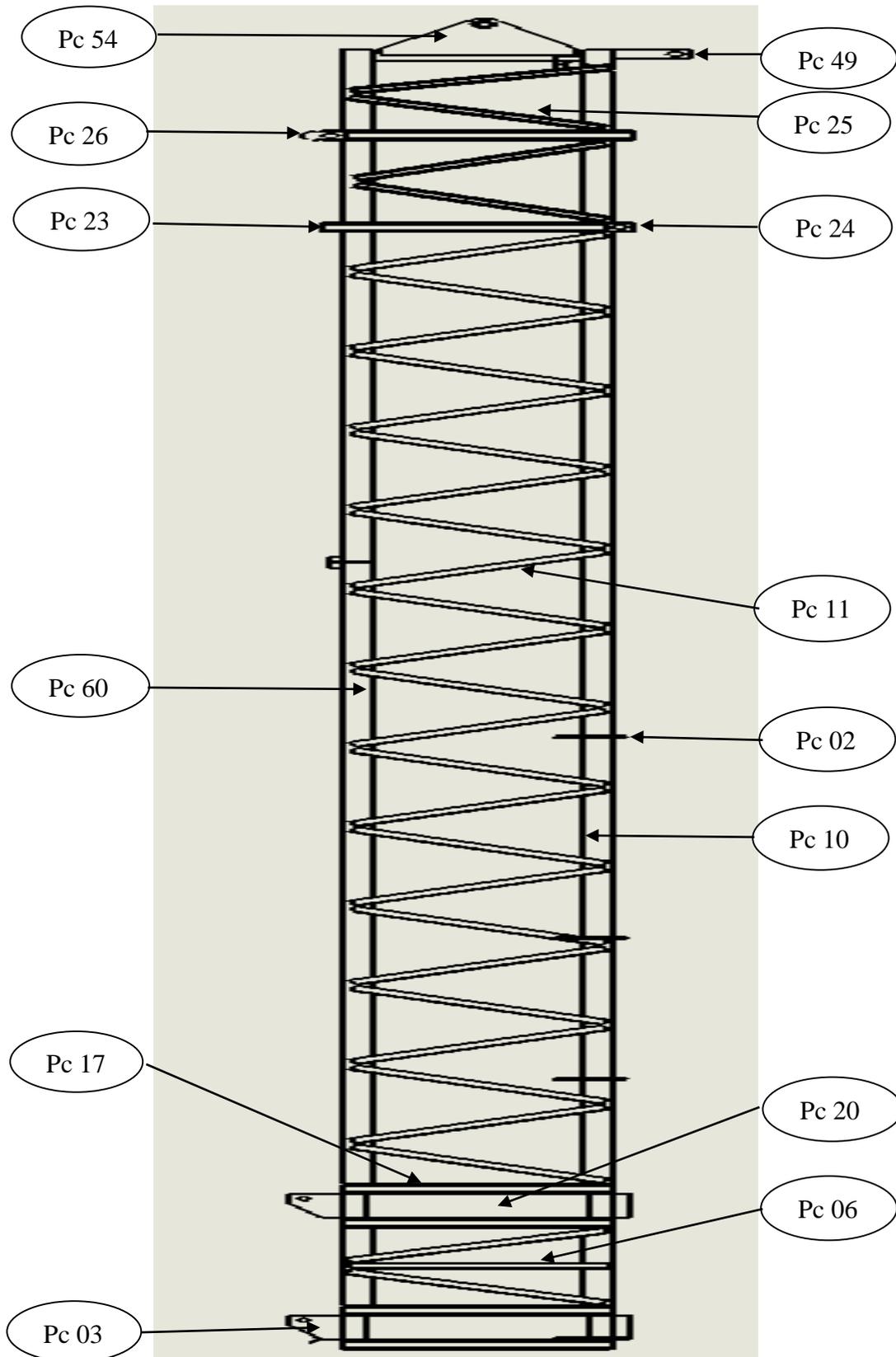


Figure III.4 Pièces numérotées de 1<sup>er</sup> panneau

III.6.3 Croquis des pièces panneau n°2

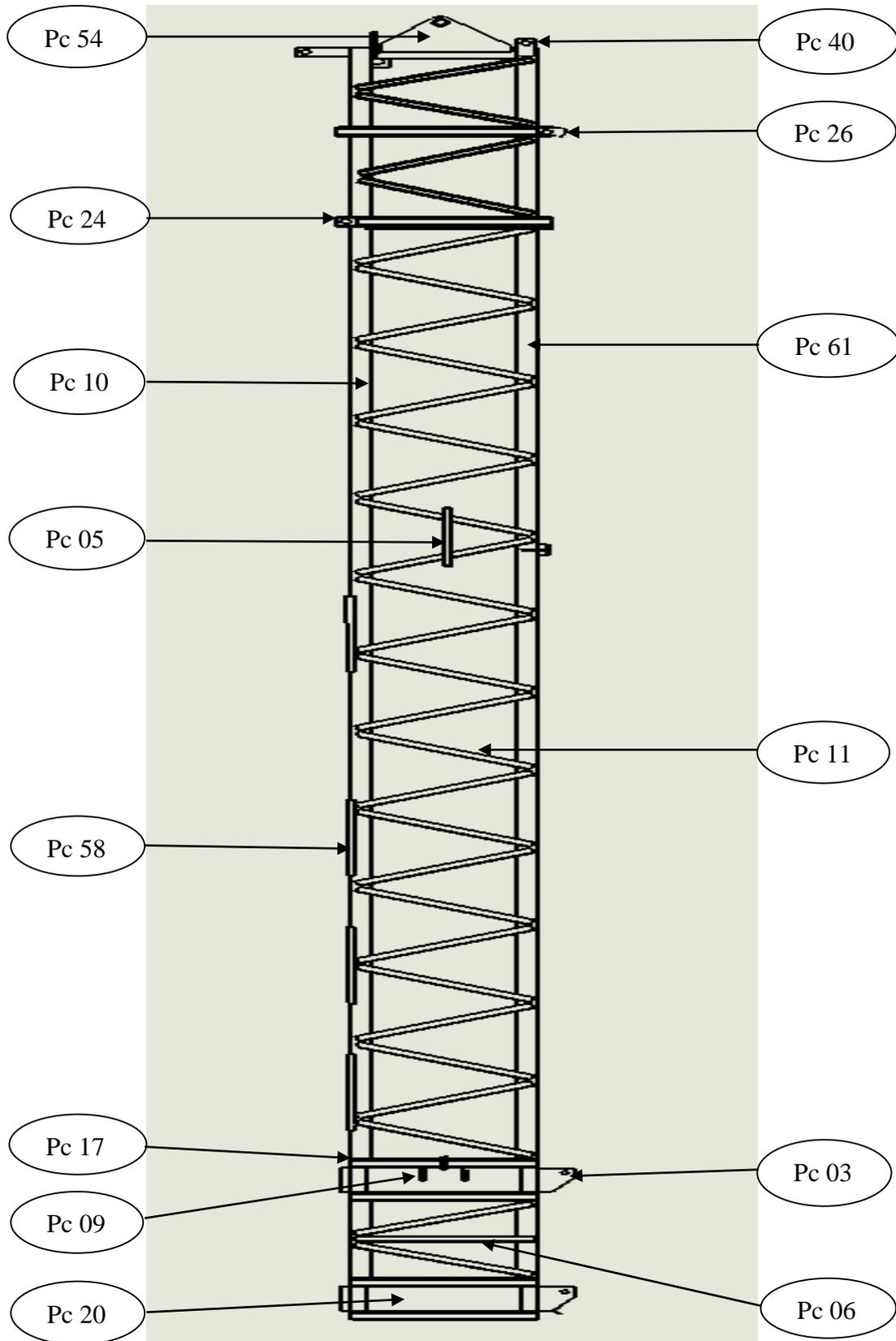


Figure III.5 Pièces numérotées du 2<sup>ème</sup> panneau

III.6.4 Croquis des pièces panneau n°3

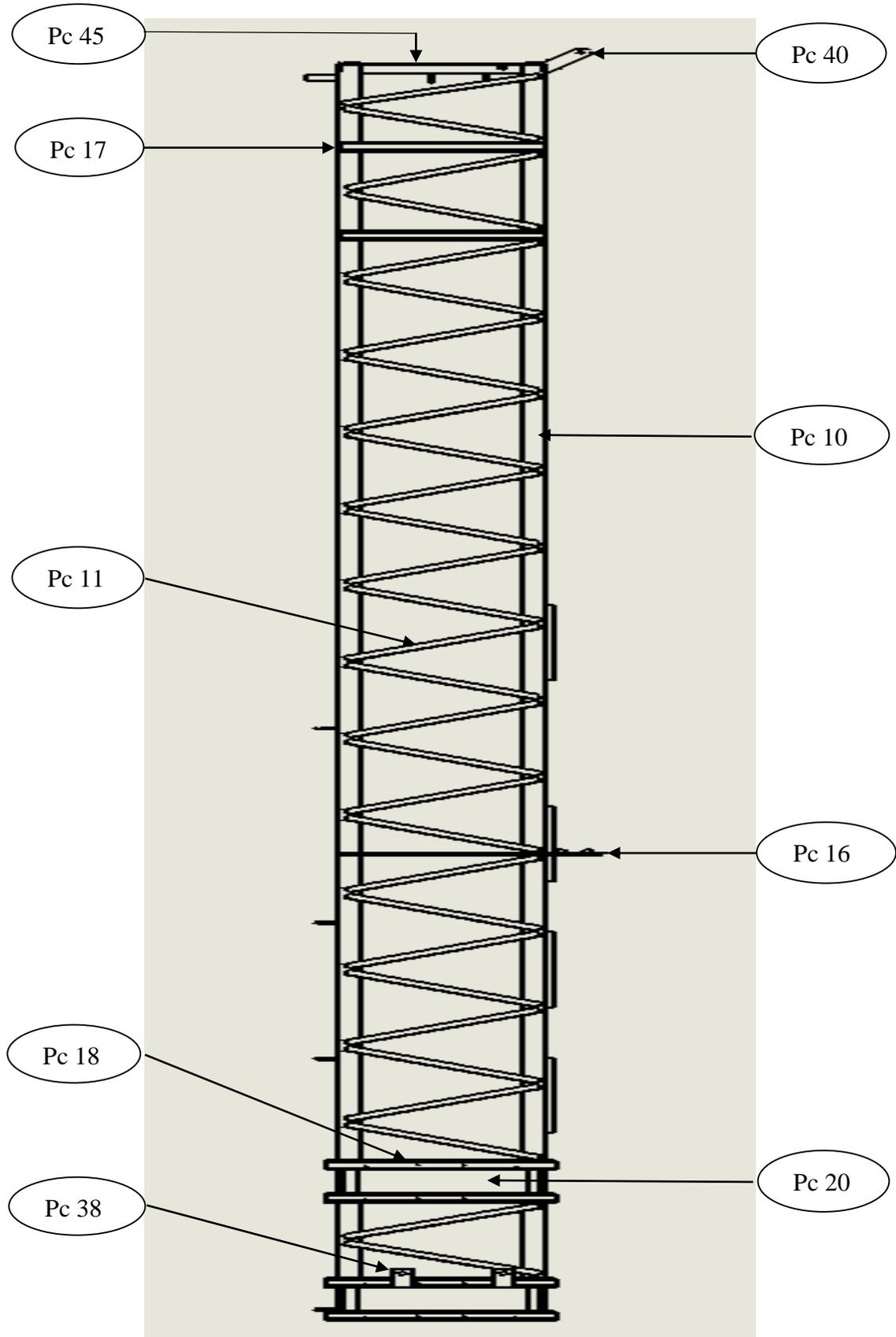


Figure III.6 Pièces numérotées du 3<sup>ème</sup> panneau

III.6.5 Croquis des pièces panneau n°4

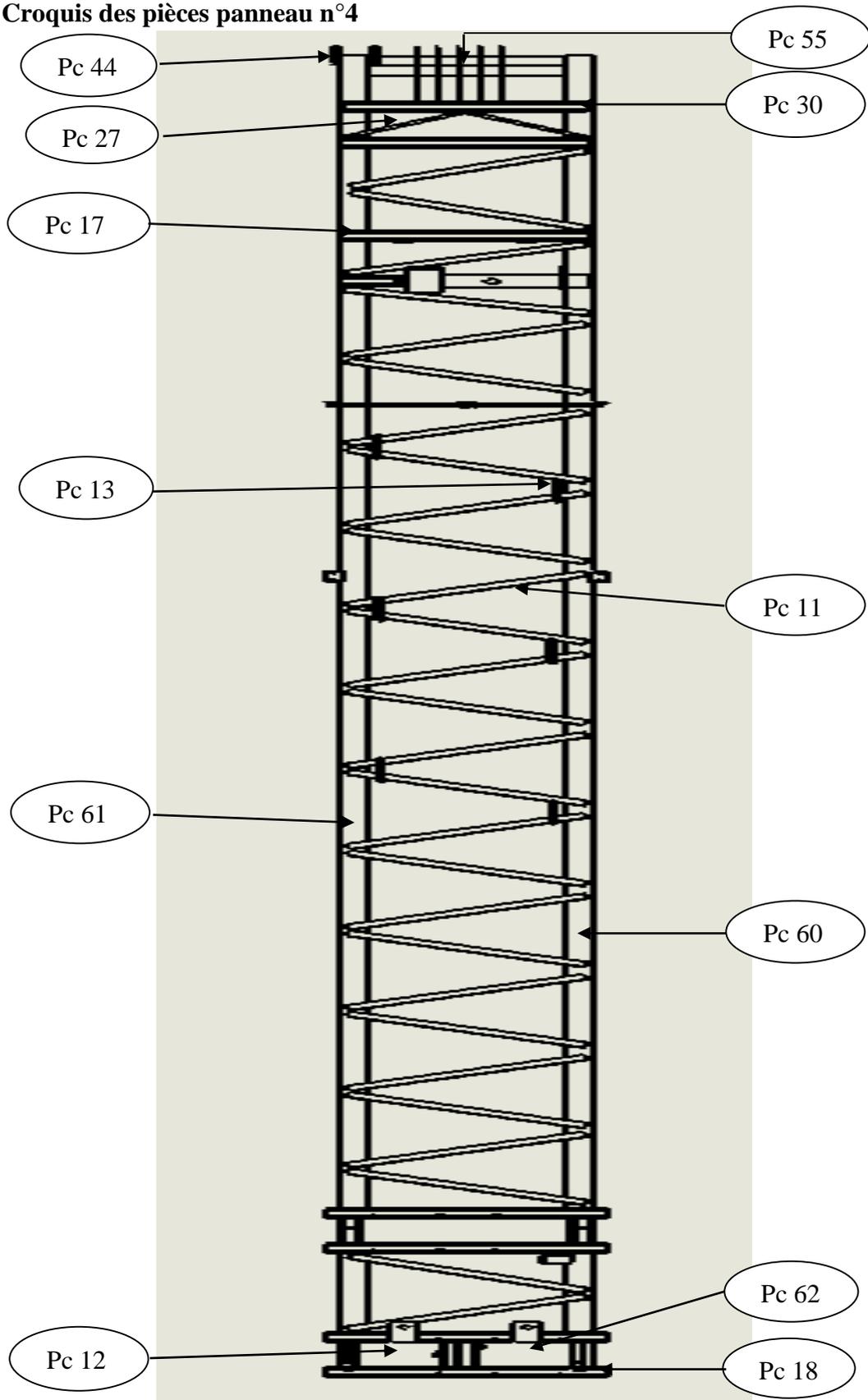


Figure III.7 pièces numérotées du 4<sup>ème</sup> panneau

III.7 Fiche de fabrication

Tableau III.2 Présente le numéro de plan, la désignation, la quantité et les opérations à suivre de chacune des pièces.

Pièce	N° Plan	Désignation		Mat.	Nbr	Tot	Opérations
	<b>31966</b>	Mât extérieur			1		<b>AS-S-PT</b>
Pc02	<b>12113</b>	Rond 20	Lg 350	E24.2	4		SCI-T-CIT
Pc03	/	Plat 150x8	Lg 200	"	8		CIS-P
Pc04	/	L 45x45x4	Lg 40	"	2		CIS-P
Pc05	/	Plat 25x6	Lg 500	"	1		CIS-P
Pc06	/	L 45x45x4	Lg 720	"	2		CIS
Pc07	/	Tôle ép 3x60	Lg 146	"	1		CIS-P-PL
Pc08	/	Plat 16x4	Lg 40	"	2		CIS
Pc09	<b>32097</b>	Rond 20	Lg 200	"	3		SCI-PL
Pc10	/	L 80x80x8	Lg 10660	"	2		SCI
Pc11	/	L 45x45x4	Lg 750	"	110		CIS
Pc12	/	Tôle ép 5x200	Lg 248	"	1		CIS
Pc13	/	Tube 13,5x2	Lg 200	"	6		SCI
Pc14	/	Plat 80x8	Lg 140	"	4		CIS-P
Pc15	/	Tube Ø 33,7x2, 65	Lg 35	"	2		SCI-T
Pc16	/	Plat 50x20		"	1		CIS
Pc17	/	UPN 80	Lg 740	"	12		SCI
Pc18	/	UPN 80	Lg 830	"	8		SCI-P-F
Pc19	/	Plat 45x20	Lg 200	"	4		CIS
Pc20	/	Tôle ép 5x200	Lg 620	"	7		CIS-P
Pc21	/	Plat 200x8	Lg 200	"	1		CIS-P
Pc22	/	Rond 6	Lg 60	"	2		SCI
Pc22(1)	<b>39536/1</b>	Plat 70x20	Lg 15	E24.2	1		SCI
Pc22(2)	<b>39536/2</b>	Plat 70x20	Lg 15	E24.2	1		SCI
	/	Préparation pièce 23 et 24			2		AS1-P
Pc23	/	UPN 80	Lg 860	E24.2	2	4	SCI
Pc24	/	Plat 80x15	Lg 66	"	1	2	CIS
	/	Préparation pièce 23 et 26			2		AS1-P
Pc26	/	Tôle ép 14x70	Lg 120	E24.2	1		OXY-ML-PL
Pc25	/	UPN 50	Lg 740	E24.2	8		SCI
Pc27	/	Plat 45x20	Lg 400	"	2		CIS
Pc28	<b>35198</b>	Tube Ø 60,3x5	Lg 125	"	1		SCI-F
Pc29	/	Tôle ép 8x140		"	2		CIS-P
Pc30	/	UPN 80	Lg 730	"	1		SCI
Pc31	/	Plat 40X10	Lg 120	"	2		CIS
Pc32	/	L 45x45x4	Lg 90	"	2		CIS-P
Pc33	/	Plat 35x10	Lg 110	"	2		CIS

Pièce	N° Plan	Désignation	Mat.	Nbr	Opérations
Pc34	/	Tube Ø 33,7x2, 65 Lg25	"	1	SCI-P
Pc35	/	Plat 200x8 Lg 200	"	1	CIS-P
Pc36	/	Tube Ø 42,5x2, 65 Lg 25	"	5	SCI-P
Pc37	/	Plat150x8 Lg 200	"	1	CIS-P
Pc38	/	Plat 80x8 Lg 160	"	4	CIS-P
Pc39	/	Tôle ép 12x45 Lg45	"	2	CIS
Pc40	/	Plat 70x20 Lg 265	"	1	CIS-P-PL
Pc41	/	Tube 60,3x10 Lg 100	E36.3	2	SCI-T
Pc42	/	L 80x80x8 Lg 725	E24.2	1	CIS
Pc43	<b>26233</b>	Plat 40x10 Lg460	"	4	CIS
Pc44	/	Plat 70x20 Lg 150	"	2	CIS-P
Pc45	/	L 80x80x8 Lg 700	"	4	CIS
Pc46	<b>22111</b>	L 80x80x8 Lg 690	"	1	CIS-DM-P
Pc47	<b>22106</b>	L 80x80x8 Lg 690	"	1	CIS-P
Pc49	/	L 80x80x8 Lg 215	"	2	CIS-GR-P
Pc50	/	Plat 40x10 Lg 130	"	1	CIS-PL
Pc51	/	Plat 40x10 Lg 700	"	1	CIS
Pc52	/	Plat 30x8 Lg 80	"	2	CIS
Pc53	/	Plat 120x14 Lg 120	"	2	CIS-P
Pc54	<b>12095</b>	Tôle ép 12x285	"	2	OXY-ML-P
Pc55	<b>12089</b>	Tôle ép 8x222	"	5	OXY-ML-P
Pc56	/	Plat 16x4 Lg 40	"	1	CIS
Pc57	<b>28554</b>	Support limiteur de charge		1	AS1
Pc57(1)	/	Tube Ø 13,5x 2 Lg 200	E24.2	1	SCI
	/	Préparation Pc57(2) et Pc57(3)		1	AS2-P
Pc57(2)	/	UPN 80 Lg 740	E24.2	1	SCI
Pc57(3)	/	Plat 100x10 Lg 440	"	1	CIS
Pc57(4)	/	Etiré Ø 40 Lg 160	A60.2	1	SCI-T-P
Pc57(5)	/	Plat 100x10 Lg 200	E24.2	1	CIS
Pc57(6)	/	UPN 40 Lg 70	"	1	SCI-P
Pc57(7)	/	Ecrou HU 16			
Pc57(8)	/	Tube Ø 13,5x 2 Lg 75	"	1	SCI
Pc57(9)	<b>28549</b>	Tôle ép 5x75 Lg 85	"	1	CIS
Pc57(10)	<b>37649/A</b>	Tôle ép 3x80 Lg 125	"	1	CIS-F-PL
Pc57(11)	<b>28552</b>	Plat 100x10 Lg 260	"	1	CIS-P-PL
Pc58	/	Tube Ø 33,7x 2,65 Lg 640	E24.2	4	SCI-T
Pc59	/	Tube Ø 26,9x2, 35 Lg 740	"	1	SCI-T
Pc60+61	/	L 80x80x8 Lg 10660	"	1+1	SCI-GR
Pc62	/	Tôle ép 5x200 Lg 278	"	1	CIS
63	<b>42808</b>	Chape de potence autolestable		1	AS1
Pc63(1)	/	Plat 80x20 Lg 820	E24.2	1	CIS
Pc63(2)	/	Plat 60x10 Lg 150	"	2	CIS-P

**III.8 Identification des types de joint, types de soudure et DMOS correspondants**

Tous les joints de chaque ensemble sont repérés sur un croquis de la construction appelée carte des soudures (Welding Map). Le système de repérage consiste à designer :

- chaque soudure par la lettre S (soudure) suivis des chiffres des pièces à assembler exemple : S x-y : soudure d'assemblage de la pièce (x) avec la pièce (y).
- chaque soudure par un type de joint.
- Chaque joint par un descriptif de modes opératoires de soudage (DMOS).

**III.9 Repérage des soudures (Welding Map)**

- La figure III.8 page 38 présente une carte de soudure du panneau n°1 du mât extérieur en 2D avec un repérage des joints de soudure qui consiste à identifier type de joint, rayon de cordon de soudure et chaque joint par descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS).
- La figure III.9 page 39 présente une carte de soudure du panneau n° 2 du mât extérieur en 2D avec un repérage des joints de soudure qui consiste à identifier type de joint, rayon de cordon de soudure et chaque joint par descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS).
- La figure III.10 page 40 présente une carte de soudure du panneau n° 3 du mât extérieur en 2D avec un repérage des joints de soudure qui consiste à identifier type de joint, rayon de cordon de soudure et chaque joint par descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS).
- La figure III.11 page 41 présente une carte de soudure du panneau n° 4 du mât extérieur en 2D avec un repérage des joints de soudure qui consiste à identifier type de joint, rayon de cordon de soudure et chaque joint par descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS).

1<sup>er</sup> Panneau

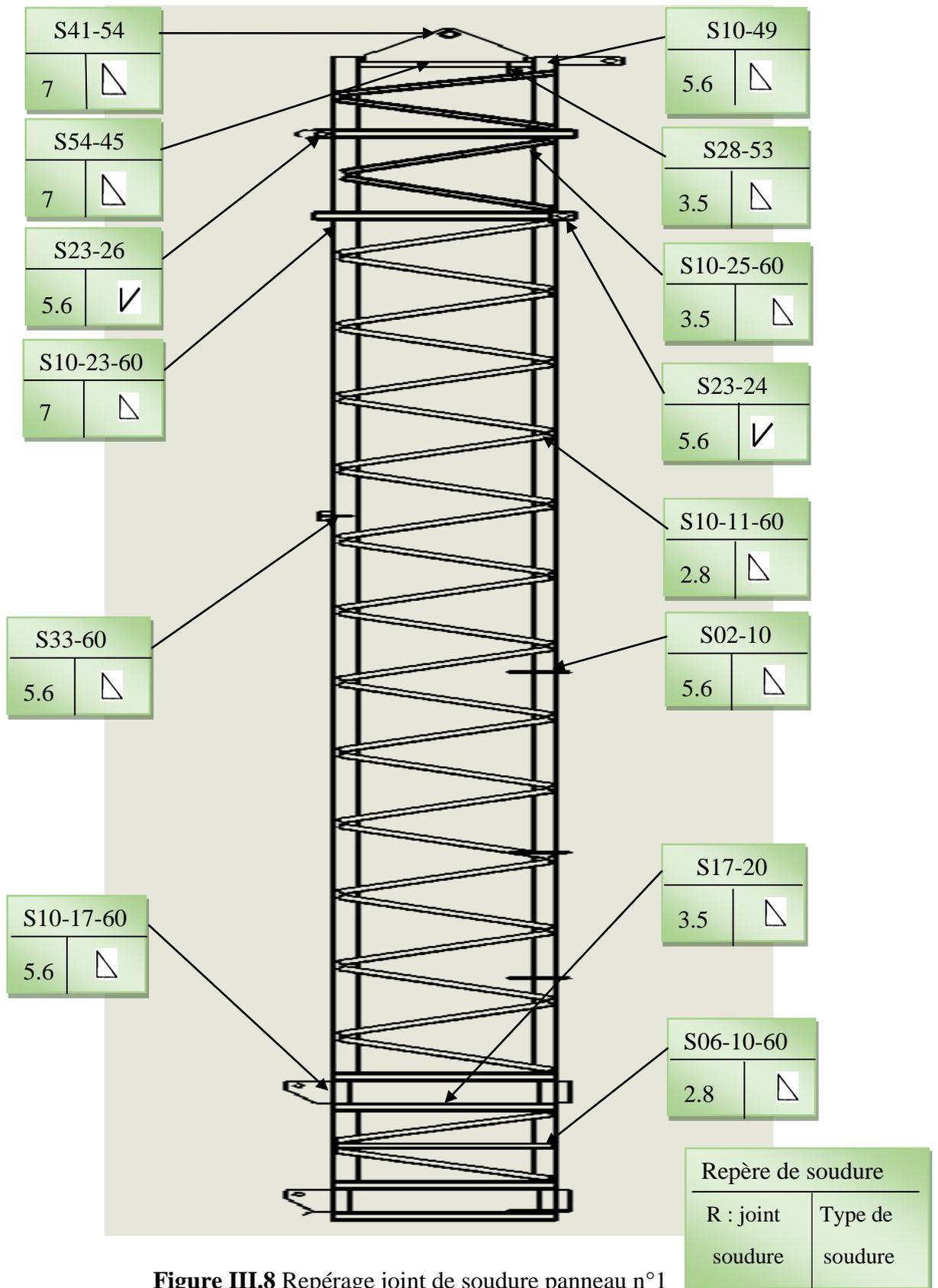


Figure III.8 Repérage joint de soudure panneau n°1

➤ 2<sup>ème</sup> Panneau

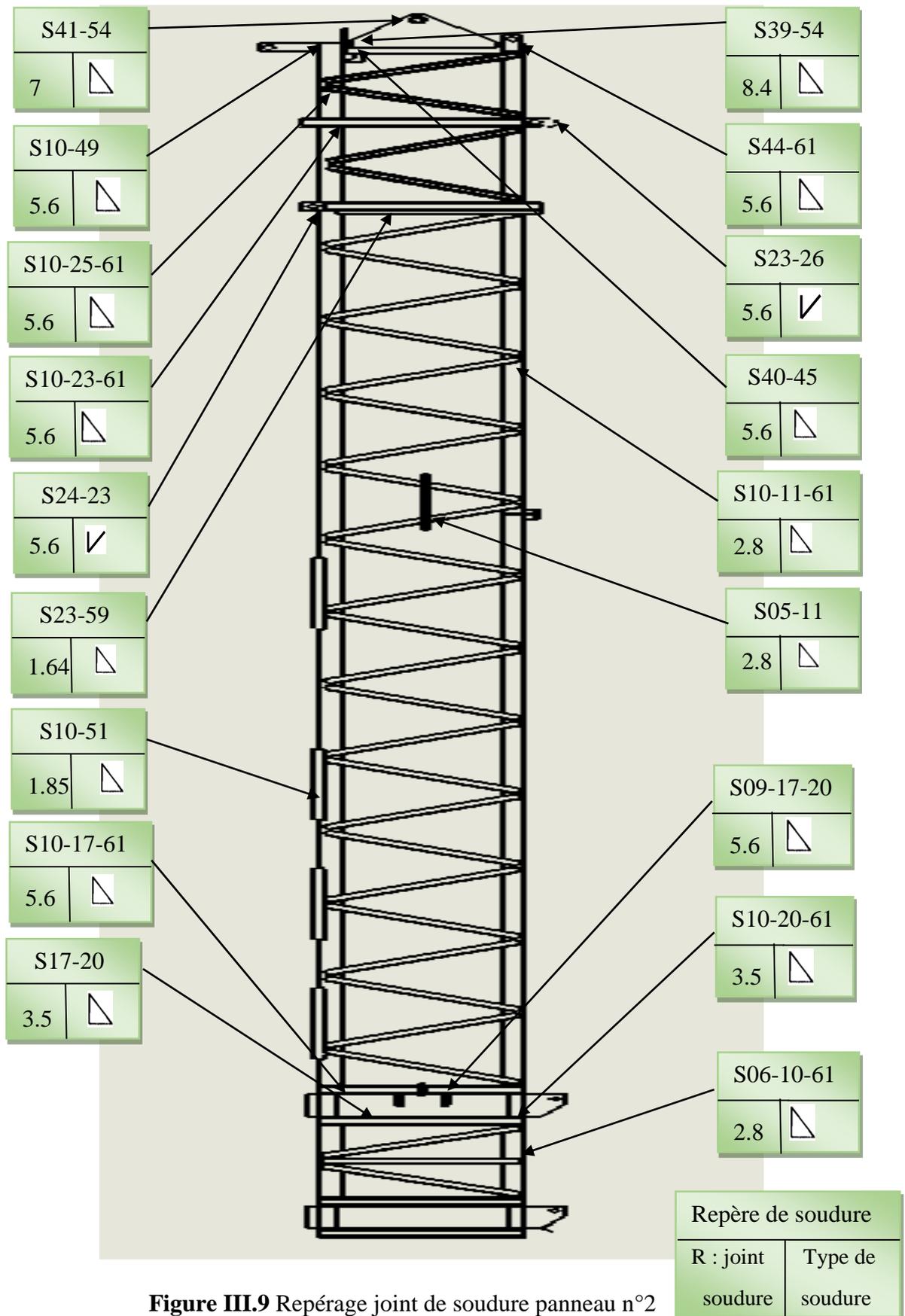


Figure III.9 Repérage joint de soudure panneau n°2

➤ 3<sup>ème</sup> Panneau

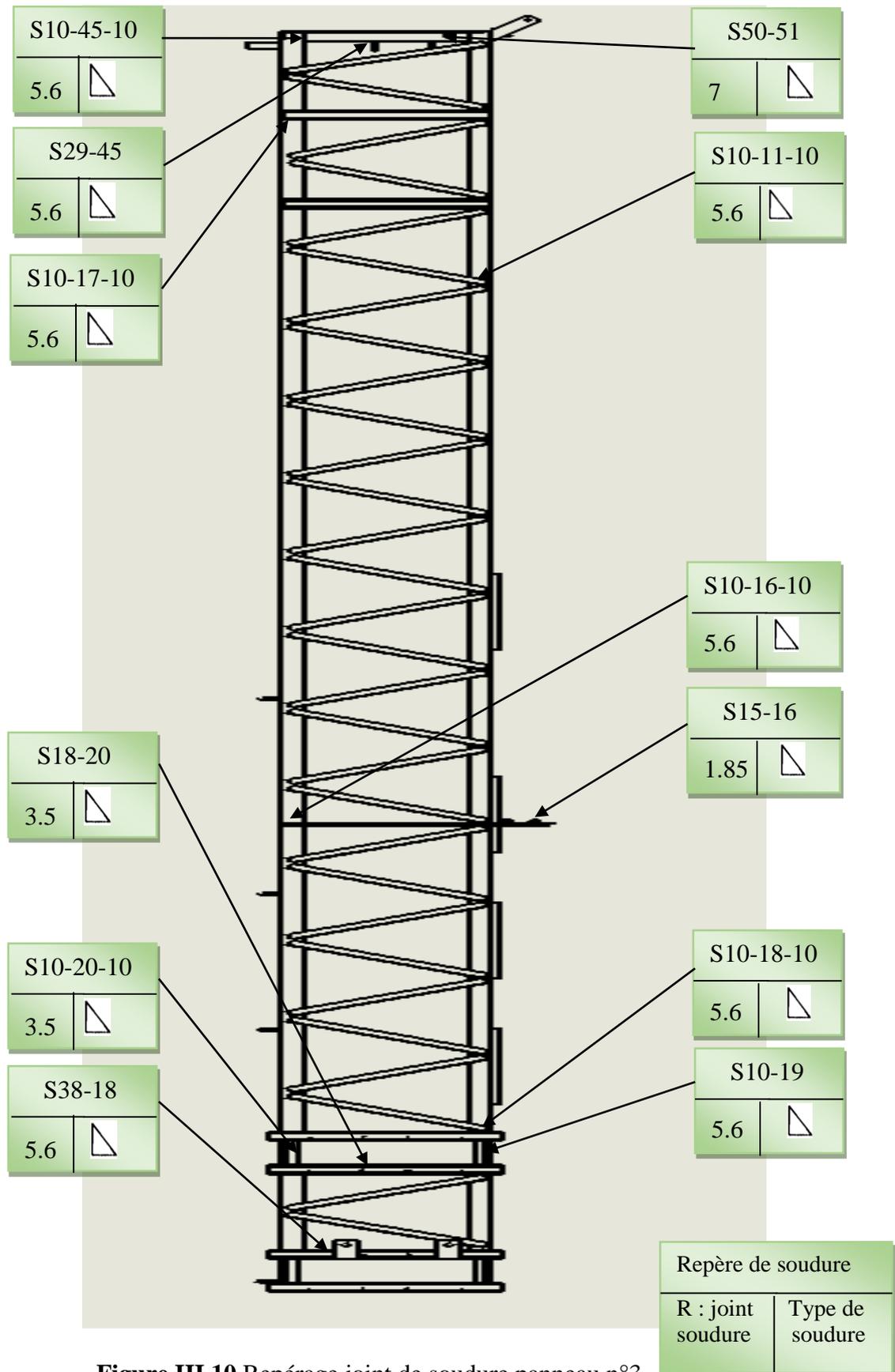


Figure III.10 Repérage joint de soudure panneau n°3

➤ 4<sup>ème</sup> Panneau

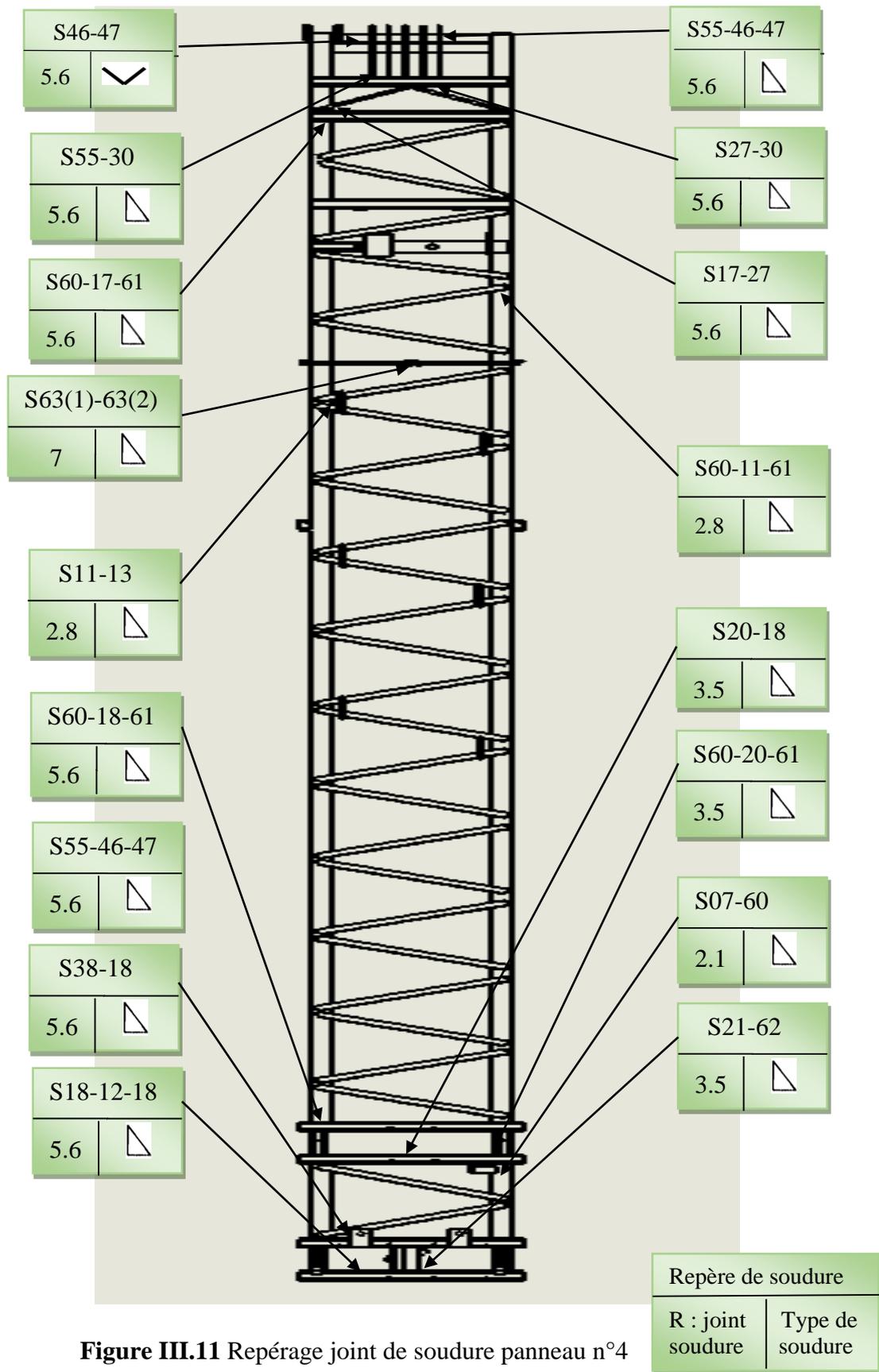
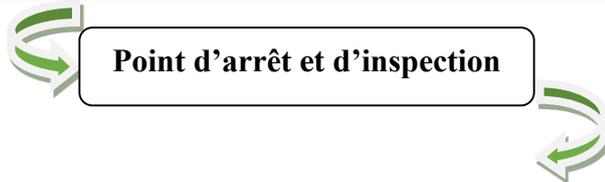
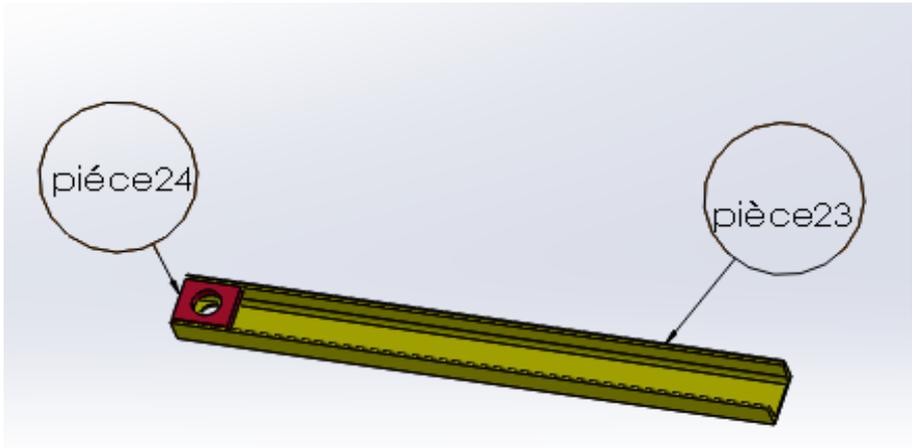
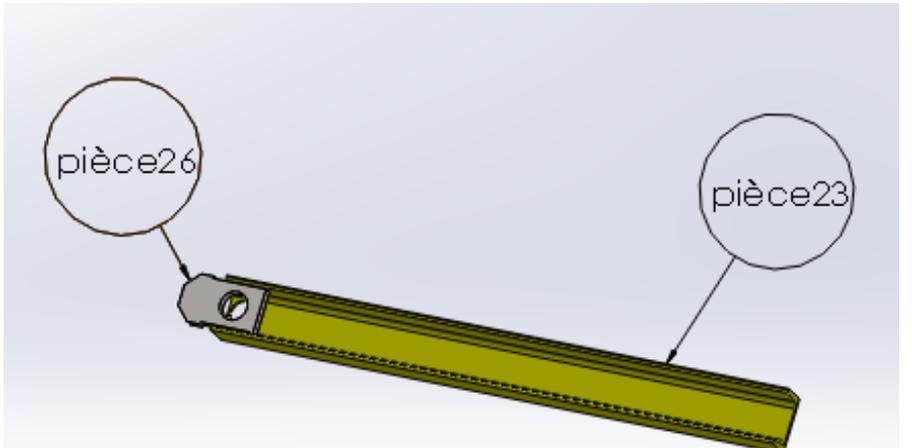


Figure III.11 Repérage joint de soudure panneau n°4

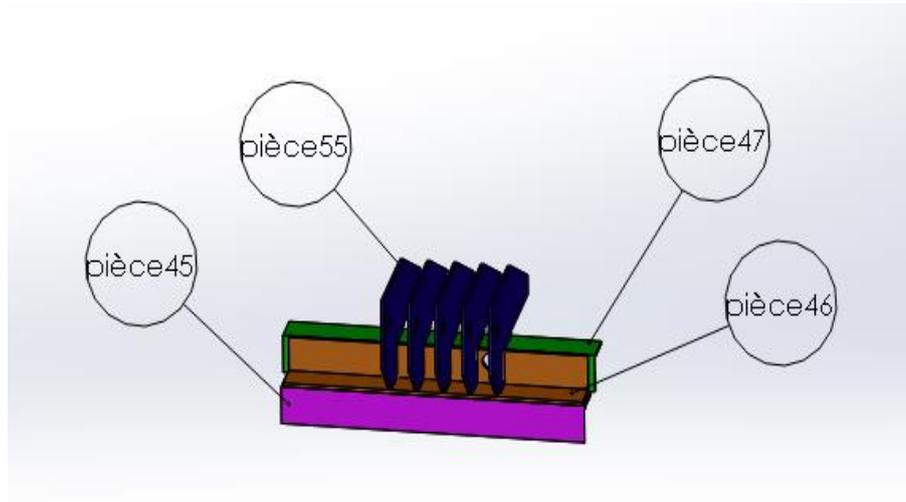
III.10 Gamme d'assemblage et de soudage d'un mât extérieur

Phase	Description
10	✓ Débitage et sablage de toutes les pièces élémentaires constituant le mât extérieur (se référer au fiche de fabrication)

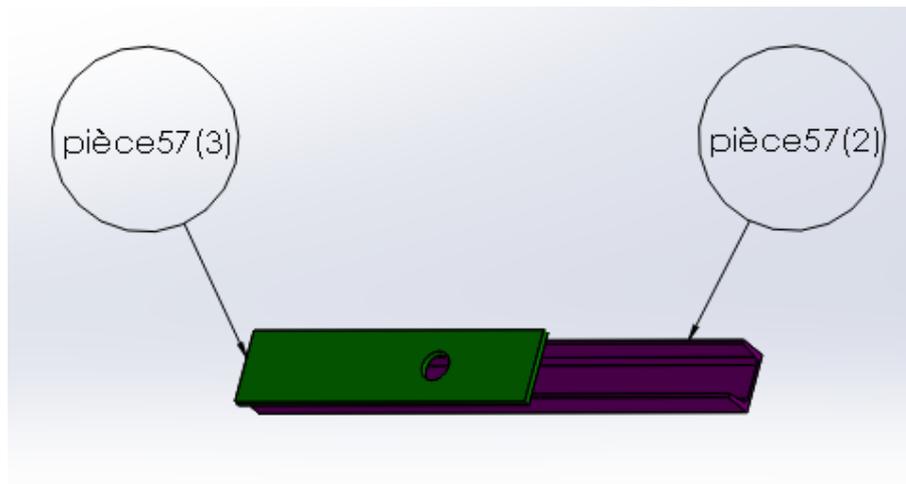


Phase	Description
20	<p>✓ Préparation pièce n° 23 et pièce n° 24</p>  <p>✓ Préparation pièce n° 23 et pièce n° 26</p> 

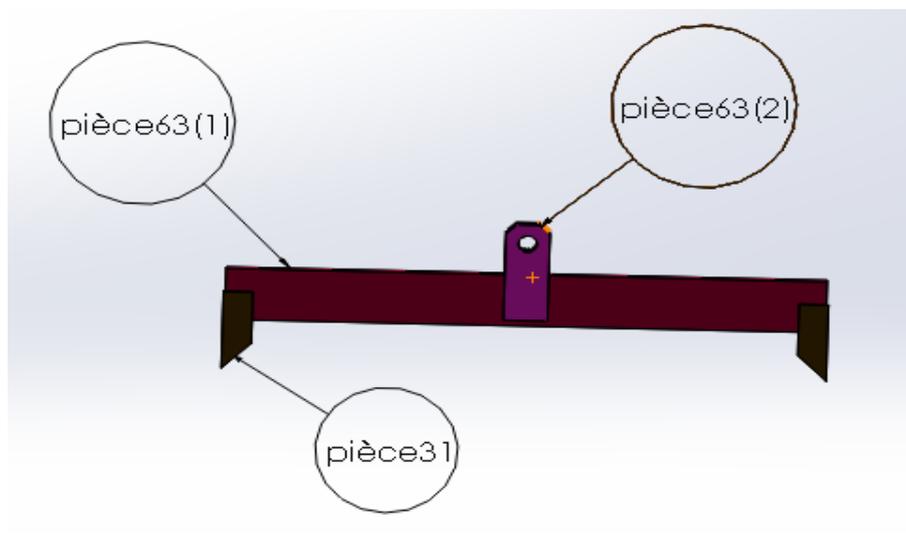
✓ Préparation pièce n° 57, pièce n°45, pièce n°46 et pièce n°47

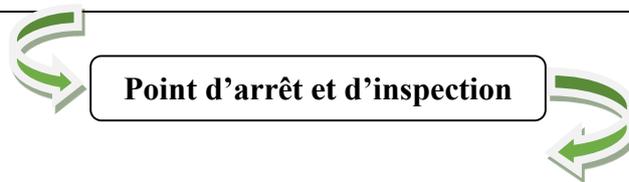
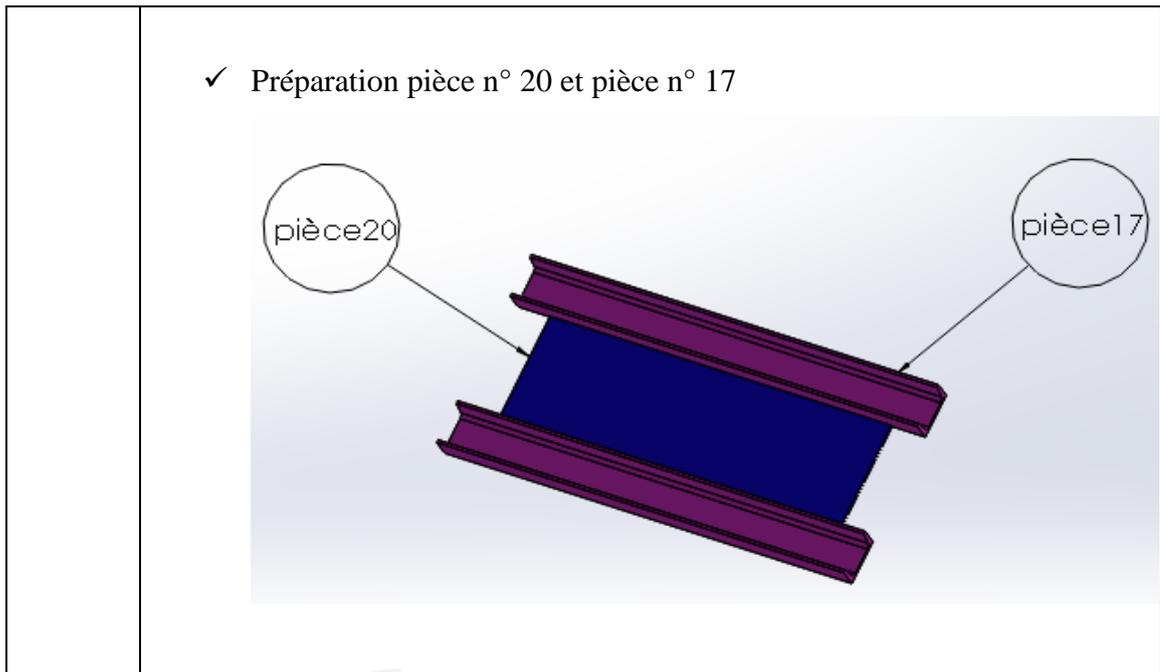


✓ Préparation sous pièce n° 57(2) et sous pièce n° 57(3)

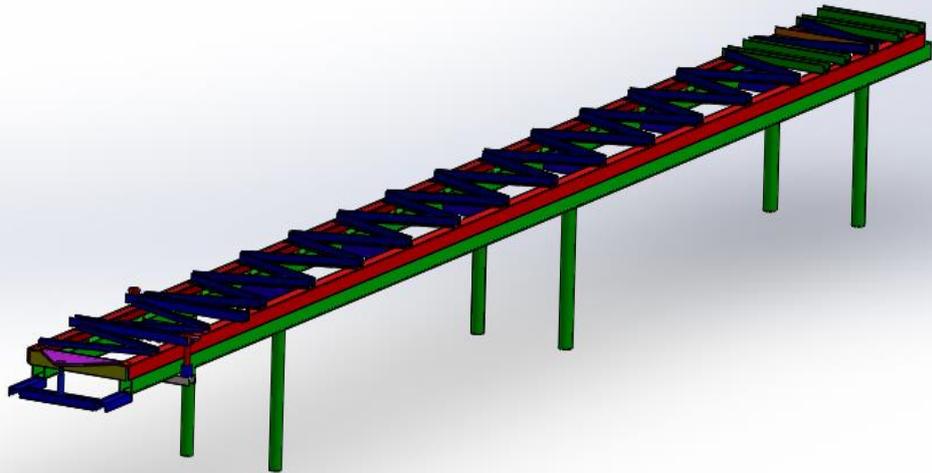


✓ Préparation pièce n° 31 et pièce n° 63



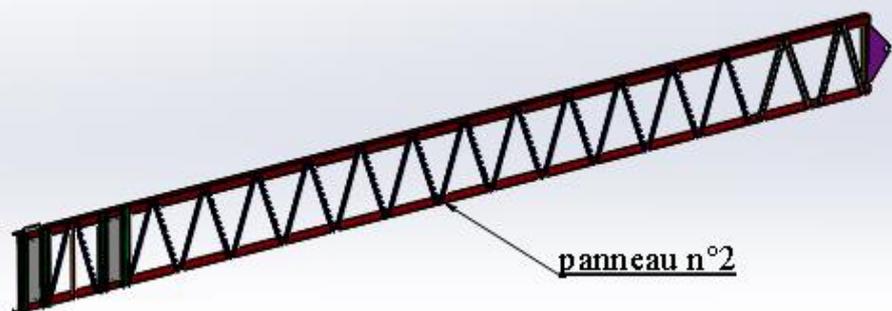


Phase	Description
30	<p><b><u>Préparation les deux (02) panneaux sur 1<sup>er</sup> gabarit</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b><u>1<sup>er</sup> panneau :</u></b></li> <li>- Positionner les deux (02) cornières principales pièce n°10(02) sur le 1<sup>er</sup> gabarit</li> <li>- Positionner et pointer sur les deux cornières les : pièce n°45(02), pièce n°54(01), préparation pièce n°23 et pièce n°24(01), préparation pièce n°23et pièce n°26, pièce n°25, pièce n°11(26), préparation pièce n°20et pièce n°17 (2), et pièce n°06(01).</li> </ul>

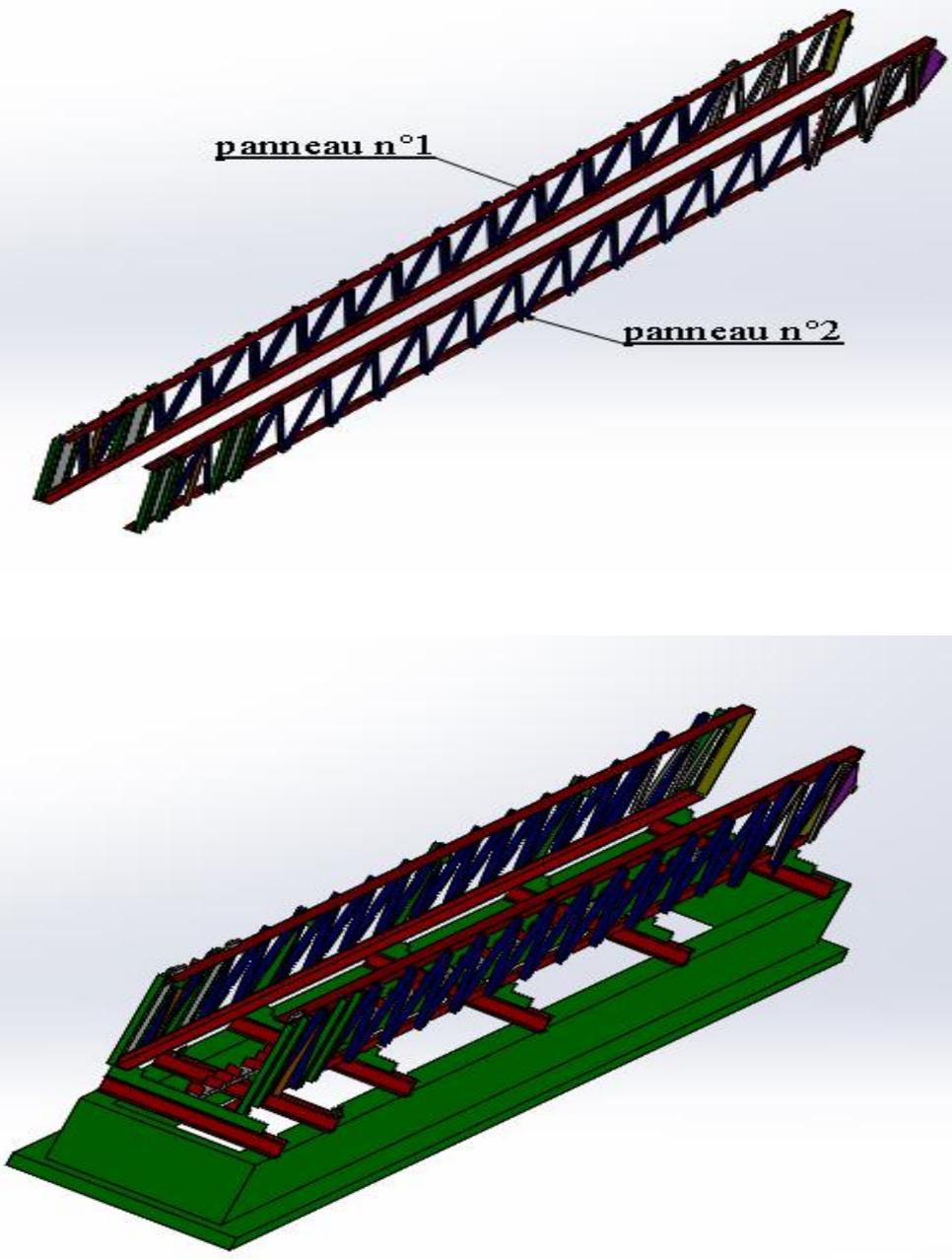


- **2<sup>ème</sup> panneau :**

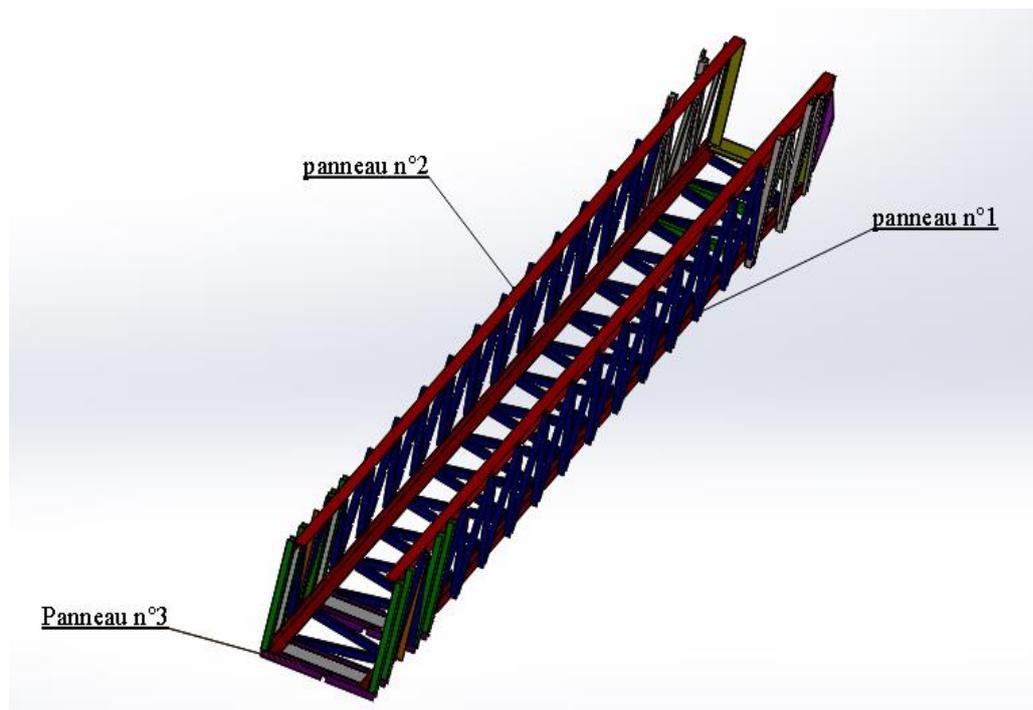
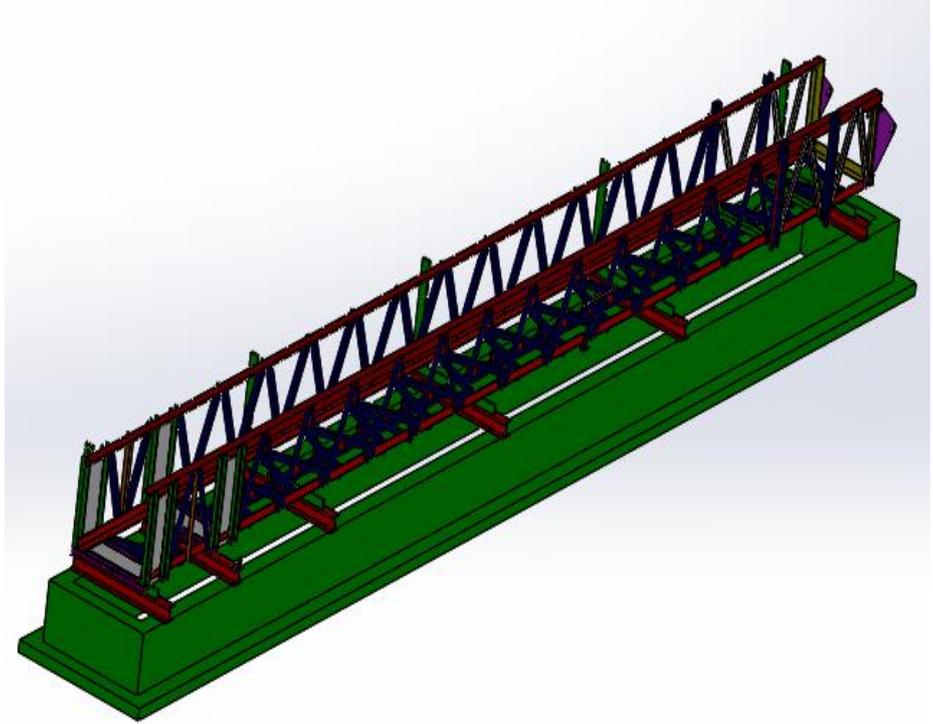
- Positionner les deux (02) cornières principales pièces n°60 (01) et pièce n° 61 (01) sur 1<sup>er</sup> gabarit
- Positionner et pointer sur les deux cornières les : pièce n°45(01),pièce n°54(01), préparation pièce n°23 et pièce n°26(01), préparation pièce n°23et pièce n°24 (01),pièce n°25(04),pièce n°11(28),pièce n°5(01),pièce n°58(04),préparation pièce n°17et pièce n°20(02),pièce n°06(01) et pièce n°09(03).

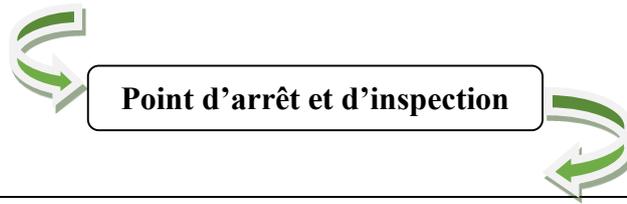


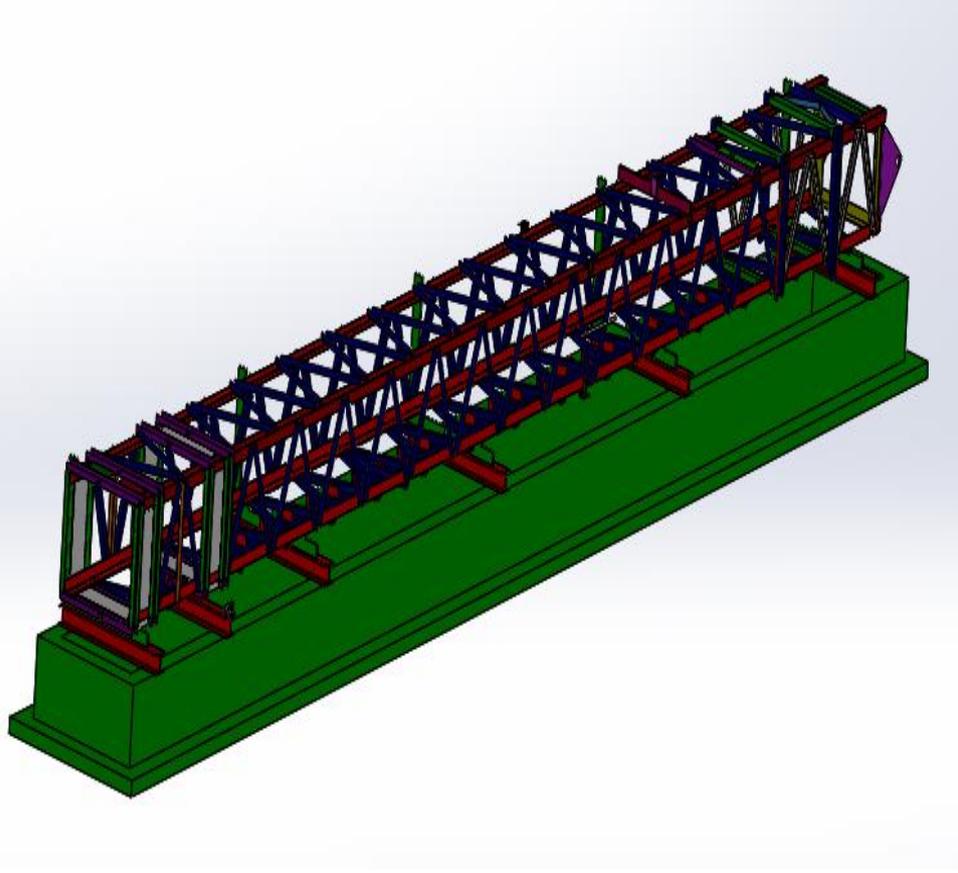
Point d'arrêt et d'inspection

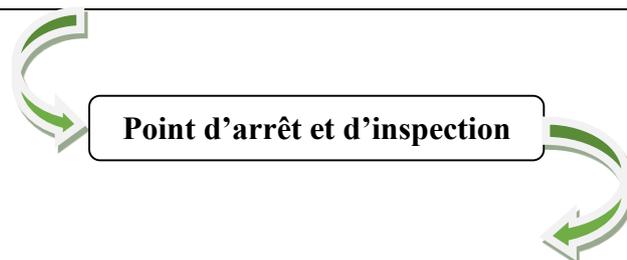
Phase	Description
40	<p data-bbox="391 376 1236 421"><b><u>Préparation les deux (02) panneaux sur 2<sup>ème</sup> gabarit</u></b></p> <ul data-bbox="438 443 1468 548" style="list-style-type: none"><li data-bbox="438 443 734 488">- <b><u>3<sup>ème</sup> panneau :</u></b></li><li data-bbox="438 510 1468 548">- Positionner les deux (02) panneaux sur le 2<sup>ème</sup> gabarit l'un en face de l'autre</li></ul> 

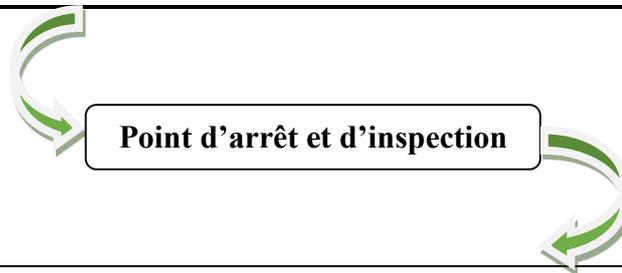
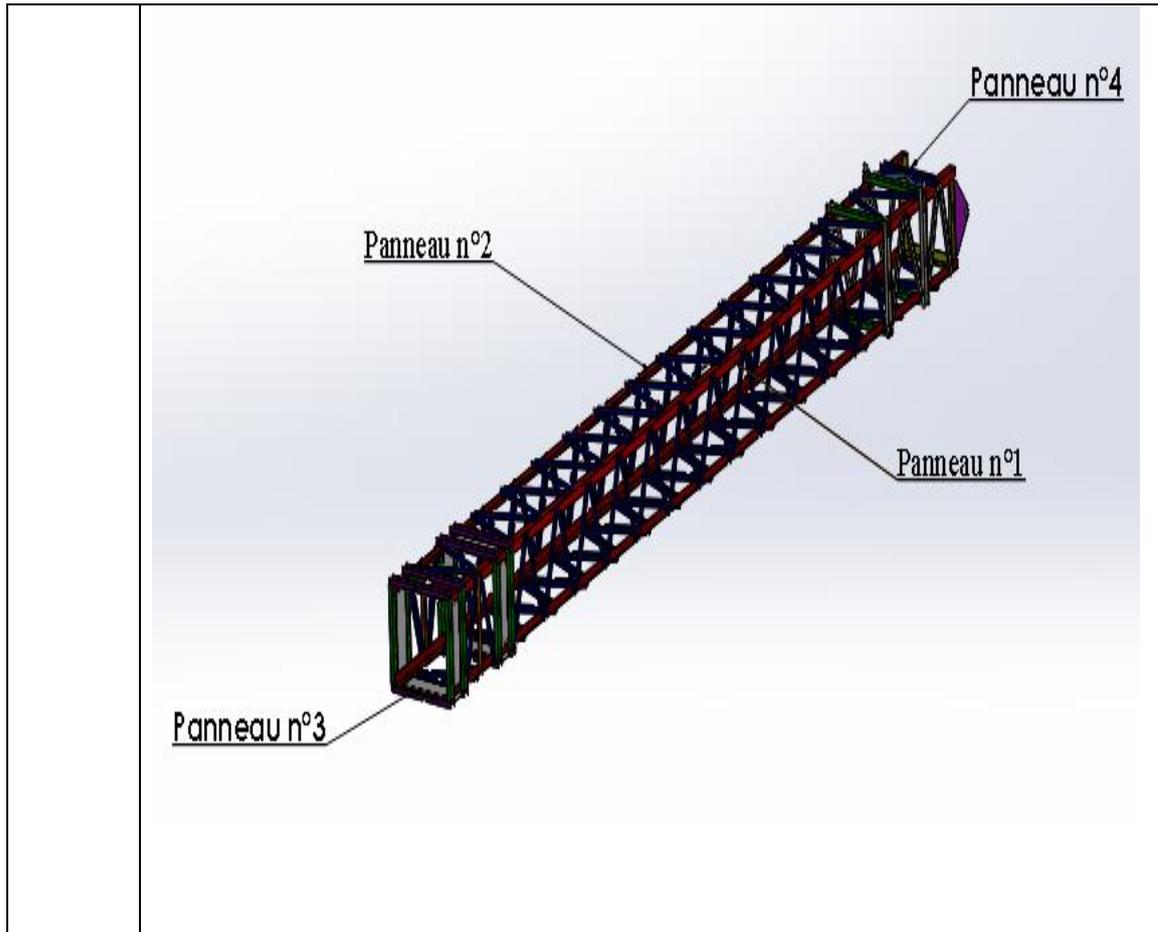
- Positionner et pointer pièce les : n°45(01), pièce n°11(30), pièce n°17(02), pièce n°18(04), pièce n°20(02) et pièce n°16(01).





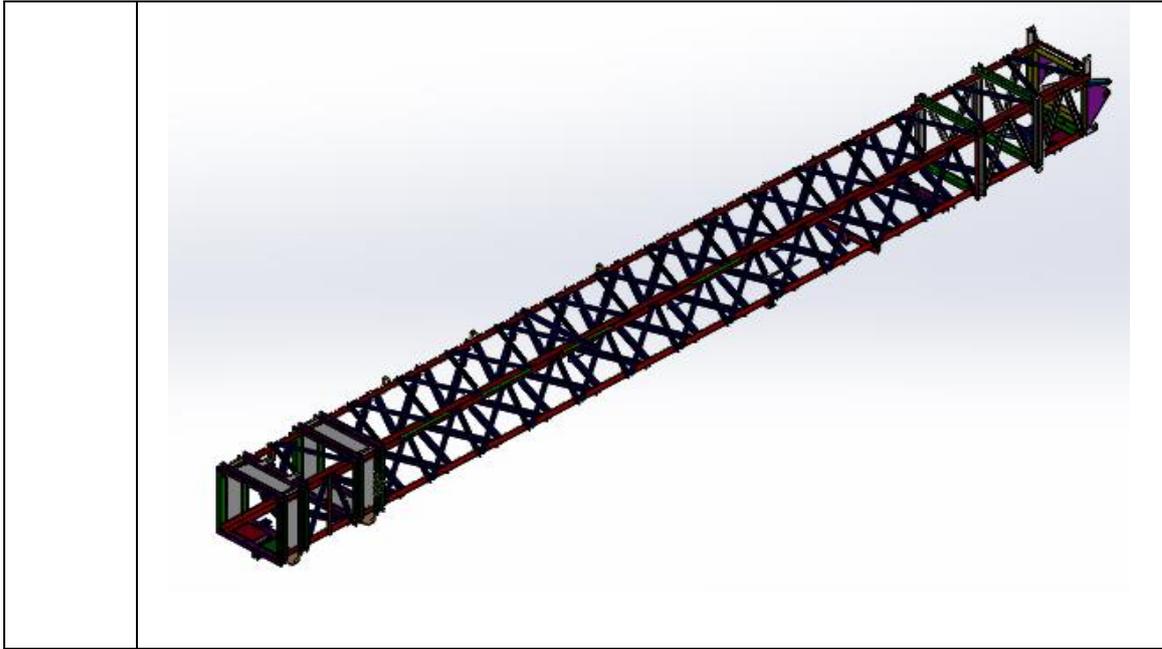
phase	Description
50	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nous inversons l'ensemble pour maintenir le dernier panneau</li> <li>- <b><u>4<sup>ème</sup> panneau :</u></b></li> <li>- Positionner et pointer sur la dernière façade les : pièce n°30(01), pièce n°17(02), pièce n°27(02), pièce n°11(26), préparation pièce n°57 S(03) et pièce n°57S(02), pièce n°18(04), pièce n°20(01), pièce n°12(01), pièce n°61(01).</li> </ul> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>





phase	Description
60	<p><b><u>La mise en volume</u></b></p> <p>Positionner et pointer les pièces suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Préparation pièce n°55, pièce n°45, pièce n°46 et pièce n°47.</li> <li>- Préparation pièce n°31, pièce n°63(1) et pièce 63(2).</li> <li>- pièce n°02 (04).</li> <li>- pièce n°03(03).</li> <li>- pièce n°04(02)</li> <li>- pièce n°07(01)</li> <li>- pièce n°08(02)</li> <li>- pièce n°13(06)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>- pièce n°14(04)</li><li>- pièce n°15(02)</li><li>- pièce n°17(04)</li><li>- pièce n°19(04)</li><li>- pièce n°20(02)</li><li>- pièce n°21(01)</li><li>- pièce n°22(02)</li><li>- pièce n°28(01)</li><li>- pièce n°29(02)</li><li>- pièce n°32(02)</li><li>- pièce n°33(02)</li><li>- pièce n°34(01)</li><li>- pièce n°35(01)</li><li>- pièce n°36(05)</li><li>- pièce n°37(01)</li><li>- pièce n°38(04)</li><li>- pièce n°39(02)</li><li>- pièce n°40(01)</li><li>- pièce n°41(02)</li><li>- pièce n°43(04)</li><li>- pièce n°44(02)</li><li>- pièce n°49(02)</li><li>- pièce n°50(01)</li><li>- pièce n°51(01)</li><li>- pièce n°52(02)</li><li>- pièce n°53(02)</li><li>- pièce n° 56(01)</li><li>- pièce n°59(01)</li></ul>
--	--



**Point d'arrêt et d'inspection**



Phase	Description
70	- Procéder à la soudure finale de l'ensemble



**Point d'arrêt et d'inspection finale**

# Chapitre IV : Gestion de projet

**IV.1 Introduction**

La performance de l'entreprise se construit selon deux dimensions, une dimension technologique et une dimension organisationnelle. L'organisation de la production doit être vue non seulement au niveau de l'entreprise elle-même, mais aussi au niveau de sa position au sein d'une chaîne logistique, dont elle constitue l'un des maillons conduisant ainsi à une entreprise globale et virtuelle qui doit être orientée vers la satisfaction des besoins des clients dans de meilleures conditions. Pour atteindre ces objectifs l'organisation repose en général sur la mise en œuvre d'un certain nombre de fonction parmi lesquelles la fonction planification et ordonnancement de la production.

Au sein d'entreprise FAGECO le département de fabrication prend la charge à gérer toutes opérations mécaniques qui s'exécutent.

**IV.2 Département de fabrication [1]**

Son rôle principal c'est l'exécution des opérations qui étaient lancées par le département planification. Il est constitué de quatre (04) sections :

**IV.2.1 Section débitage**

Avant les opérations de découpage, la première opération c'est le nettoyage de la matière première à l'aide d'une grenailleuse. Cette section est chargée par trois(03) opérations mécaniques :

- Sciage : scie circulaire.
- Cisailage : avec différentes cisailles.
- Oxycoupage et meulage : c'est le découpage au chalumeau à l'aide des croquis à l'échelle 1/1, et des programmes d'exécution.

**IV.2.2 Section mécanique**

Les trois (03) opérations d'usinages qui s'exécutent au niveau de cette section sont :

- Sciage et tournage : pour les ronds et les tubes avec un tour conventionnelle
- Perçage : à l'aide d'une perceuse.
- Fraisage : avec une fraiseuse conventionnelle.

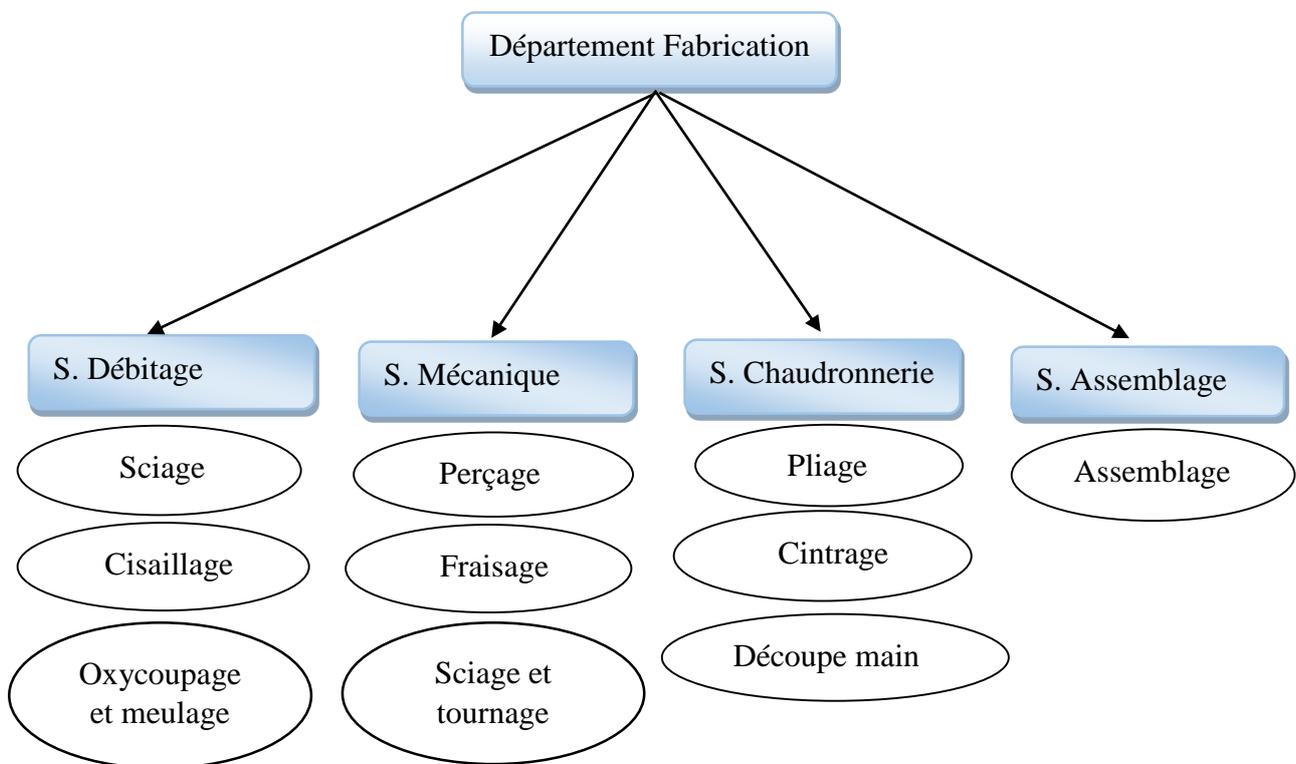
**IV.2.3 Section chaudronnerie**

Les trois (03) opérations réalisées par cette section sont :

- Le cintrage : pour les pièces cylindriques de grandes dimensions.
- Pliage : cette opération réalisée sur les plieuses.
- Découpe main

**IV.2.4 Section d'assemblage**

c'est la section ou se fait la mise en position des différentes pièces à l'aide des deux (02) gabarits proposés en 3<sup>ème</sup> chapitre, et fixer par pointage avant de passer à l'opération de soudage qui sert à raccorder les pièces assembler par des cordons de soudures.



**Figure IV.1** Organigramme de département de fabrication

Le tableau IV.1 présente des différentes destinations des pièces du mat extérieur

N° Pièce	Destination
Pièce n°02	(SCI -T) S.Mécanique ⇔ (CIT) S.chaudronnerie
Pièce n°03	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°04	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°05	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°06	(CIS)S.Débitage
Pièce n°07	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique ⇔ (PL) S.chaudronnerie
Pièce n°08	(CIS)S.Débitage
Pièce n°09	(SCI)S.Débitage ⇔ (PL) S.chaudronnerie
Pièce n°10	(CIS)S.Débitage
Pièce n°11	(CIS)S.Débitage
Pièce n°12	(CIS)S.Débitage
Pièce n°13	(CIS)S.Débitage
Pièce n°14	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°15	(SCI-T) S.mécanique
Pièce n°16	(CIS)S.Débitage
Pièce n°17	(SCI)S.Débitage
Pièce n°18	(SCI)S.Débitage ⇔ (P-F) S.mécanique
Pièce n°19	(CIS)S.Débitage
Pièce n°20	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°21	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°22	(SCI)S.Débitage
Pièce n°22(1)	(SCI)S.Débitage
Pièce n°22(2)	(SCI)S.Débitage
Pièce n°23	(SCI)S.Débitage
Pièce n°24	(CIS)S.Débitage
Pièce n°25	(SCI)S.Débitage
Pièce n°26	(OXY-ML)S.Débitage ⇔ (PL) S.chaudronnerie
Pièce n°27	(CIS)S.Débitage
Pièce n°28	(SCI)S.Débitage ⇔ (F) S.mécanique
Pièce n°29	(CIS)S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique

N° Pièce	Destination
Pièce n°30	(CIS)S.Débitage
Pièce n°31	(CIS) S.Débitage
Pièce n°32	(CIS) S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°33	(CIS) S.Débitage
Pièce n°34	(SCI) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°35	(CIS) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°36	(SCI) S.Débitage ⇔(P) S.mécanique
Pièce n°37	(CIS) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°38	(CIS) S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°39	(CIS) S.Débitage
Pièce n°40	(CIS) S.Débitage⇔(P) S.mécanique⇔(PL) S.chaudronnerie
Pièce n°41	(SCI-T) S.mécanique
Pièce n°42	(CIS) S.Débitage
Pièce n°43	(CIS) S.Débitage
Pièce n°44	(CIS) S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°45	(CIS) S.Débitage
Pièce n°46	(CIS) S.Débitage ⇔(DM) S.chaudronnerie⇔(P) S.mécanique
Pièce n°47	(CIS) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°49	(CIS) S.Débitage ⇔ (GR) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°50	(CIS) S.Débitage ⇔ (PL) S.chaudronnerie
Pièce n°51	(CIS) S.Débitage
Pièce n°52	(CIS) S.Débitage
Pièce n°53	(CIS) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°54	(OXY-ML) S.Débitage⇔(P) S.mécanique
Pièce n°55	(OXY-ML) S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique
Pièce n°56	(CIS) S.Débitage
Pièce n°57(1)	Sous assemblage
Pièce n°57(2)	(SCI) S.Débitage
Pièce n°57(3)	(CIS) S.Débitage
Pièce n°57(4)	(SCI-T)S.mécanique⇔(P) S.mécanique
Pièce n°57(5)	(CIS) S.Débitage
Pièce n°57(6)	(SCI) S.Débitage⇔(P) S.mécanique

N° Pièce	Destination
Pièce n°57(7)	Ecrou HU 16
Pièce n°57(8)	(SCI) S.Débitage
Pièce n°57(9)	(CIS) S.Débitage
Pièce n°57(10)	(CIS) S.Débitage ⇔ (F) S.mécanique ⇔ (PL) S.chaudronnerie
Pièce n°57(11)	(CIS) S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique ⇔ (PL) S.chaudronnerie
Pièce n°58	(SCI-T) S.mécanique
Pièce n°59	(SCI-T) S.mécanique
Pièce n°60+61	(SCI) S.Débitage ⇔ (GR) S.Débitage
Pièce n°62	(CIS) S.Débitage
Pièce n°63	AS1
Pièce n°63(1)	(CIS) S.Débitage
Pièce n°63(2)	(CIS) S.Débitage ⇔ (P) S.mécanique

Pièce n°	(Opération) Section de l'opération ⇔ (Opération-opération) Section des deux opérations
----------	--

### IV.3 Modélisation des programmes de planification

Pour évaluer notre gamme de fabrication, nous avons modélisé deux programmes de planification :

#### IV.3.1 Sous forme Excel

Pour un bon suivi et un gain de temps nous avons proposé la gestion de fabrication du mât par une base de données sous forme d'un fichier Excel qui se compose de deux parties.

Dans la première partie, nous avons intégré sous forme de lien hypertexte, pour chacune des pièces une indexation vers le dossier de mise en plan, les opérations à suivre et les temps d'exécutions. Comme montre la figure IV.2 suivante.

Pièce	N° Plan	Désignation	Mat.	Nbr	Tot	Opérations	Le temps a alloué (mn)		
	31966	Mât extérieur		1		AS-S-PT			
Pc02	12113	Rond 20 Lg 350	E24.2	4		SCI- T- CIT	19,20	24,48	38,28
Pc03		Plat 150x8 Lg 200	"	8		CIS-P	24	38,16	
Pc04		L 45x45x4 Lg 40	"	2		CIS-P	16	34	
Pc05		Plat 25x6 Lg 50				CIS-P	12,36	33	
Pc06		L 45x45x4 Lg 720				CIS	13,20		
Pc07		Tôle ép 3x60 Lg 146				CIS-P-PL	24,30	32,20	28
Pc08		Plat 16x4 Lg 40				CIS	12,24		
Pc09	32097	Rond 20 Lg 200	"	3		SCI-PL	17,40	31	

Figure IV.2 Indication de mise en plan

La deuxième partie représente un schéma descriptif du parcours des pièces au niveau de l'atelier avec une intégration d'un test logique qui permettra de savoir l'état d'avancement de différentes pièces comme le montre la figure IV.3 suivante.

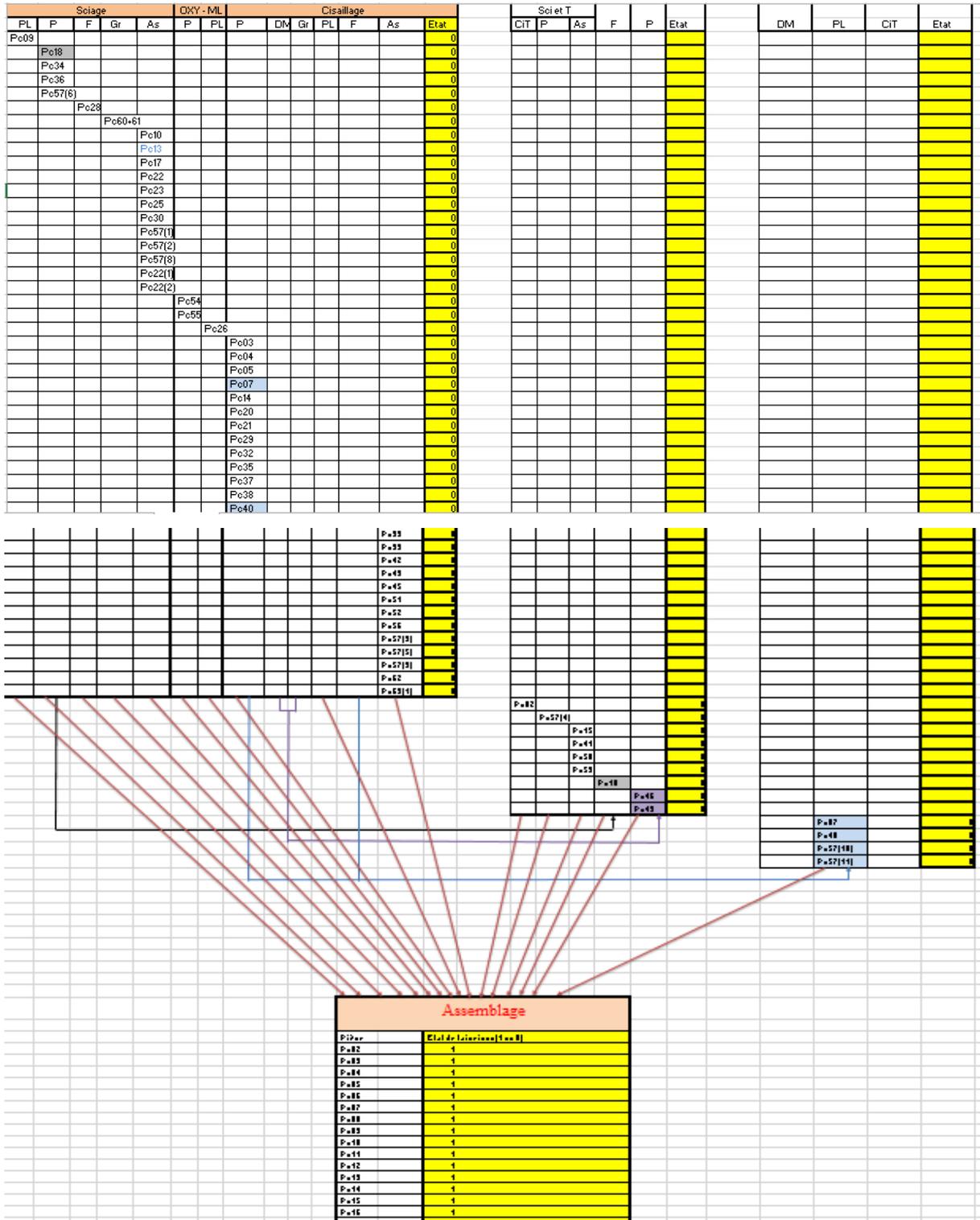


Figure IV.3 Schéma descriptif du parcours des pièces

### IV.3.2 Microsoft Project

#### IV.3.2.a Définition

Microsoft Project est un logiciel de la suite Microsoft Office. Il s'agit d'un logiciel de gestion de projet et plus précisément de gestion de planning de projet.

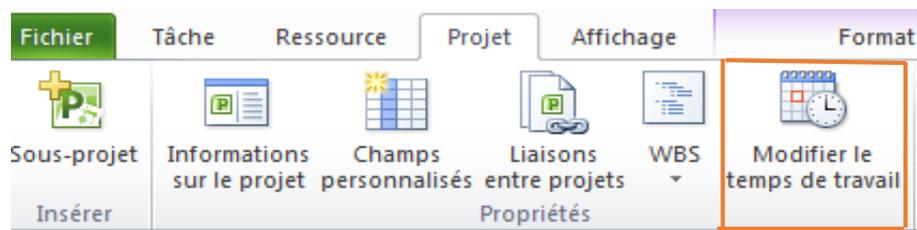
Grace à Microsoft Project, logiciel qui nous a permis de réaliser une étude pour dix mâts extérieurs, en intégrant les tâches et leurs temps d'exécutions, les jours chômés et la date de début, dans le but de déterminer le temps nécessaire pour la réalisation.

Pour diminuer le problème de disponibilité des ressources matérielles, nous avons intégré les nombres des machines pour chaque opération.

#### IV.3.2.b Préparation du projet

Il s'agit dans cette étape de définir le calendrier, les cadences de travail et la date du début du projet, pour l'entreprise FAGECO :

- La date du début du projet : 17 juin 2018.
- Le calendrier à créer est le suivant : 7h30 par jour de 8h à 12h et de 12 :30h à 16h.
- Les week-ends : vendredi et samedi
- les jours fériés de l'année 2018 sont : 01/01/18, 12/01/18, 01/05/18, 15/06/18, 16/06/18, 05/07/18, 22/08/18, 23/08/18, 12/09/18, comme le montre les figures IV.4 et IV.5 suivantes



**Figure IV.4** L'icône d'intégration des horaires de travail de l'entreprise

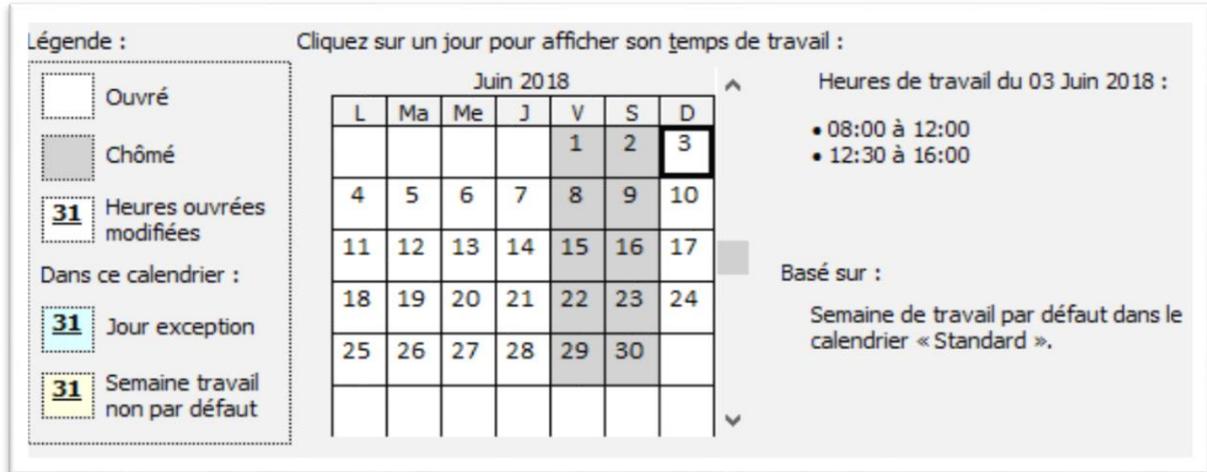


Figure IV.5 Intégration du temps du Travail de l’entreprise

**IV.3.2.c Ordre de déroulement du projet**

Dans notre projet, nous avons trois tâches récapitulatives elles sont intégrées via l’ongle << Tâche>> en cliquant sur l’icône << tâche récapitulative>>. Chaque ligne correspond à une tâche qui porte un numéro, un nom et une durée. Concernant la durée, il est possible d’indiquer les minutes, les heures et les jours comme le démontre la figure IV.6

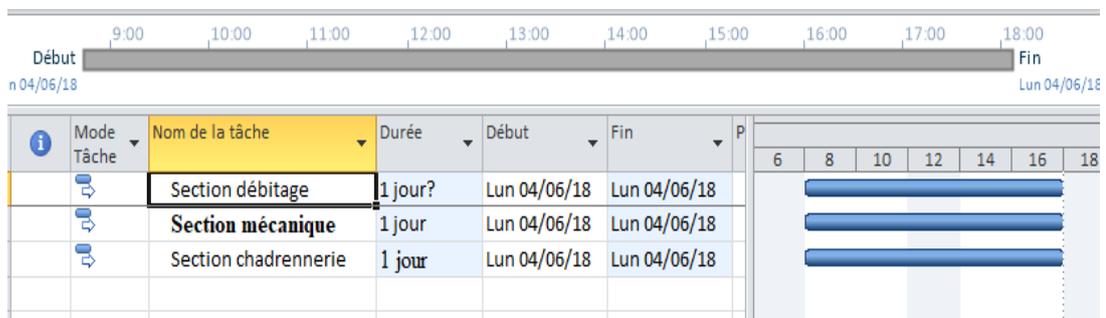


Figure IV.6 Insertion des tâches principales.

**IV.3.2.d Organiser les tâches en phase**

Nous avons inséré d’autres tâches en ligne, en cliquant sur le bouton droit de la souris « Insérer une tâche ». Pour rassembler les tâches sous une phase, les sélectionner et cliquer sur l’icône « Abaisser la tâche » voir figure IV.7.

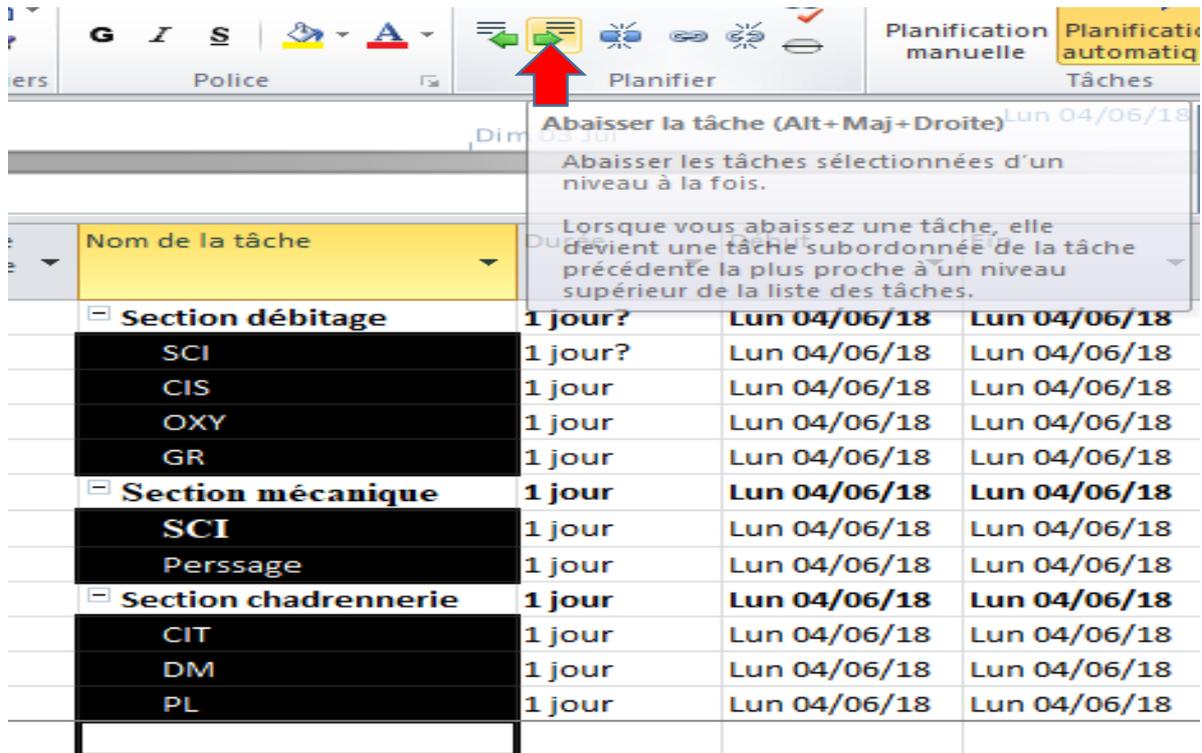


Figure IV.7 Abaisser les tâches d'un niveau

Même procédure pour les tâches de second ordre

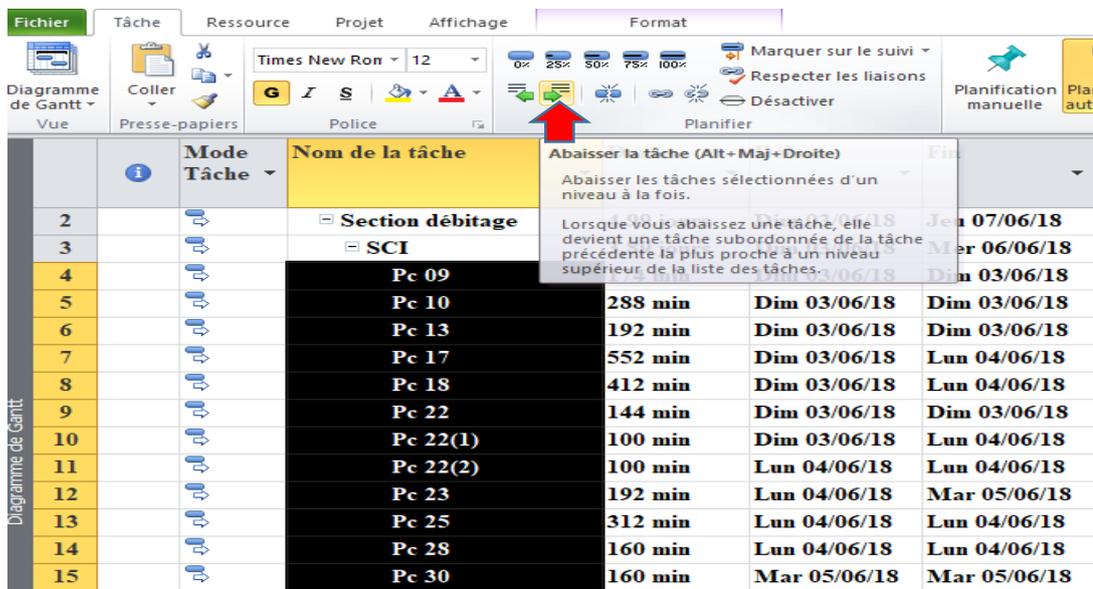


Figure IV.8 Abaisser les tâches d'un autre niveau

Nous pouvons mettre les prédécesseurs en utilisant les numéros de ligne de chaque tâche (uniquement les numéros de lignes, et non pas le nom des tâches). S'il y'a plusieurs

prédécesseurs, mettre des < ; >. Comme sur la figure IV.9

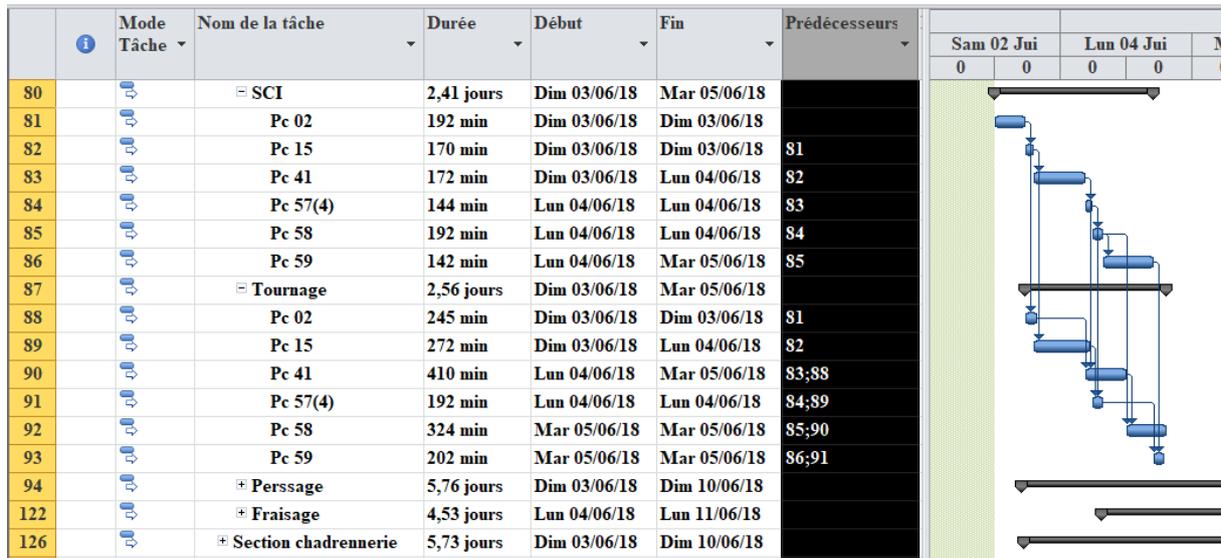


Figure IV.9 Insertion des prédécesseurs

IV.3.2.e Visualisation du chemin critique du projet

Microsoft Project permet de visualiser rapidement le chemin critique du projet via l'ongle <<Format>> en cochant <<tâches critiques>>. Les tâches de chemin critique apparaissent en rouge, les marches libres en noir, figure IV.10

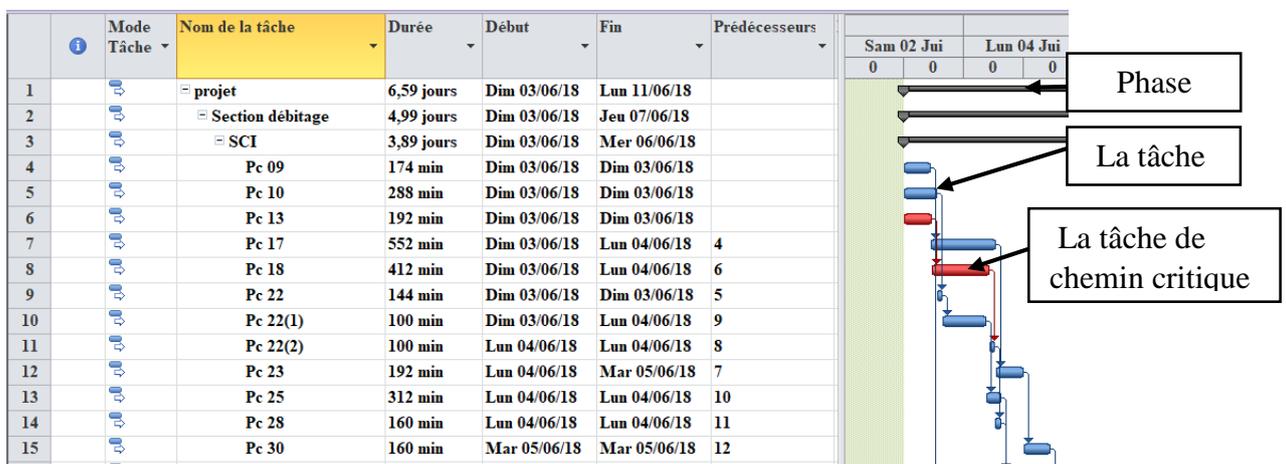


Figure IV.10 Chemin critique

IV.3.2.e Suivre l'avancement d'un projet

Une fois qu'un projet est rentré sur MS Project, il est possible d'assurer son suivi. Suivre le projet signifie que nous allons informer à un instant donné (une date) l'état d'avancement réel du projet. Ms Project sera alors capable de nous dire si le projet est dans les temps, en avance ou en retard par rapport à la planification initiale.

### IV.3.2.f La Gestion des ressources

Pour Microsoft Project, une ressource est une personne ou une machine travaillant sur une ou plusieurs tâches du projet. Il est possible de créer autant de ressources possibles et de leur affecter un temps de travail.

#### IV.3.2.f.1 Création des ressources

Dans l'onglet << Tâche >> puis l'icône déroulant dans << vue >> choisir <<Tableau des ressources >> comme elle est présentée dans la figure IV.11 suivante.

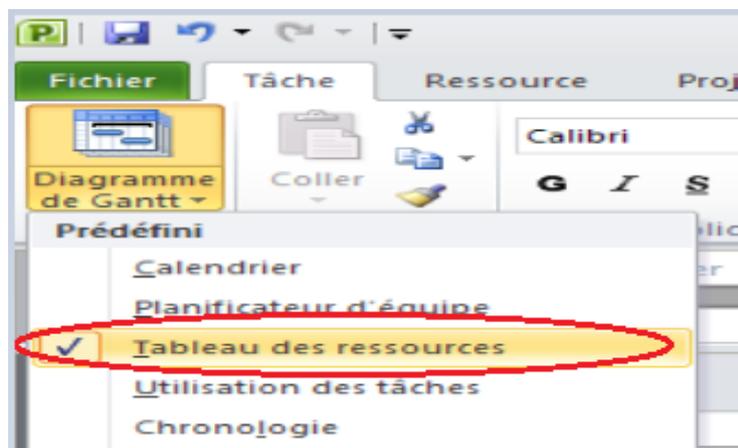


Figure IV.11 Affichage le tableau des ressources.

L'ensemble des ressources et de leurs informations s'affiche. Avec l'onglet << Ressources >>, il est possible d'ajouter des nouvelles ressources, voir les figures IV.12 et IV.13

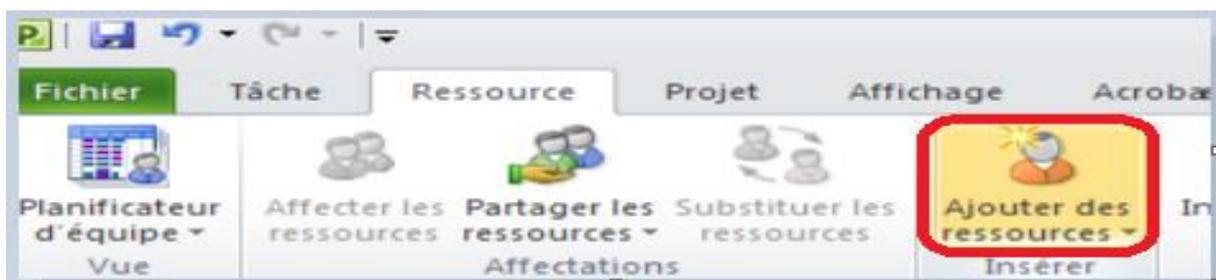


Figure IV.12 Ajouter des ressources.

		Nom de la ressource	Type	Étiquette Matériel	Initiales
1		Scie N° 1	Matériel		Sci
2		Scie N° 2	Matériel		Sci
3		Scie N° 3	Matériel		Sci
4		Scie N° 4	Matériel		Sci
5		Cisaille N°1	Matériel		Cis
6		Cisaille N° 2	Matériel		Cis
7		Cisaille N° 3	Matériel		Cis
8		Cisaille N°4	Matériel		Cis
9		Cisaille N°5	Matériel		Cis
10		Machine d'oxycoupage N°1	Matériel		OXY

Figure IV.13 Tableau des ressources.

### IV 3.2.f.2 Affecter les ressources aux tâches

Une fois les ressources créées, nous pouvons les affecter aux tâches dans le diagramme de Gantt, menu déroulant de << vue>> dans onglet <<Tâche>> en les sélectionnant dans la colonne des ressources voir figure IV.14

Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécesseurs	Noms ressources
[-] projet	6,59 jours	Dim 17/06/18	Lun 25/06/18		
[-] Section débitage	4,99 jours	Dim 17/06/18	Jeu 21/06/18		
[-] SCI	3,89 jours	Dim 17/06/18	Mer 20/06/18		
Pc 09	174 min	Dim 17/06/18	Dim 17/06/18		
Pc 10	288 min	Dim 17/06/18	Dim 17/06/18		
Pc 13	192 min	Dim 17/06/18	Dim 17/06/18		
Pc 17	552 min	Dim 17/06/18	Lun 18/06/18	4	
Pc 18	412 min	Dim 17/06/18	Lun 18/06/18	6	
Pc 22	144 min	Dim 17/06/18	Dim 17/06/18	5	
Pc 22(1)	100 min	Dim 17/06/18	Lun 18/06/18	9	
Pc 22(2)	100 min	Lun 18/06/18	Lun 18/06/18	8	
Pc 23	192 min	Lun 18/06/18	Mar 19/06/18	7	
Pc 25	312 min	Lun 18/06/18	Lun 18/06/18	10	
Pc 28	160 min	Lun 18/06/18	Lun 18/06/18	11	
<b>Pc 30</b>	<b>160 min</b>	<b>Mar 19/06/18</b>	<b>Mar 19/06/18</b>	<b>12</b>	
Pc 34	142 min	Lun 18/06/18	Mar 19/06/18	13	
Pc 36	240 min	Lun 18/06/18	Mar 19/06/18	14	
Pc 57(1)	132 min	Mar 19/06/18	Mar 19/06/18	15	

Trier de A à Z  
Trier de Z à A

Regrouper sur ce champ  
Aucun groupe

Effacer le filtre de Noms ressources

Filtres

- (Sélectionner tout)
- (vide)
- Cintreuse N° 1
- Cisaille N° 1
- Cisaille N° 2
- Cisaille N° 3
- Cisaille N° 4
- Cisaille N° 5
- Fraiseuse N° 1
- Fraiseuse N° 2
- Machine de grainage N° 1
- Machine de Meulage N°1
- Machine découpe main N°
- Machine d'oxycoupage N°1

OK Annuler

Figure IV.14 Affectation d'une ressource

## IV.3.2.g Discussions et résultats

La répartition et l'organisation ont abouti à la réalisation de ce premier diagramme de Gantt. Le diagramme de Gantt permet de visualiser dans le temps les diverses activités liées composant le projet. Il permet de représenter graphiquement l'avancement du projet.

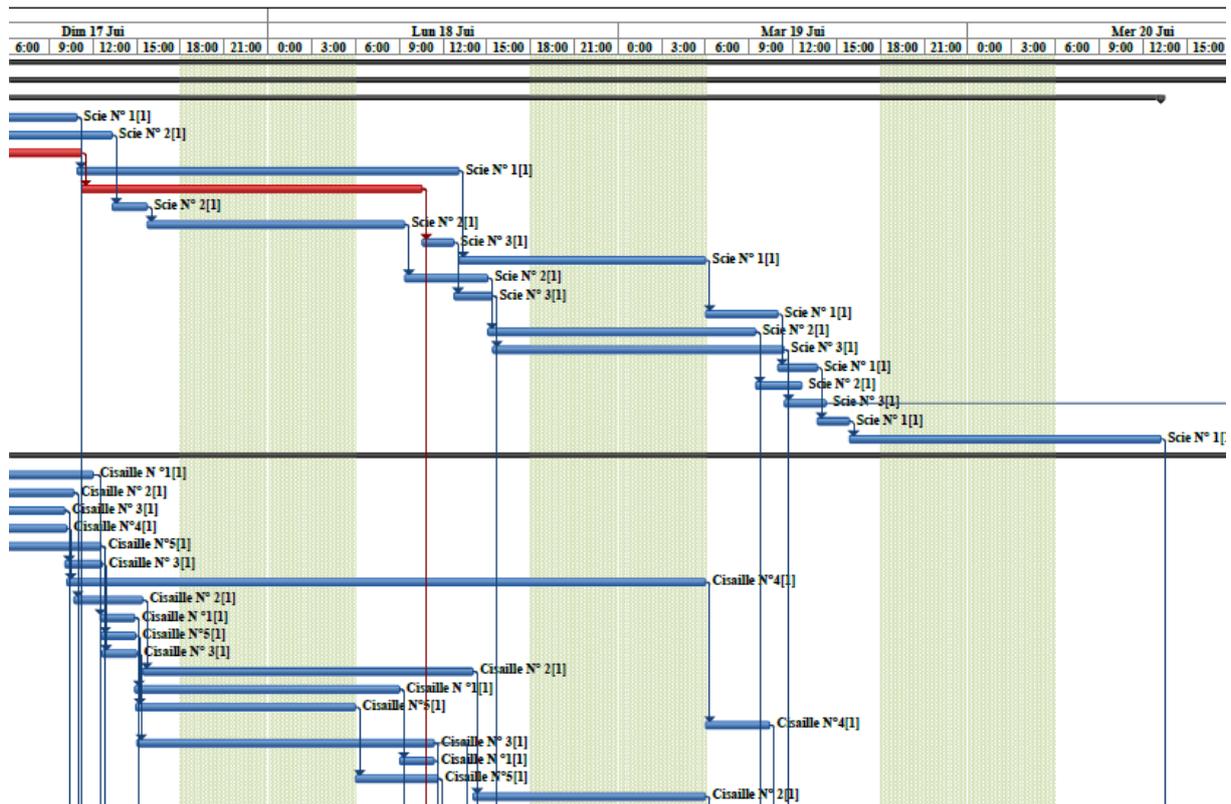


Figure IV.15 Aperçu du diagramme Gantt (Microsoft Project)

La durée d'exécution d'une tâche est matérialisée par une barre horizontale. Il est également fréquent de matérialiser par des flèches, les liens de dépendance entre les activités (la flèche relie la tâche précédente à la tâche suivante). Il est souvent complété en ligne par la liste des ressources affectées à chacune des activités ainsi que par divers indicateurs, fonction de la charge ou du délai, permettant d'en suivre l'avancement. Ce diagramme nous permet de déterminer :

- La durée de réalisation d'un projet : 6 jours et 4h.
- Dates de début et de fin de projet, exemple : 17/06/2018 jusqu'à 25/06/2018.
- Dates de début et de fin de tâche.
- Nom de la tâche.
- Identifiant de la tâche.

- Durée de la tâche.
- Progression de la tâche.
- Ressources affectées.
- Prédécesseurs.
- D'afficher le chemin critique.
- Visualiser l'état d'avancement du projet.
- Visualiser le travail de chaque ressource.

Conclusion générale

## Conclusion générale

Dans le secteur industriel qui nous impose des exigences de qualité et de rentabilité en temps opportun, nous devons être capables de raisonner méthodiquement, en prenant en considération tous les paramètres de fabrication des différentes pièces.

Dans notre étude, nous avons pu enrichir nos connaissances, dans le domaine de la fabrication mécano-soudé et faire ainsi la relation entre l'approche théorique et l'aspect pratique, ce qui nous a permis de comprendre le mode de fabrication du mât extérieur d'une grue type GMR-1020 et de faire sa conception.

Par rapport à la réalisation de ce dernier, nous avons proposé :

- Deux gabarits comme un moyen d'assemblage.
- Mise en plan de toutes les pièces constituant de la structure.
- Une carte de soudure (Welding Map)
- Utilisation du tableau Excel de Microsoft office, afin de mettre sous forme des tableaux pour chaque structure de l'entreprise (section débitage, section mécanique, section chaudronnerie, section assemblage) et un lien entre les différentes pièces du mât. Ce logiciel nous a permis aussi de mettre des liens hypertexte entre les plans de toutes les pièces de la structure.
- Pour la gestion du temps de production nous avons utilisé le logiciel Ms Project ce qui nous a facilité la déclaration du temps de production, temps du début et le temps de la fin de la production, et la chronologie de gestion de production. Ainsi nous a aidés à prédire une production du 10 mâts extérieur en 7 jours, le suivi et la planification.
- L'ensemble de nos contributions rendra la production du mât extérieur plus simple et plus claire afin de détecter les éventuels problèmes liés à la production, et d'améliorer la productivité de ce produit.

## Les références bibliographiques

## Les références

- [1] Documents internes de l'entreprise FAGECO consulté le 02/04/2018
- [2] JEAN-PIERRE AUGOYARD et Alain LECOQ. Grues de chantier Techniques de l'ingénieur. N° article AG7 010, novembre 1990.
- [3] <https://www.grutiers.net/technologie/l-entretien/>; consulté le 09/03/2018.
- [4] N. CHÉRIFI ; Doctorat de l'université Mohamed Khider – Biskra ; Effet du soudage par TIG sur l'aluminium industriel 1050A ; 15 avril 2015.
- [5] G .FILLIARD ; Doctorat de l'école nationale supérieur d'arts et métiers ; Contribution à la qualification du procédé industriel de soudo-brasage laser acier aluminium à grande vitesse ; 17 novembre 2016.
- [6] H. DAOUI ; Mémoire de Magister de l'université Kasdi Merbah- Ouargla; Contribution à l'étude du comportement fluide de plasma lors de l'interaction des torches à plasma avec les métaux; 25 /11 /2008.
- [7] K. Ramachandran ; 3D modelling of plasma-particle interactions in a plasma jet under dense loading conditions ; J. Phys. D : Appl. Phys. 435, pp298-306 ; 2003.
- [8] L. Ducros ; Le soudage manuel a l'arc électrique ; Ed J.-B. BAILLIERE ET FILS
- [9] BELAMRI. A (2007). Caracterisation microstructurale et mecanique de deux types de joints soudés: Cas de l'elaboration de la liaison bimetallique acier Z120M12/Acier E36 utilisée par l'unité grue de Bejaia pour les pelles de retrochargeurs et godets d'excavation, Université Abderrahmane Mira de Béjaia.
- [10] G. Beranger, G. Sanz. “ Livre de l'acier “, Ed. SOLLAC, 1996,
- [11] H. Boukef ben Othman ; Sur l'ordonnancement d'ateliers job-shop flexibles et flow-shop en industries pharmaceutiques optimisation par algorithmes génétiques et essais particuliers; Doctorat de l'école central de Lille ; juillet 2009.

Les annexes

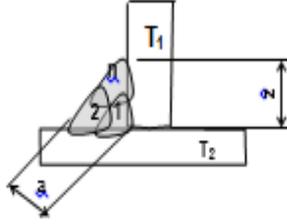
## Annexe 01

DMOS PREVUS POUR LE SOUDAGE EN ATELIER						
DMOS	TYPE DE JOINT/ SOUDURE	APPLICABLE			CROQUIS	SYMB
		Procédé	T mm	Acier		
<i>135 P BW 01</i>	tôles soudées bout à bout à pleine pénétration des deux cotés	135 MAG	≤ 12	ACIER DU GROUPE 1 CEN ISO / TR 15608 (S 235 S275) EN 10025		×
<i>135 P BW 02</i>	tôles soudées bout à bout à pleine pénétration d'un seul coté		≤ 12			✓
<i>135 P BW 03</i>	assemblage de tôles en T soudées à pleine pénétration sur un coté		≤ 10			✓
<i>135 P BW 04</i>	assemblage de tôles en T soudées à pleine pénétration des deux cotés		≤ 12			K
<i>135 P BW 05</i>	assemblage en angle extérieur soudés à pleine pénétration d'1 coté		≤ 4			✓
<i>135 PBW 06</i>	Assemblage bout à bout soudure à pénétration partielle		≤ 4			Y
<i>135 T BW 01</i>	assemblage bout à bout de tubes soudés à pleine pénétration		≤ 12			✓
<i>135 P FW 01</i>	assemblage en T à recouvrement et en angle extérieur (soudure d'angle)		toutes			△
<i>135 T FW 01</i>	piquage posé de tube sur tôle (soudure circulaire)		toutes			△
<i>135 T FW 02</i>	piquage posé de tube sur tube (soudure elliptique)		≤ 12			△

## Annexe 02

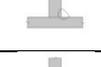
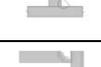
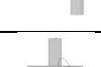
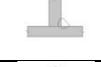
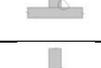
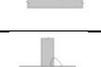
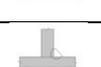
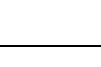
	<b>DESCRIPTIF DE MODE OPERATOIRE</b> <b>Welding Procedure Specification</b>	<b>DMOS (WPS) N°:</b> <i>FAG/PFW 01</i>
		<b>QMOS (PQR) support :</b> <i>SO /FAG /135 PBFW01</i>

<b>Procédé</b>	<i>semi-automatique (MAG)</i> (135 EN ISO 4063)	Types de composants  Divers /ensemble de constructions métalliques et mécano-soudées
<b>Matériau de base</b>	Gr 1 ISO 15608	
<b>Métal d'apport</b>	G38I ISO 14341-A (ER 70S6 AWS 5.18)	
<b>Gaz de protection</b>	CO <sub>2</sub>	

PREPARATION DES PIECES		SCHEMA
T épais. mm (T1 ≥ T2)	4 à 50 mm	
Position de soudage	Toutes sauf verticale descendante	
Mono ou multi-passes	multi passes sans balayage	
à gorge mm	Selon plan ( $a \approx 0,7 T_{1 \min}$ )	
Z coté du cordon mm	Selon plan, $Z \approx a\sqrt{2}$	
Méthode de préparation	Oxycoupage et meulage	
Fixation	Par pointage	
Meulage et brossage	Entre passes et reprises	
Autres remarques	Le nombre de passes dépend de la hauteur de la gorge requise selon plan	

PARAMETRES ELECTRIQUES									
Passe N°	Fil AWS	Ø Fil (mm)	Polarité	Intensité A	Tension V	Vitesse (cm/min)	Débit gaz l / min	Mode de transfert	OBS
1	ER 70 S6	1 ; 1.2	DC EP	120 -160	20 -25	18 à 25	18 à 20	GG	Passes superposées
2 à n	ER 70 S-6	1.2	DC EP	150-280	24-28	25 à 32	18 à 20	GG / PA	
Brosser et contrôler visuellement entre les autres passes ; ajuster les paramètres de soudage après chaque couche pour obtenir la géométrie du joint requise. Veiller au respect des cotes symétrie et géométrie du joint									

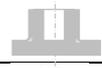
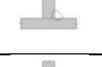
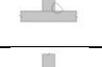
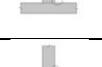
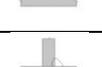
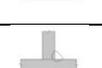
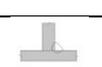
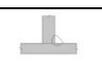
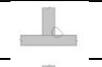
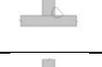
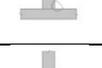
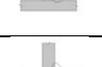
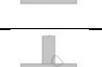
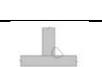
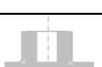
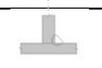
### Annexe 03

Rep soudure	Type d'assemblage		Type de soudure	Epaisseur			procédure	DMOS
	Syb	Croquis		T1	T2	T3		
S41-54	FW			10	12	/	MAG	135 T FW01
S54-45	FW			12	8	/	MAG	135 P FW01
S28-53	FW			5	14	/	MAG	135 P FW01
S10-25-60	FW			8	5	8	MAG	135 P FW01
S23-26	BW			8	14	/	MAG	135 P BW05
S10-23-60	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S23-24	BW			8	15	/	MAG	135 P BW05
S10-11-60	FW			8	4	8	MAG	135 P FW01
S33-60	FW			10	8	/	MAG	135 P FW01
S2-10	FW			20	8	/	MAG	135 P FW01
S10-17-60	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S17-20	FW			8	5	/	MAG	135 P FW01
S10-17-60	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S6-10-60	FW			4	8	8	MAG	135 P FW01
S52-53	FW			8	14	/	MAG	135 P FW01

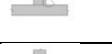
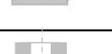
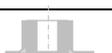
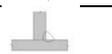
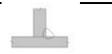
## Annexe 04

Rep soudure	Type d'assemblage		Type de soudure	Epaisseur			procédure	DMOS
	Syb	Croquis		T1	T2	T3		
S41-54	FW			10	12	/	MAG	135 T FW01
S39-54	FW			12	12	/	MAG	135 P FW01
S40-45	FW			20	8	/	MAG	135 P FW01
S39-40	FW			12	8	/	MAG	135 P FW01
S45-53	FW			8	14	/	MAG	135 P FW01
S44-61	FW			20	8	/	MAG	135 P FW01
S10-25-61	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S23-26	BW			8	14	/	MAG	135 P BW05
S10-23-61	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S23-24	BW			8	15	/	MAG	135 P BW05
S23-59	FW			8	2.35	/	MAG	135 P FW01
S10-11-61	FW			8	4	8	MAG	135 P FW01
S05-11	FW			6	4	/	MAG	135 P FW01
S10-58	FW			8	2.65	/	MAG	135 P BW05
S10-17-61	FW			8	8	8	MAG	135 T FW01
S9-17-20	FW			20	8	5	MAG	135 T FW01
S10-20-61	FW			8	5	8	MAG	135 P FW01
S17-20	FW			8	5	/	MAG	135 P FW01
S06-10-61	FW			4	8	8	MAG	135 P FW01

## Annexe 05

Rep soudure	Type d'assemblage		Type de soudure	Epaisseur			procédure	DMOS
	Syb	Croquis		T1	T2	T3		
S41-42	FW			10	8	/	MAG	135 T FW01
S42-43	FW			8	10	/	MAG	135 P FW01
S43-54	FW			10	12	/	MAG	135 P FW01
S10-45-10	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S10-49	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S49-51	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S50-51	FW			10	10	/	MAG	135 P FW01
S29-45	FW			8	12	/	MAG	135 P FW01
S10-11-10	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S10-17-10	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S10-16-10	FW			8	20	8	MAG	135 P FW01
S15-16	FW			2.65	20	/	MAG	135 P FW01
S10-18-10	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S18-20	FW			8	5	/	MAG	135 P FW01
S10-20-10	FW			8	5	8	MAG	135 P FW01
S10-19	FW			8	20	/	MAG	135 P FW01
S14-36	FW			8	2.65	/	MAG	135 T FW01
S38-18	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01

## Annexe 06

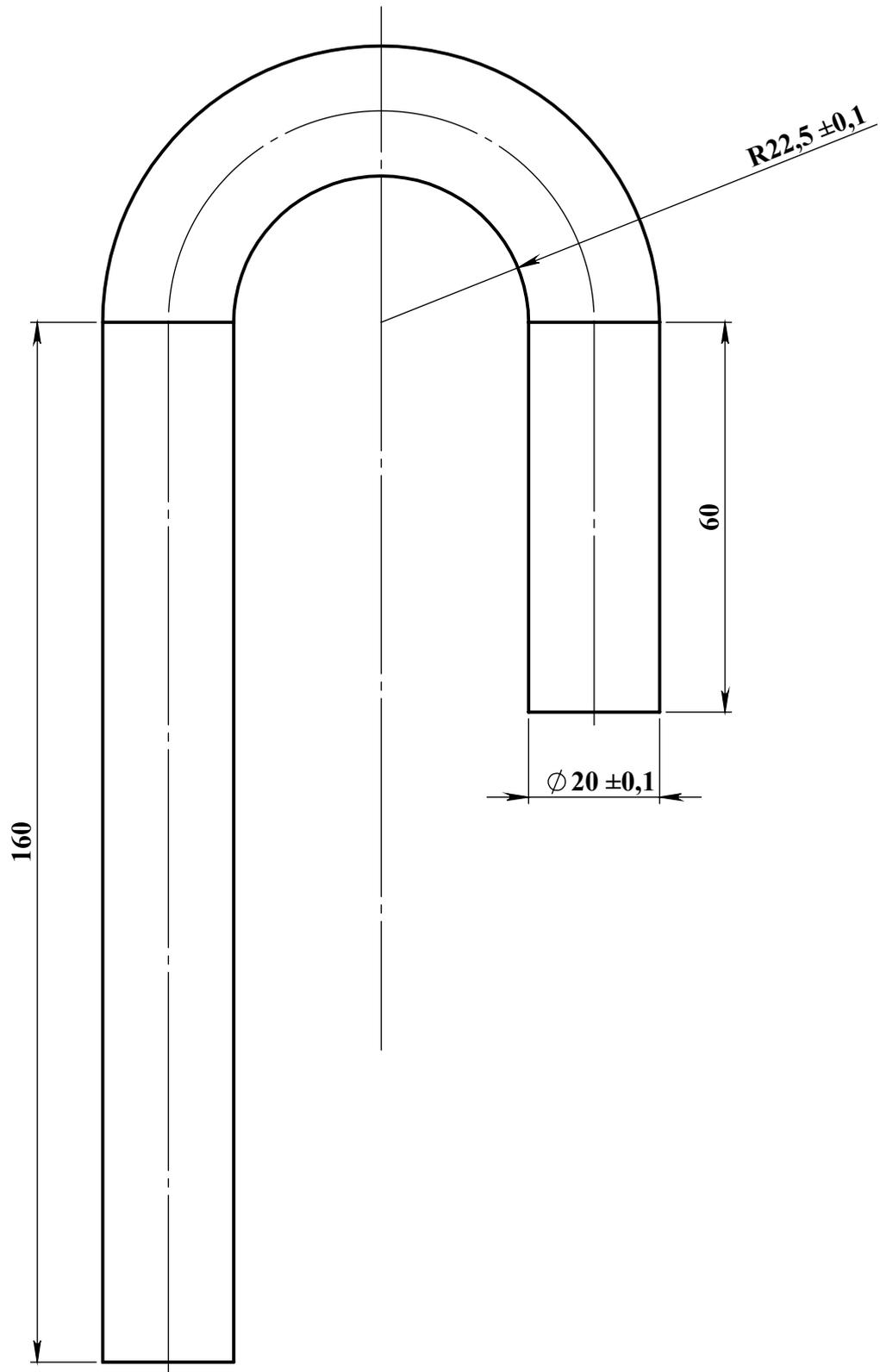
Rep soudure	Type d'assemblage		Type de soudure	Epaisseur			procédure	DMOS
	Syb	Croquis		T1	T2	T3		
S44-46	FW			20	8	/	MAG	135 P FW01
S55-46-47	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S45-46	BW			8	8	/	MAG	135 T BW 01
S46-47	BW			8	8	/	MAG	135 T BW 01
S55-30	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S27-30	FW			20	8	/	MAG	135 P FW01
S17-27	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S60-17-61	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S60-11-61	FW			8	4	8	MAG	135 P FW01
S57(2)-60-61	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S57(3)-57(2)	FW			10	8	/	MAG	135 P FW01
S57(1)-57(3)	FW			2	10	/	MAG	135 T FW01
S57(10)-57(2)	FW			3	8	/	MAG	135 P FW01
S57(8)-57(2)	FW			2	8	/	MAG	135 T FW01
S57(10)-57(11)	FW			3	10	/	MAG	135 P FW01
S63(1)-63(2)	FW			20	10	/	MAG	135 P FW01
S63(1)-60	FW			20	8	/	MAG	135 P FW01
S63(1)-31	FW			20	10	/	MAG	135 P FW01
S11-13	FW			4	2	/	MAG	135 T FW01
S60-18-61	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S20-18	FW			8	5	/	MAG	135 P FW01
S60-20-61	FW			8	5	8	MAG	135 P FW01

Suite annexe 06

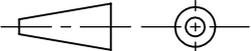
Rep soudure	Type d'assemblage		Type de soudure	Epaisseur			procédure	DMOS
	Syb	Croquis		T1	T2	T3		
S3-60	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S8-3	FW			4	8	/	MAG	135 P FW01
S7-60	FW			3	8	/	MAG	135 P FW01
S14-36	FW			8	2.65	/	MAG	135 T FW01
S14-18	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S3-10	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S3-4	FW			8	4	/	MAG	135 P FW01
S21-62	FW			8	5	/	MAG	135 P FW01
S34-21	FW			2.65	8	/	MAG	135 T FW01
S21-18	FW			8	8	/	MAG	135 P FW01
S18-35-18	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S18-37-18	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01
S37-36	FW			8	2.65	/	MAG	135 T FW01
18-12-18	FW			8	8	8	MAG	135 P FW01

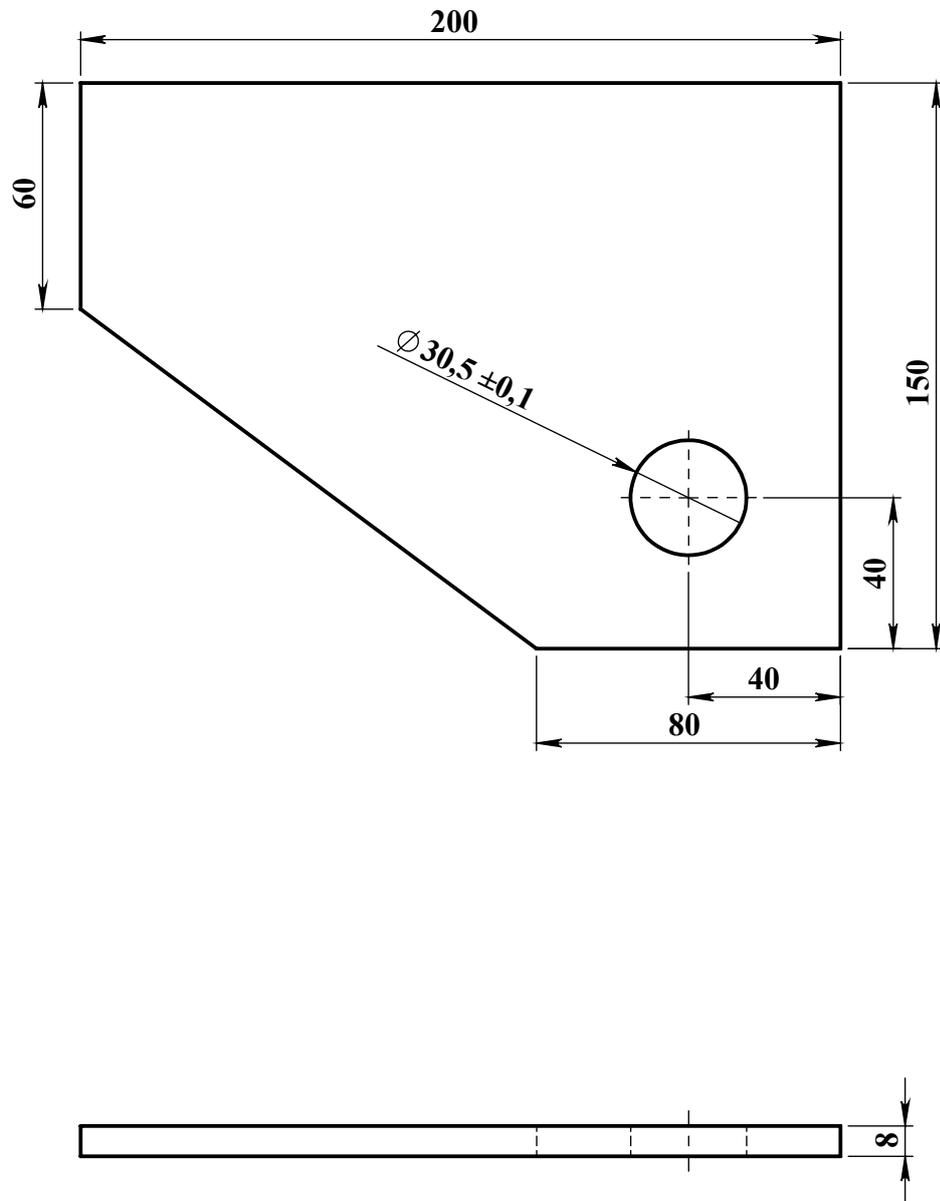
## Annexe 07

Machines	
Scie n°1	Pc9, Pc17, Pc23, Pc30, Pc57(1), Pc57(8), Pc60+61
Scie n°2	Pc10, Pc22, Pc22(1), Pc25, Pc34, Pc57(2)
Scie n°3	Pc13, Pc18, Pc22(2), Pc28, Pc36, Pc57(6)
Scie n°4	Pc2, Pc15, Pc41, Pc57(4), Pc58, Pc59
Cisaille n°1	Pc3, Pc14, Pc21, Pc31, Pc38, Pc44, Pc49, Pc56, Pc57(11)
Cisaille n°2	Pc4, Pc12, Pc20, Pc33, Pc40, Pc46, Pc52, Pc57(9), Pc63(2)
Cisaille n°3	Pc5, Pc8, Pc19, Pc29, Pc37, Pc43, Pc50, Pc57(3), Pc62
Cisaille n°4	Pc6, Pc11, Pc27, Pc35, Pc42, Pc47, Pc53, Pc57(10)
Cisaille n°5	Pc7, Pc16, Pc24, Pc32, Pc39, Pc45, Pc51, Pc57(5), Pc63(1)
Machine d'oxycoupage n°1	Pc26, Pc54, Pc55
Machine de meulage n°1	Pc26, Pc54, Pc55
Machine de grainage n°1	Pc49, Pc60+61
Tour n°1	Pc02, Pc41, Pc58
Tour n°2	Pc15, Pc57(4), Pc59
Perceuse n°1	Pc3, Pc32, Pc35, Pc46, Pc57(4)
Perceuse n°2	Pc4, Pc21, Pc34, Pc40, Pc53, Pc57(11)
Perceuse n°3	Pc5, Pc20, Pc37, Pc47, Pc55
Perceuse n°4	Pc7, Pc18, Pc38, Pc49, Pc57(6)
Perceuse n°5	Pc14, Pc21, Pc36, Pc44, Pc54, Pc63(2), Pc29
Fraiseuse n°1	Pc 18
Fraiseuse n°2	Pc28, Pc57(10)
Cintreuse n°1	Pc2
Machine découpe main n°1	Pc46
Plieuse n°1	Pc9, Pc7, Pc40, Pc57(11)
Plieuse n°2	Pc26, Pc50, Pc57(10)

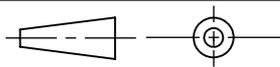


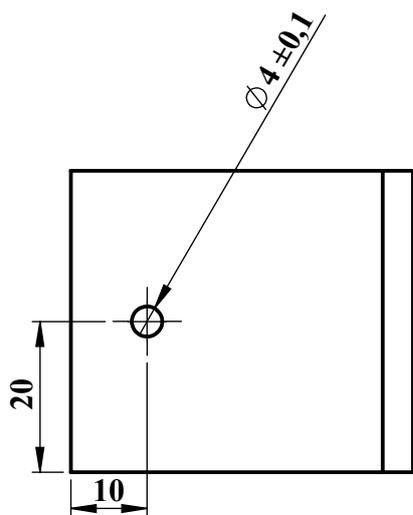
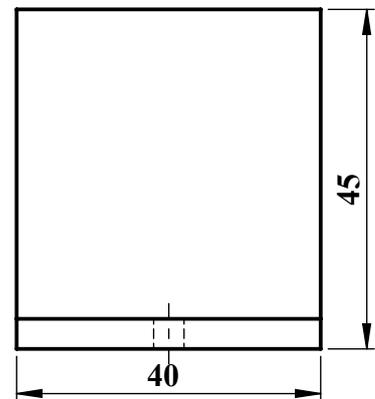
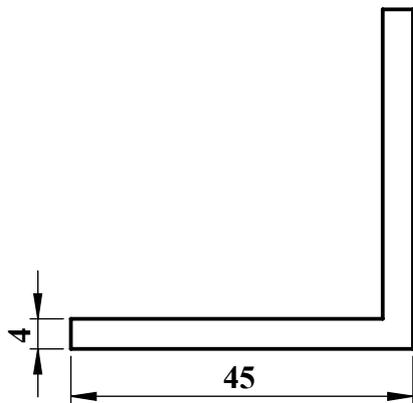
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	N° plan : 12113 pièce : N° 2	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

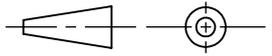


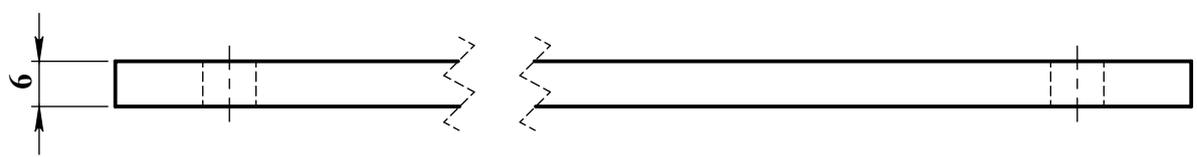
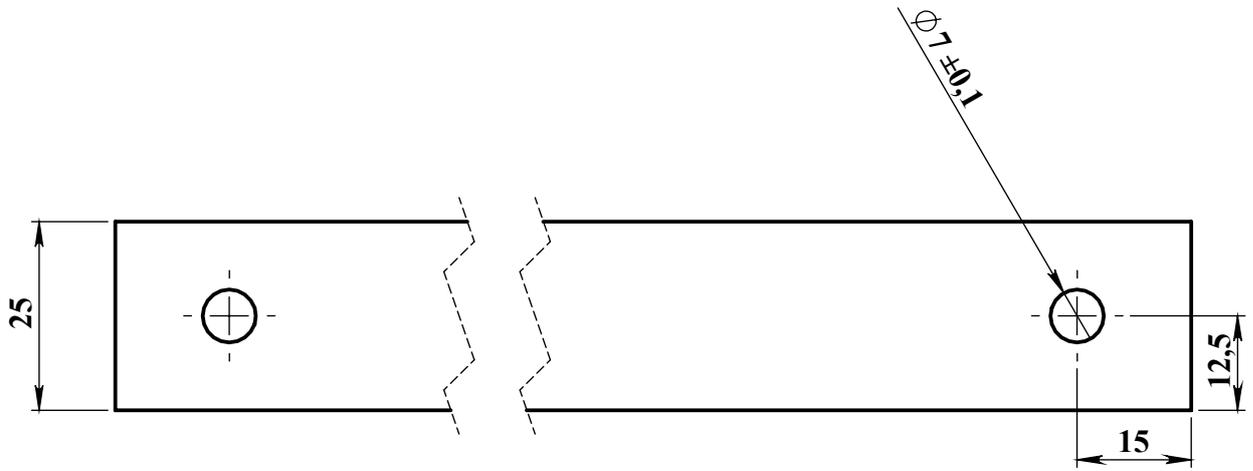
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 3	
Echelle: 1: 1	Matériaux E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

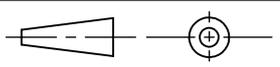


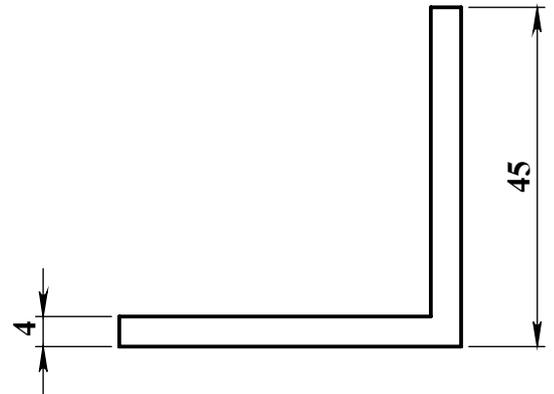
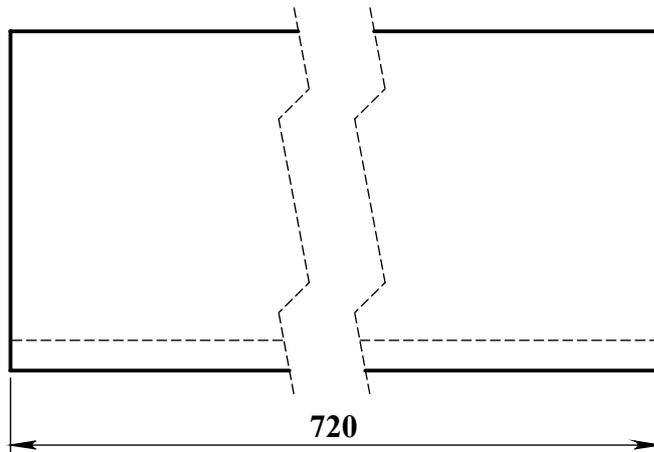
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°4	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

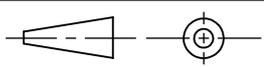


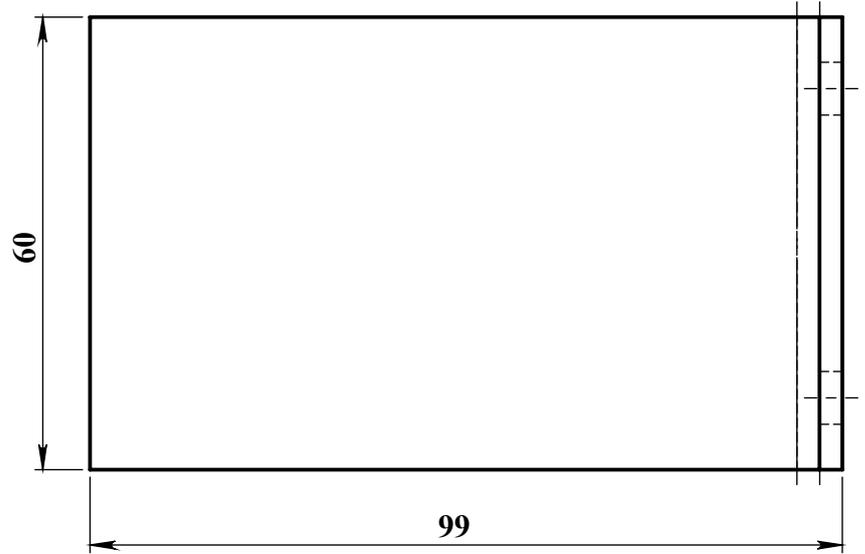
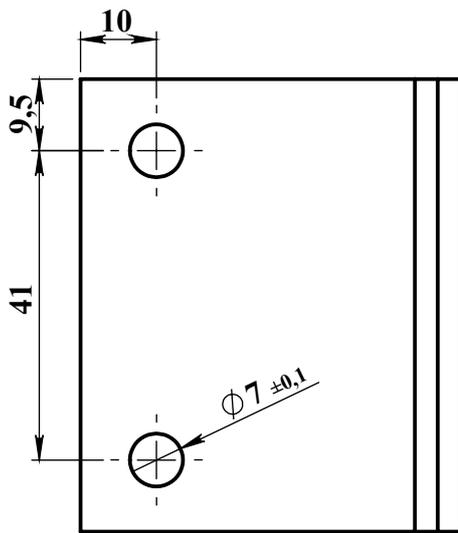
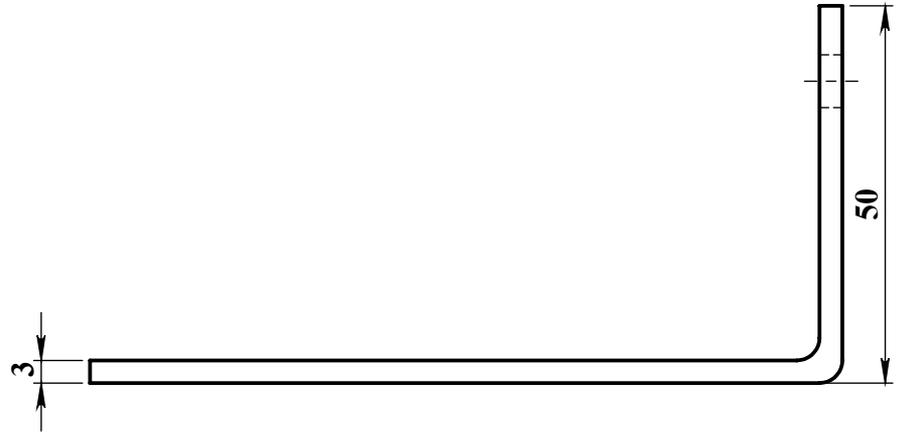
Tolérance générale : ±0.5

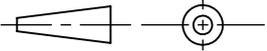
ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°5	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

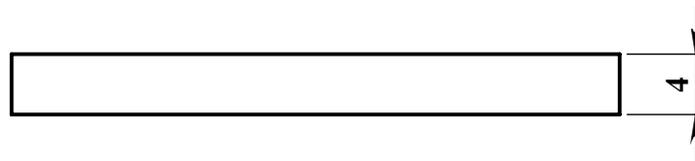
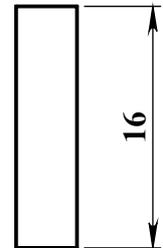
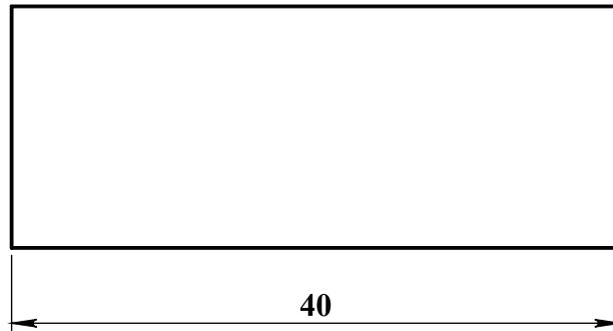


Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°6	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

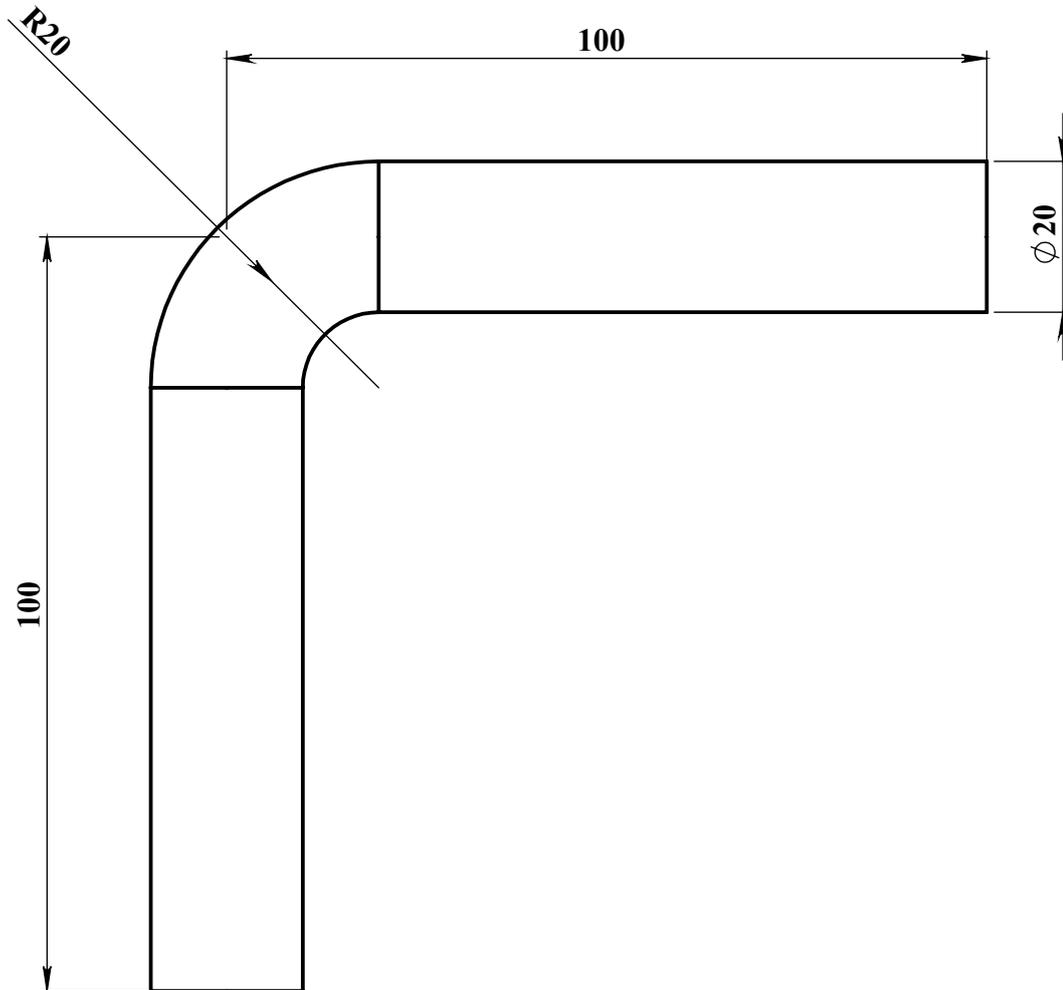


ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°7	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:13/06/2018	

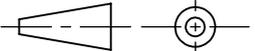


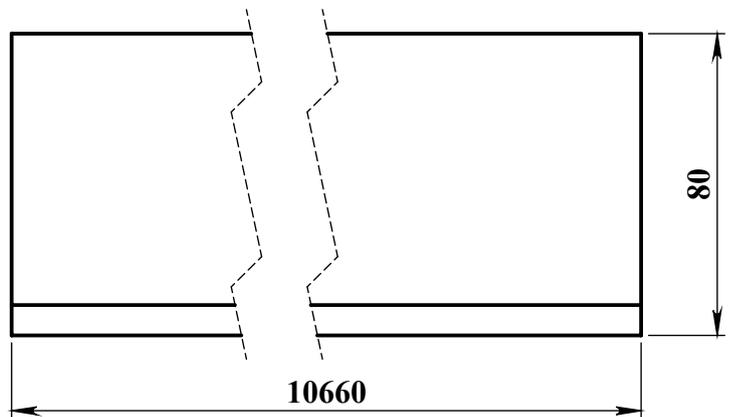
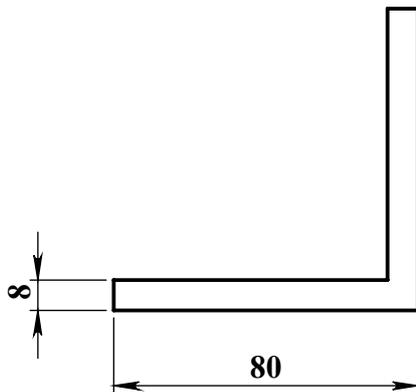
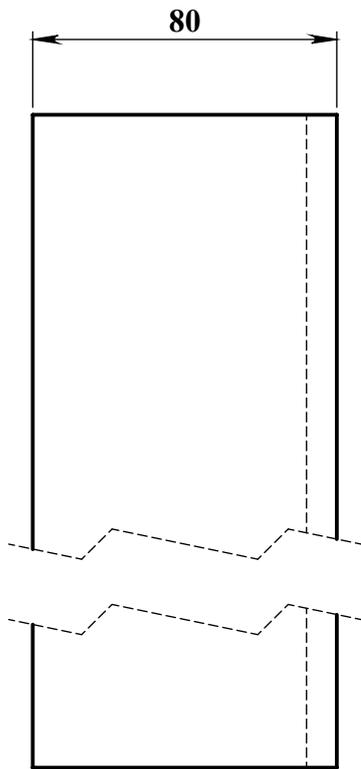
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°8	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	

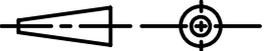


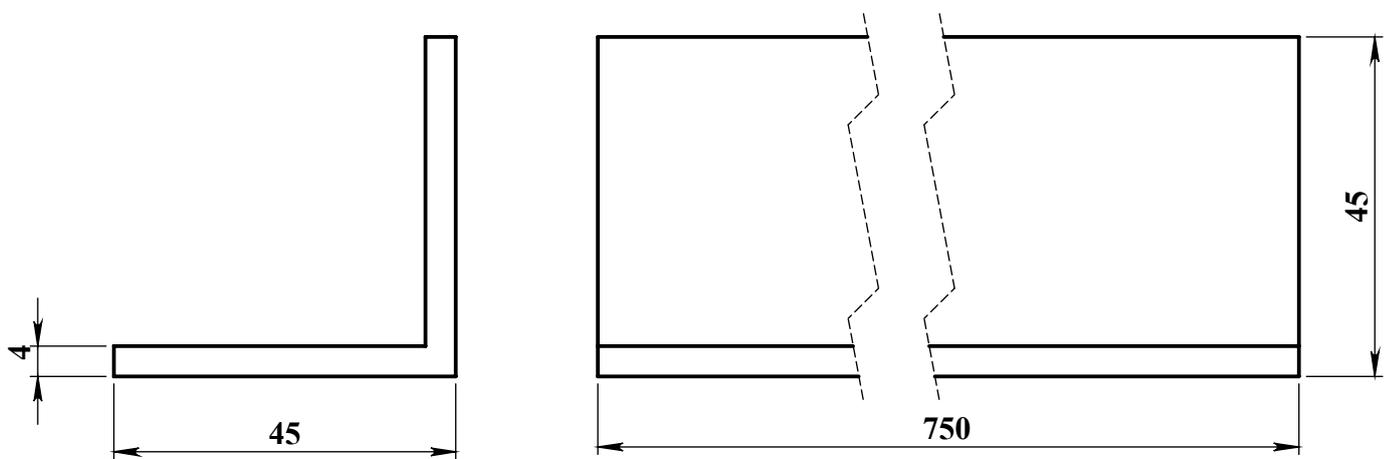
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	N° plan : 32097 pièce : N° 9	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:18/06/2018	

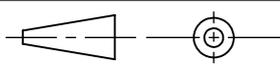


Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°10	
Echelle: 1:2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	



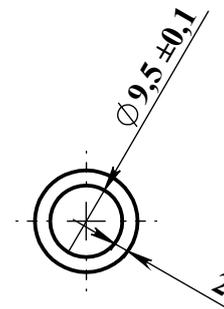
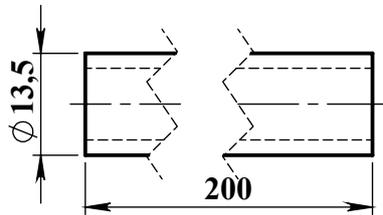
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°11	
Echelle: 1: 1	Matériaux: E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	



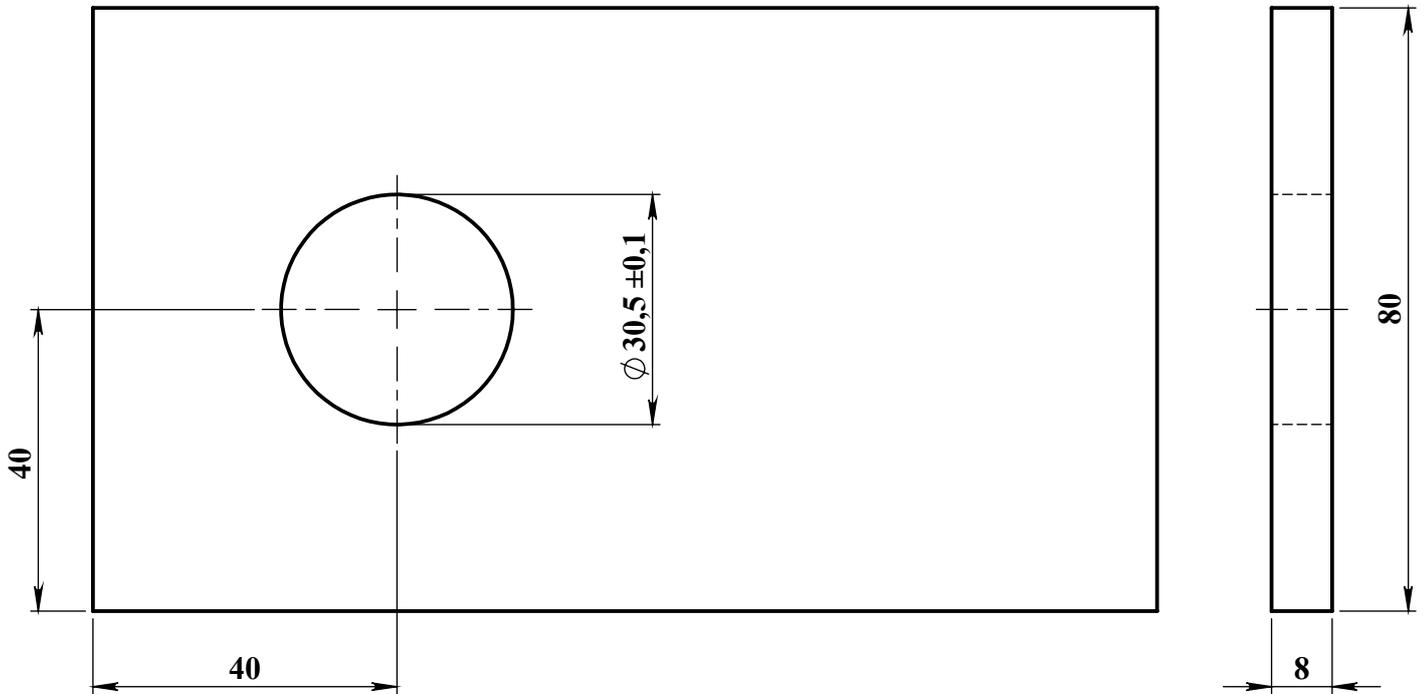
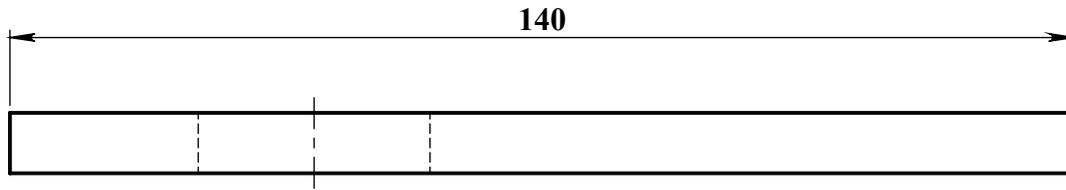
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°12	
Echelle: 1:2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

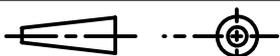


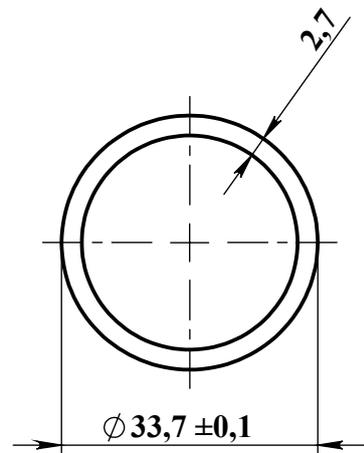
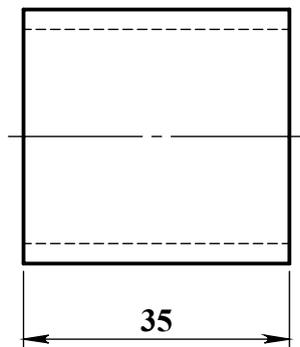
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 13	
Echelle: 1:1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	



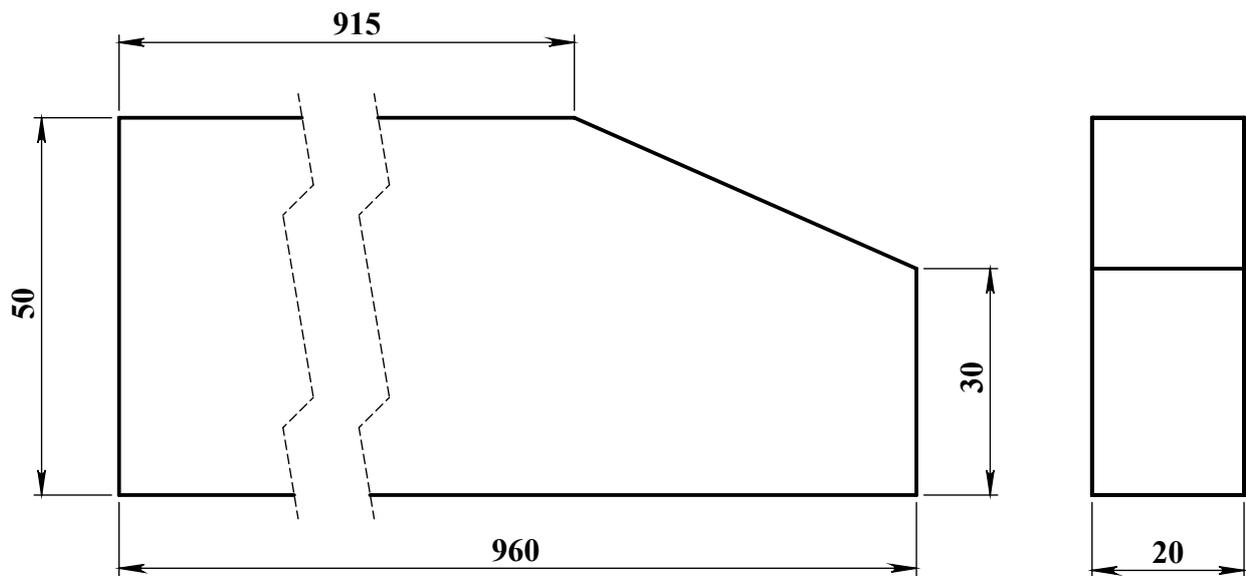
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°14	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	

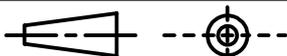


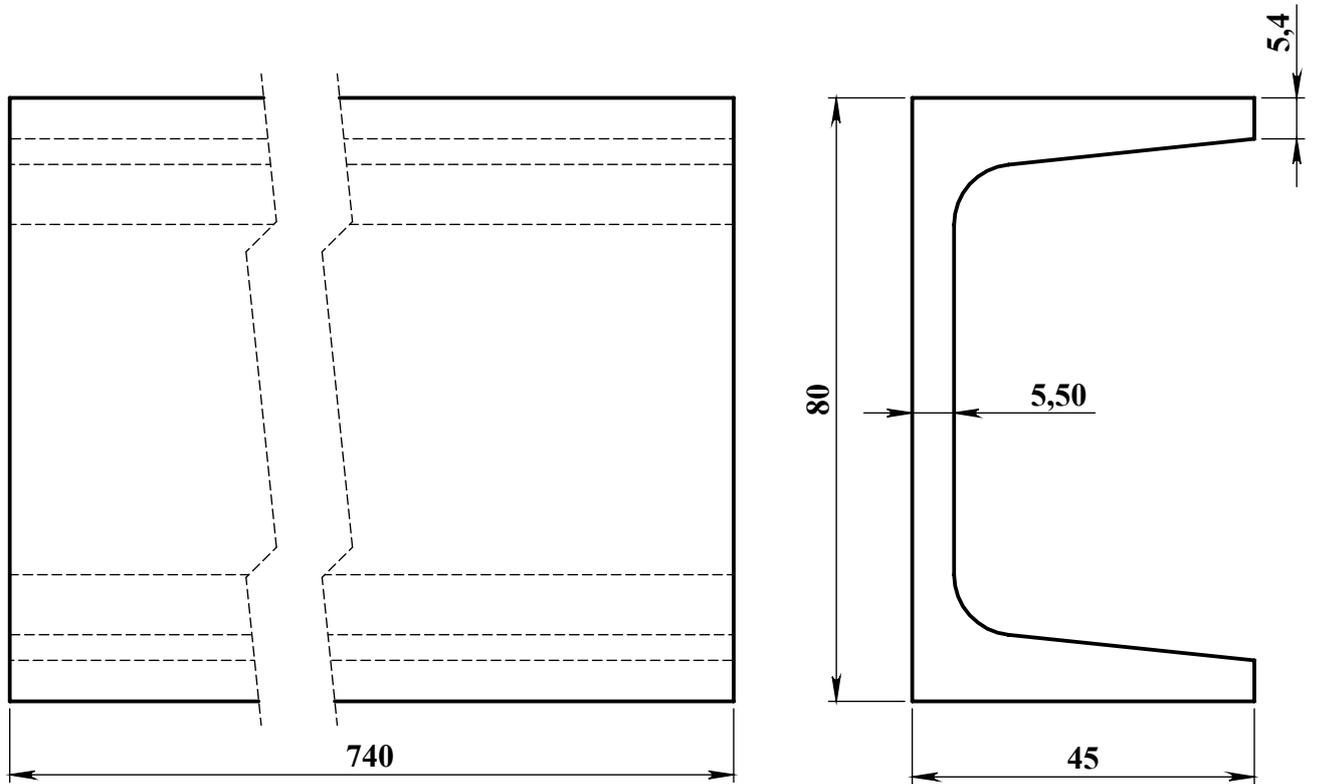
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°15	
Echelle: 1 : 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	



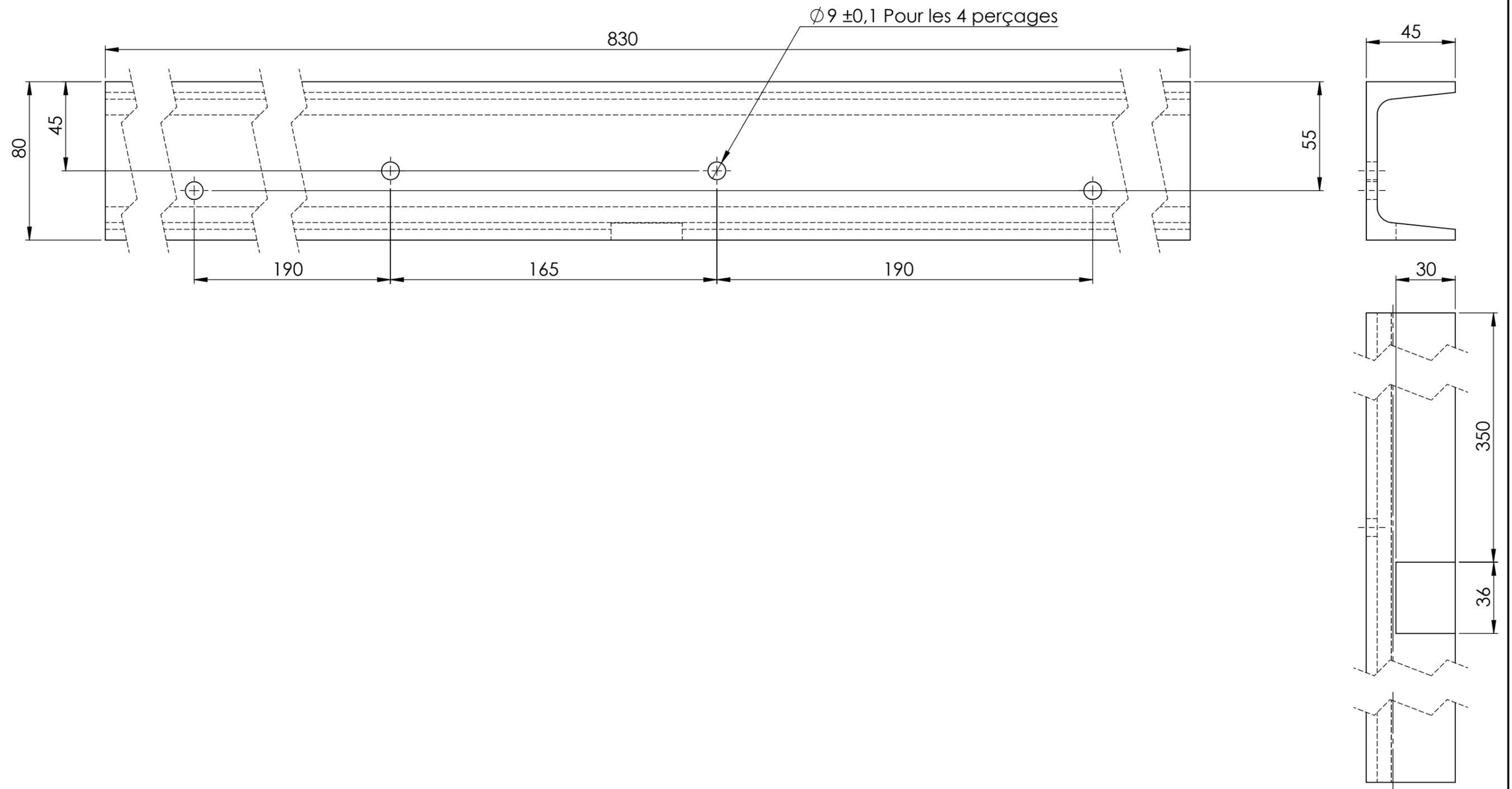
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°16	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	

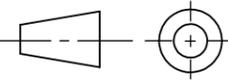


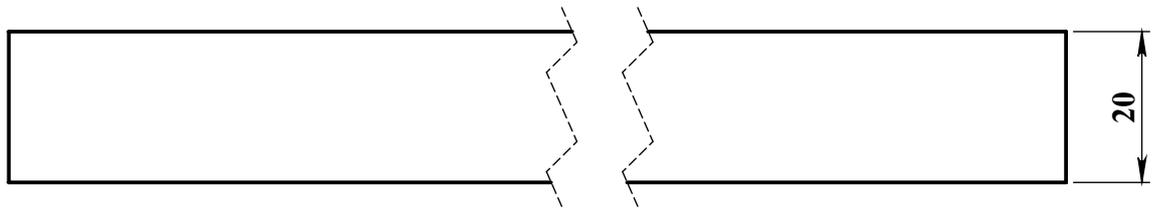
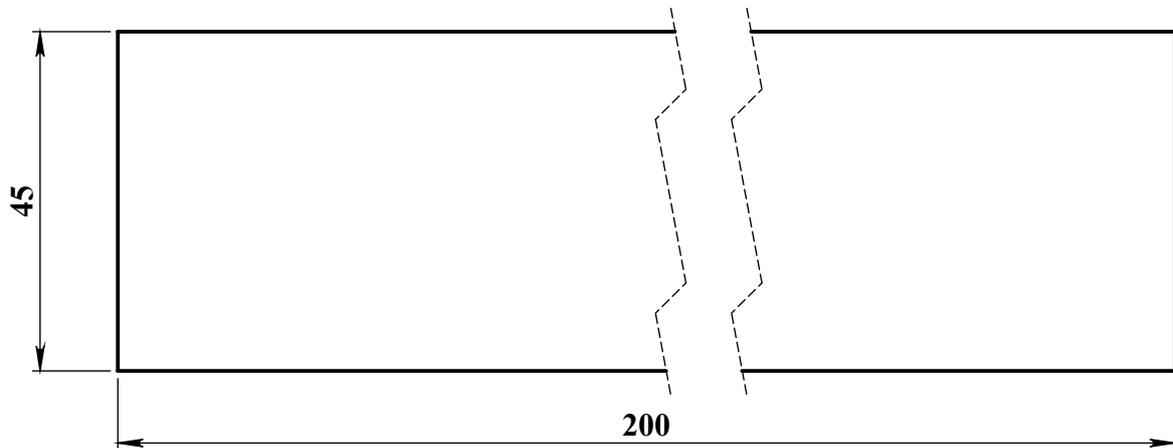
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°17	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	



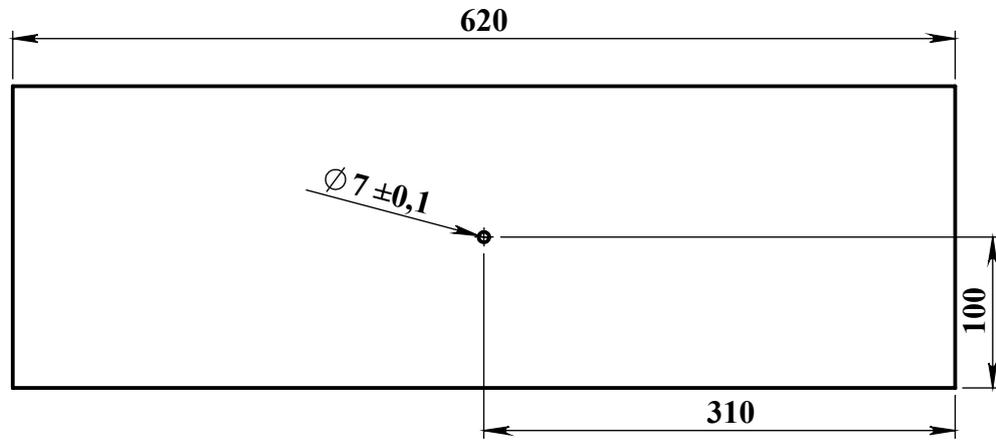
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP / FAGECO DE BEJAIA		 	
Ensemble : GRUE GMR 20.10			
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°18		
	Echelle : 1 : 2	Matériaux : E 24.2	Dessiné : MAOUCHE ET BEKHOUCHE
	Date : 21/05/2018		



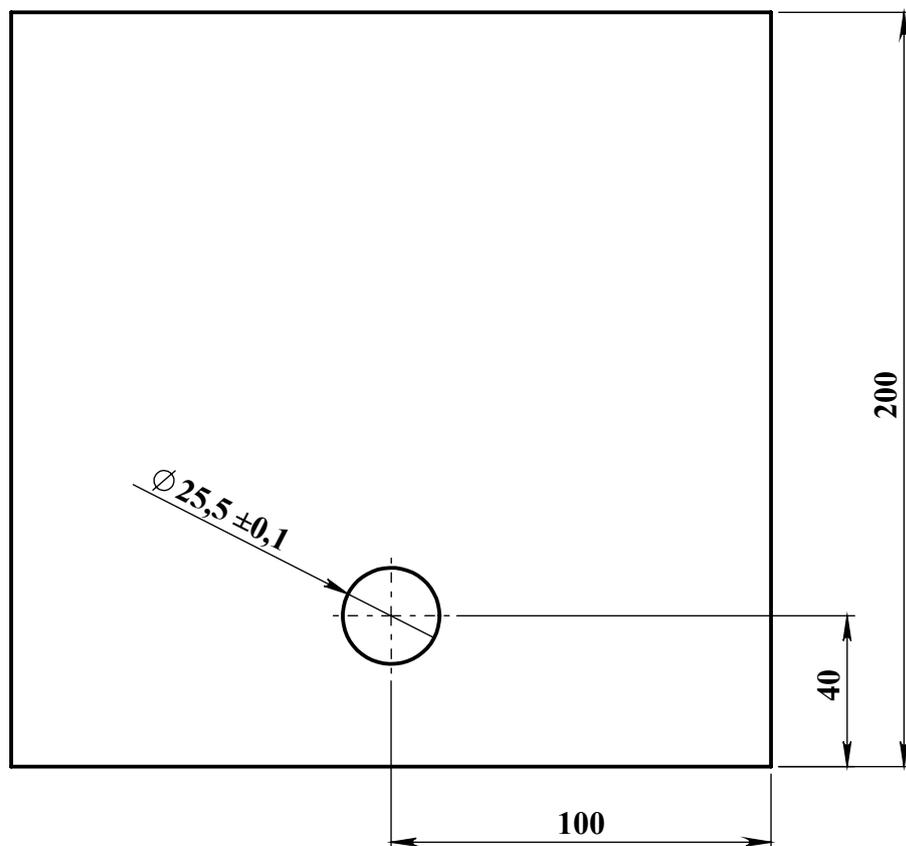
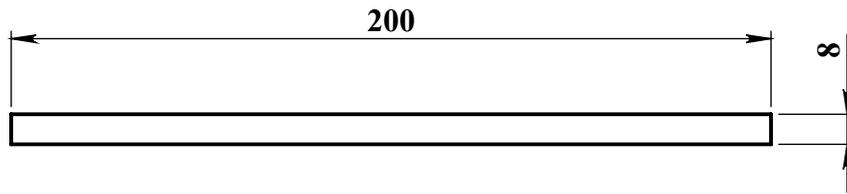
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 19	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	



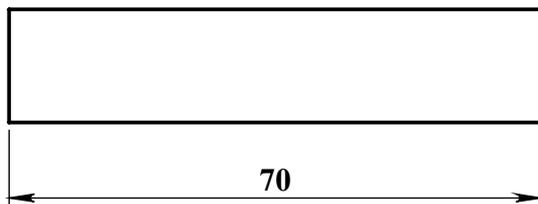
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°20	
Echelle: 1:5	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	

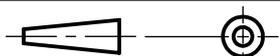


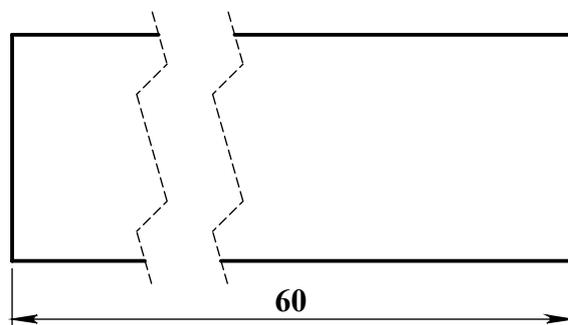
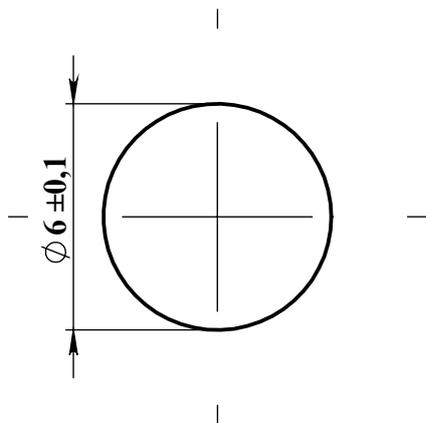
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 21	
Echelle: 1:2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:12/06/2018	



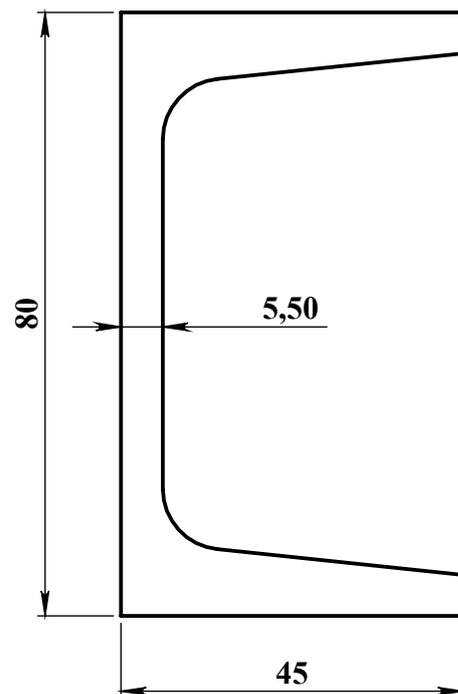
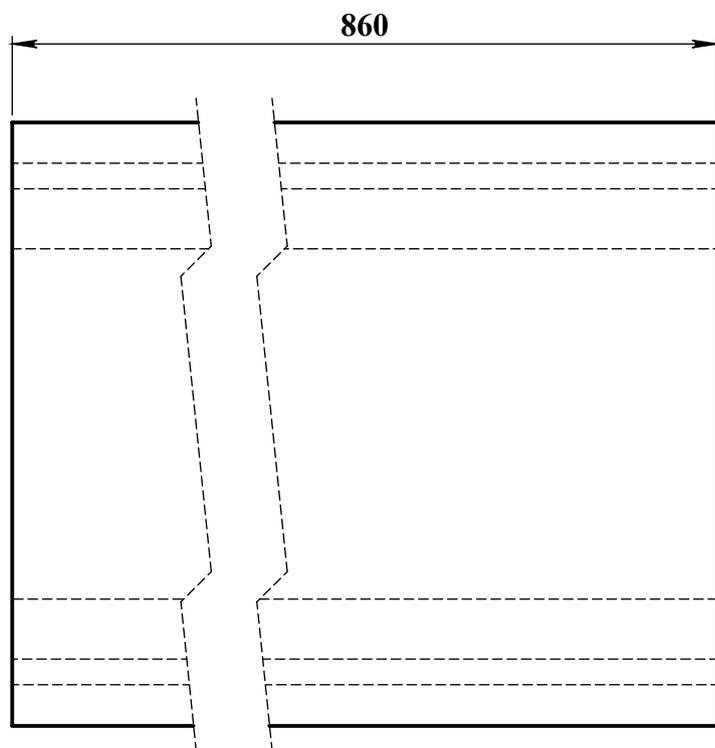
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 22(2)	
Echelle: 1 : 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	



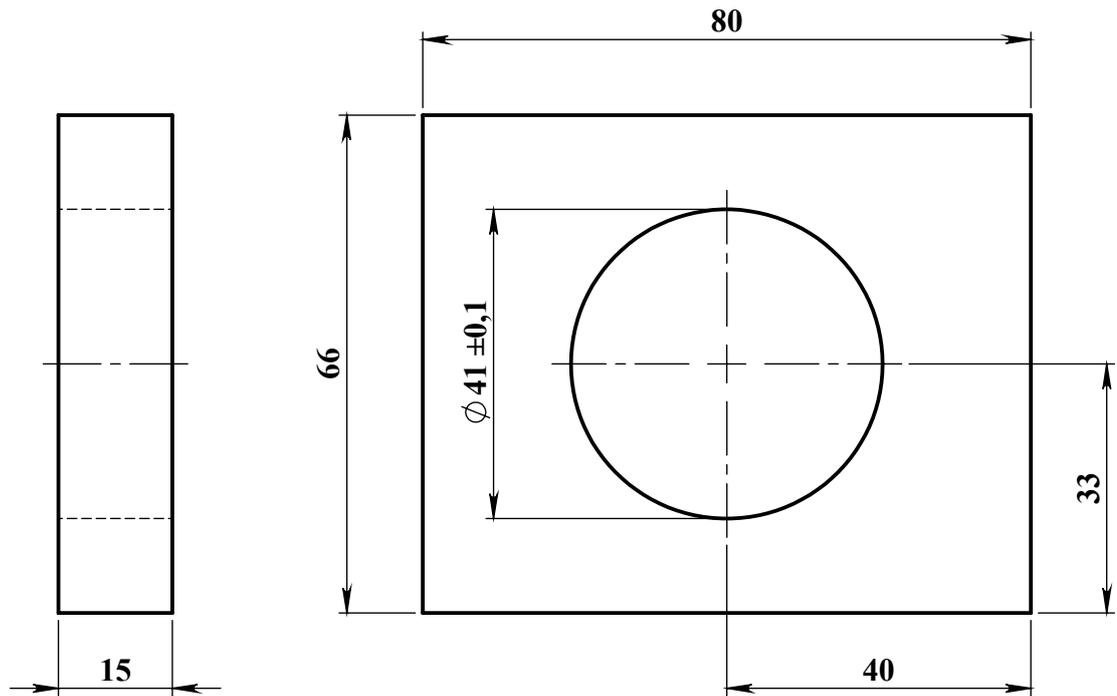
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 22	
Echelle: 5:1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
 	Date:12/06/2018	

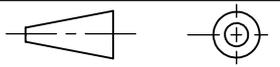


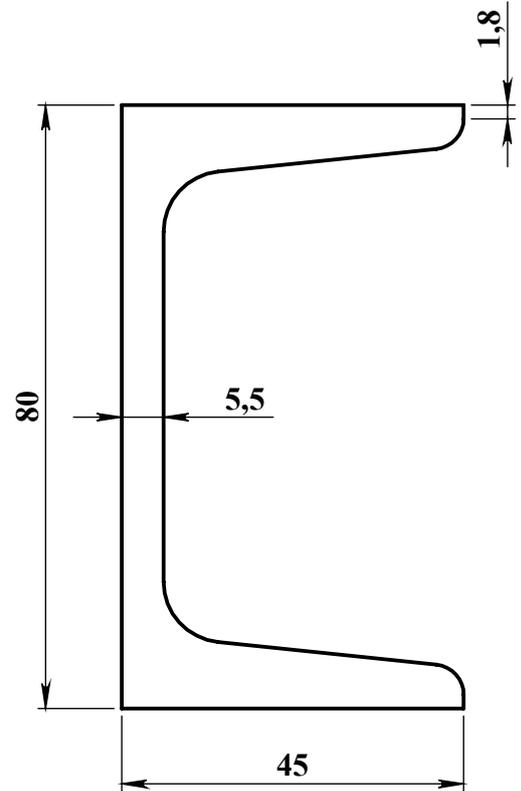
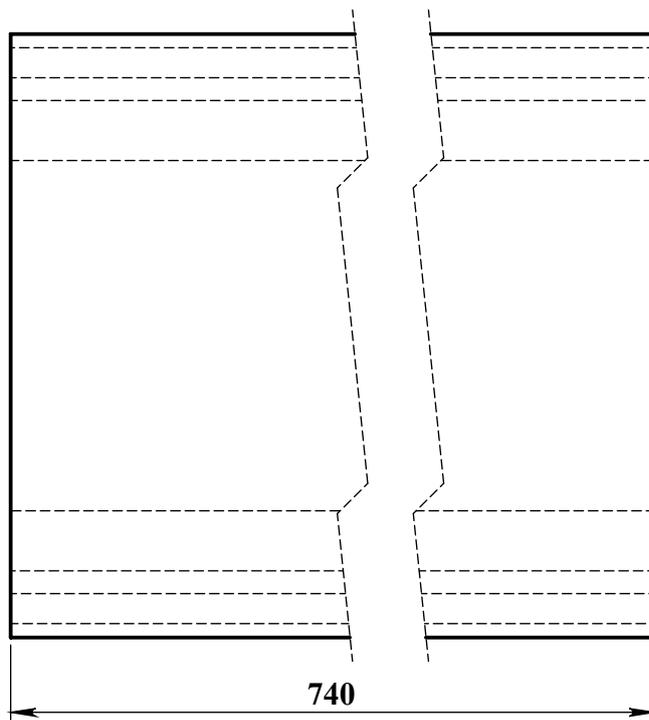
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°23	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	



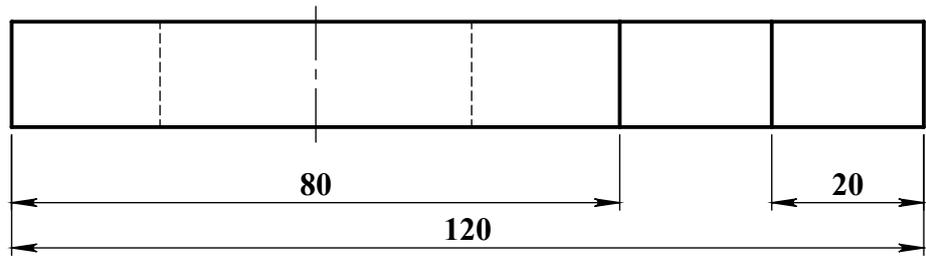
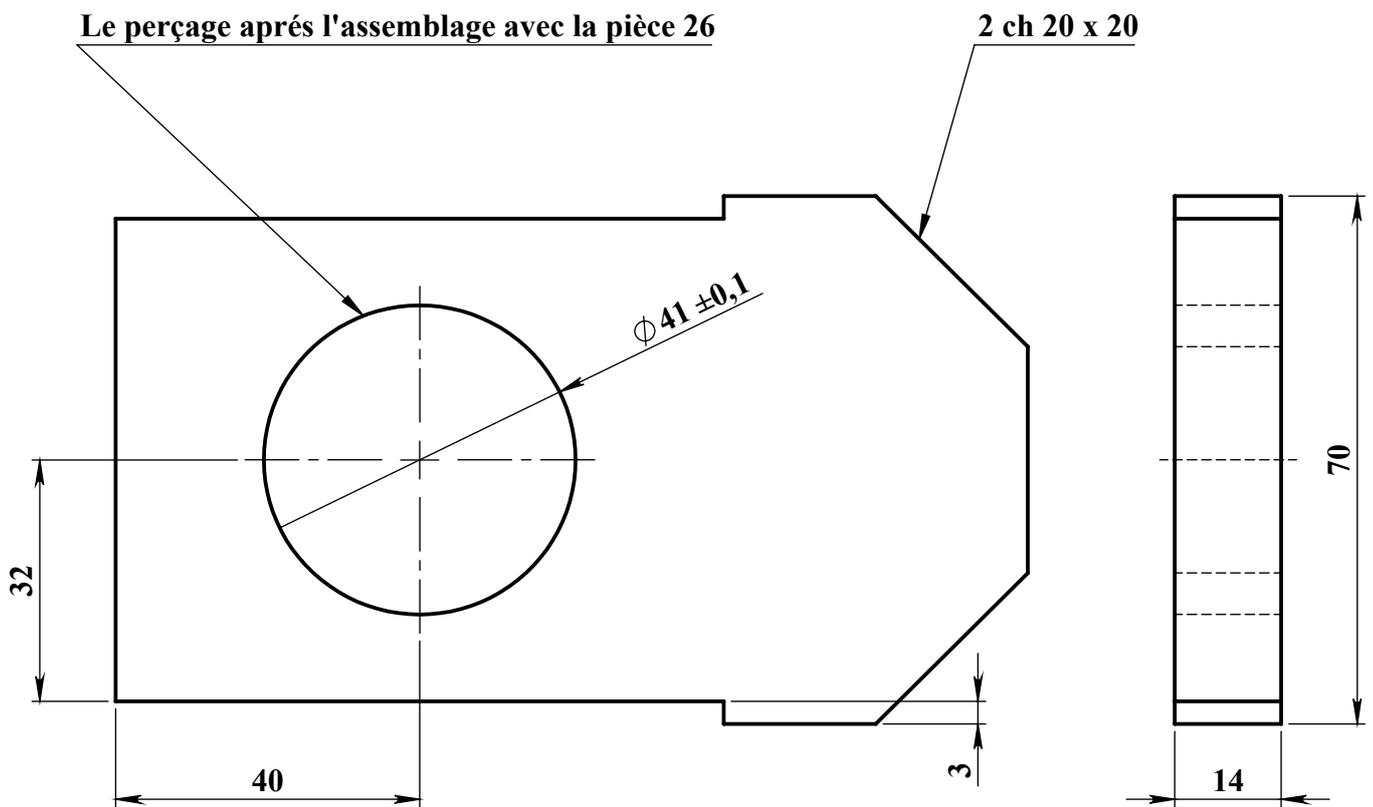
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 24	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:12/06/2018	



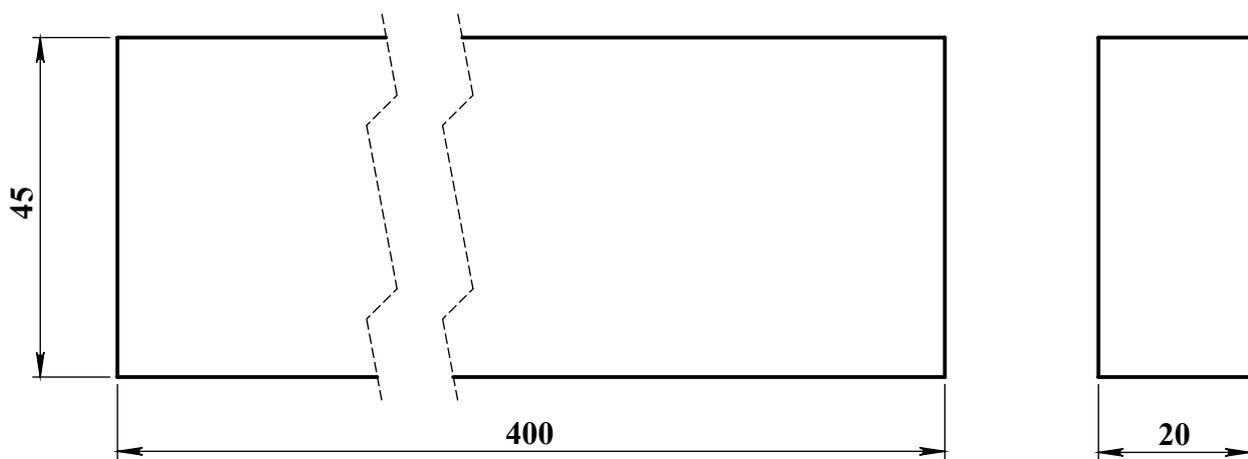
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°25	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:12/06/2018	

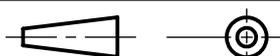


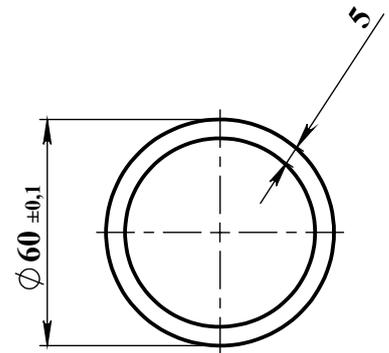
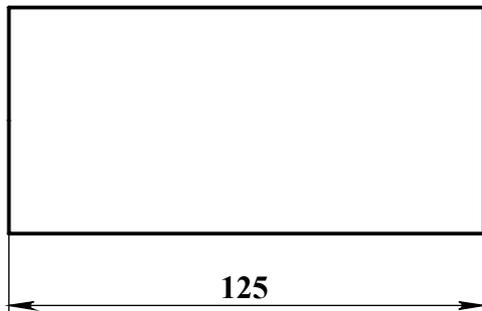
Tolérance générale : ±0.5

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°26	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:12/06/2018	

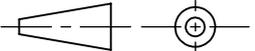


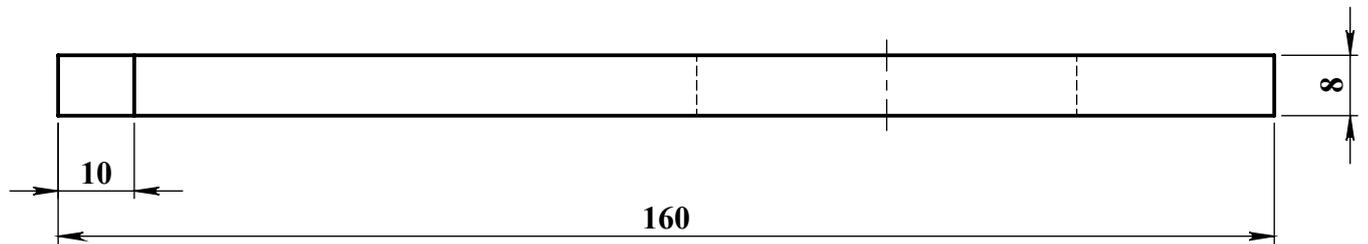
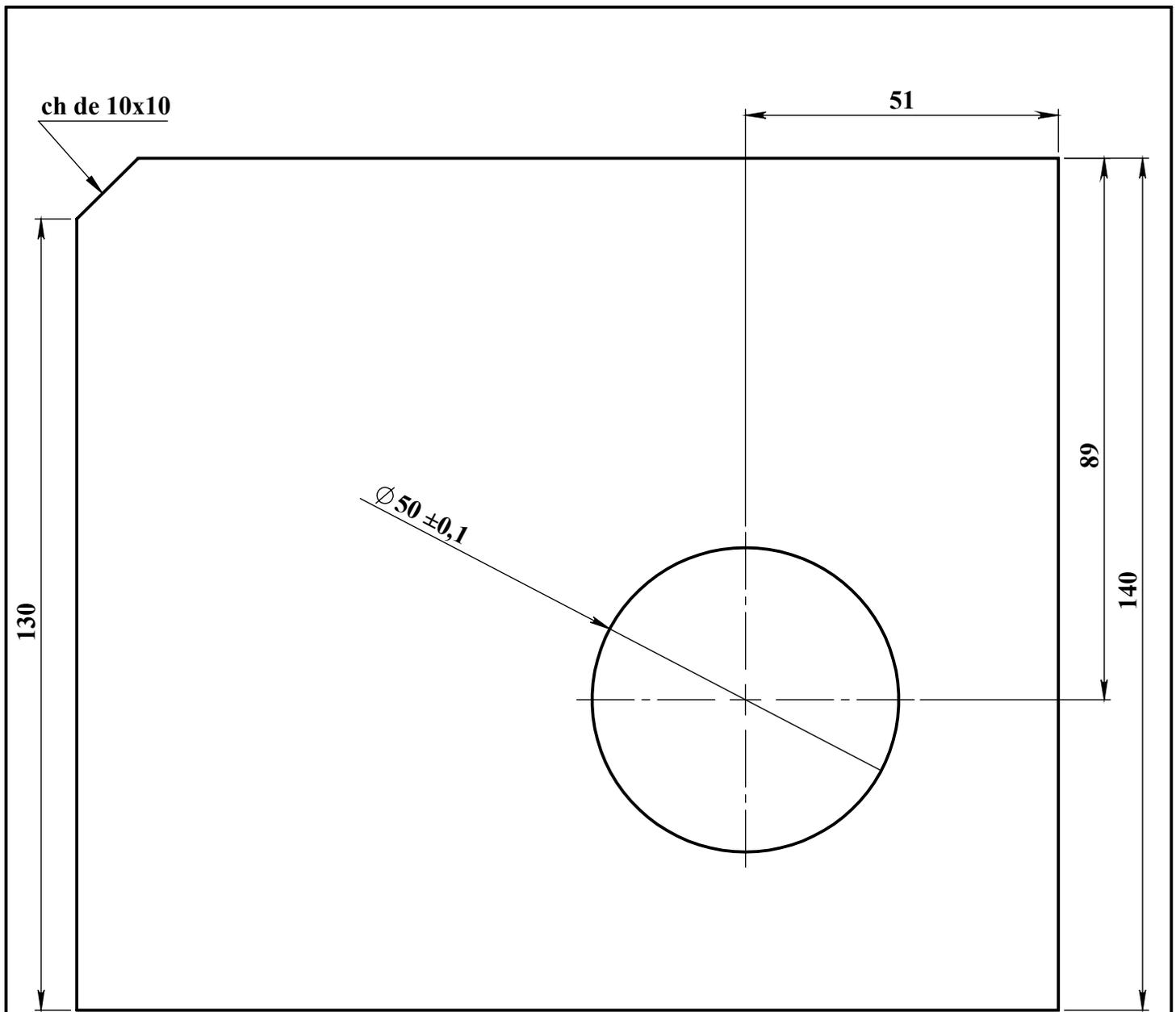
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 27	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:12/06/2018	

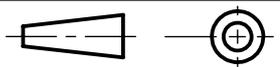


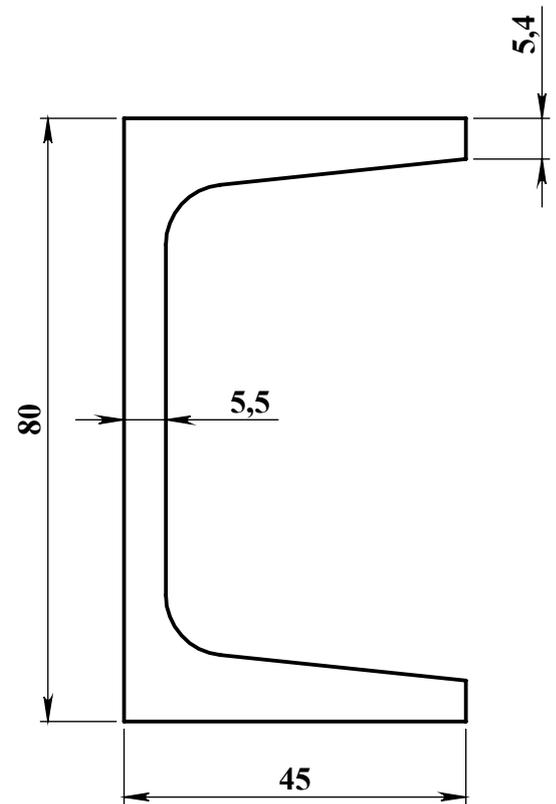
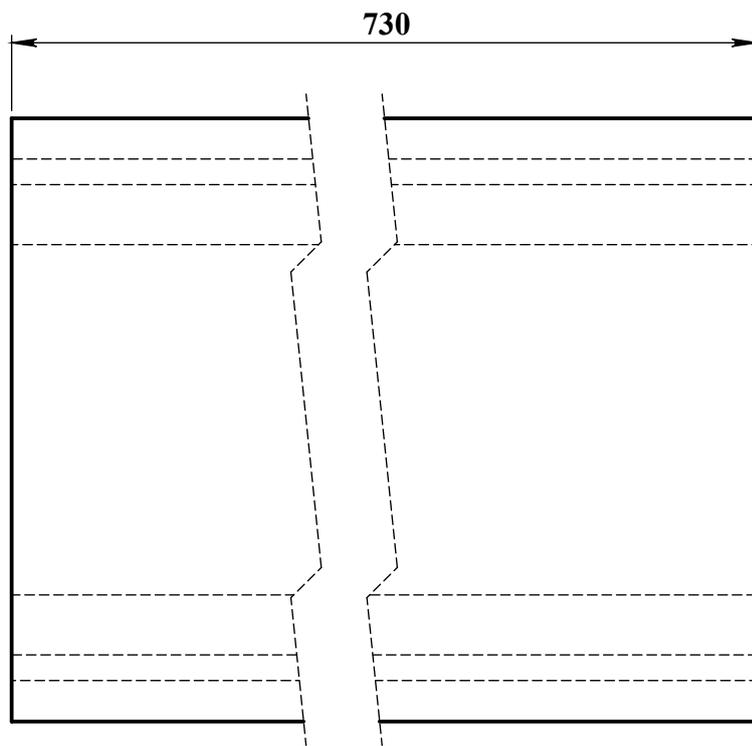
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	N° plan : 35198 pièce : N° 28	
Echelle: 1:2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:18/06/2018	



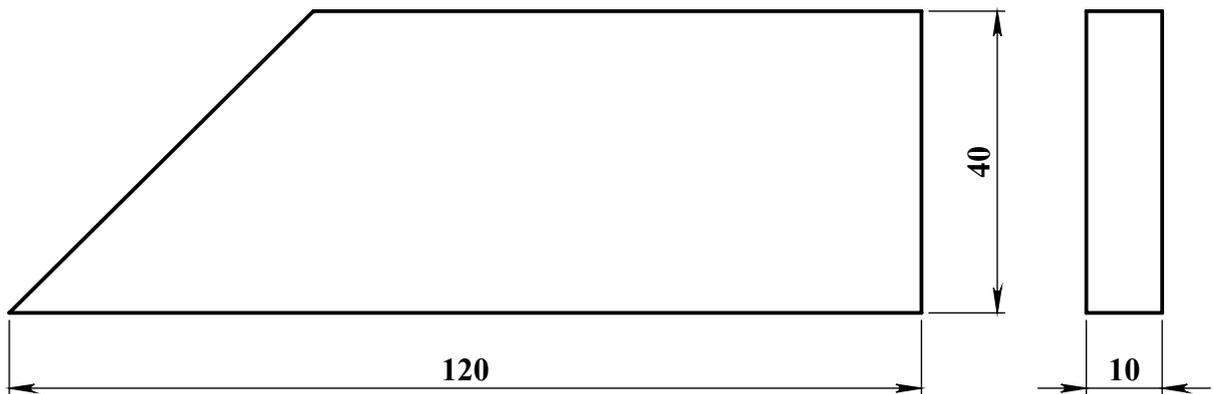
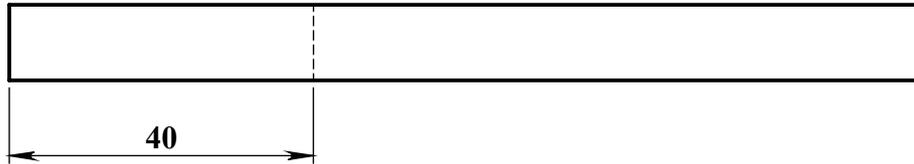
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°29	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:13/06/2018	



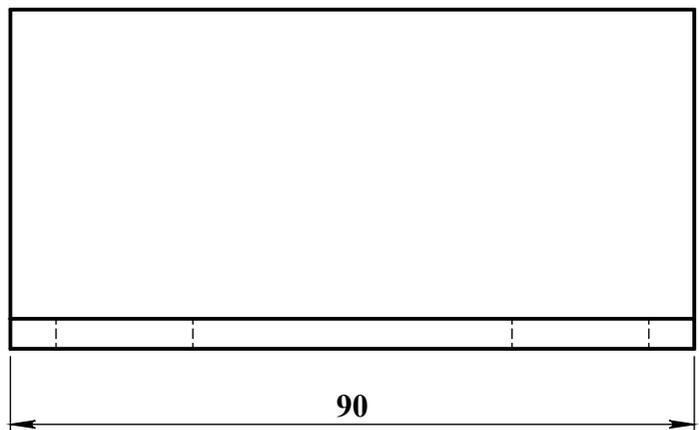
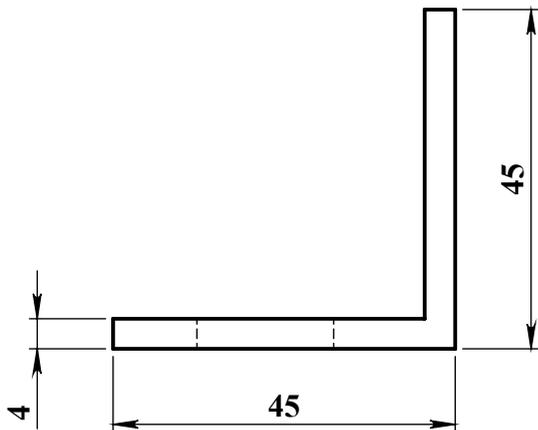
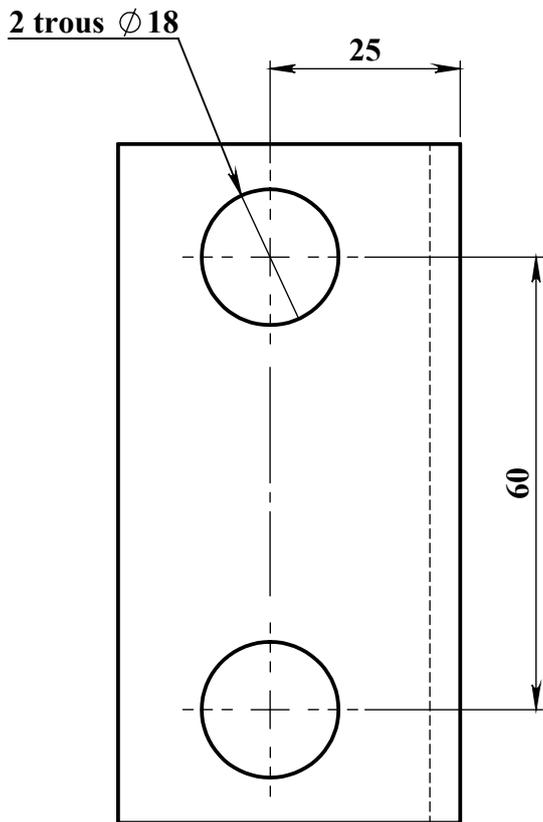
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 30	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



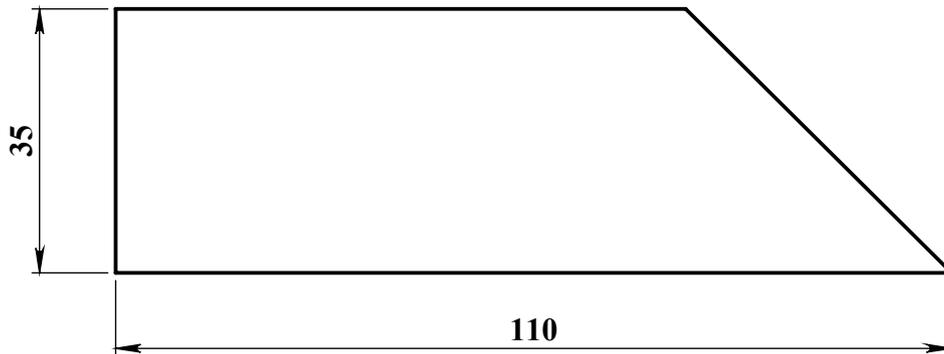
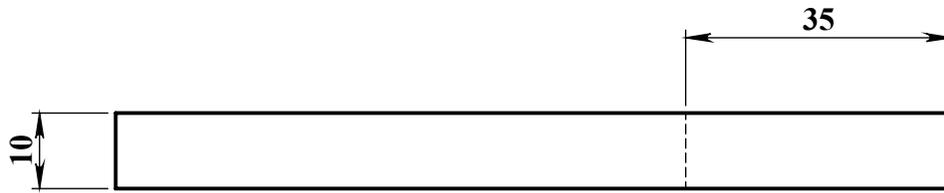
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce :N° 31	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	

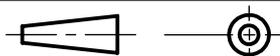


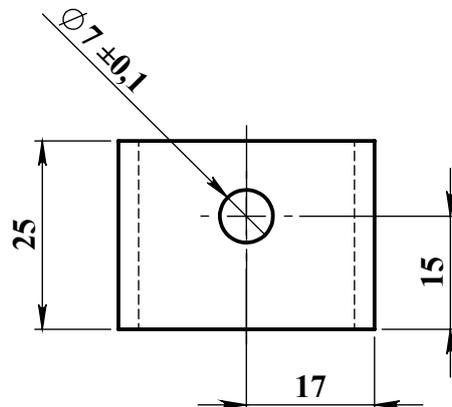
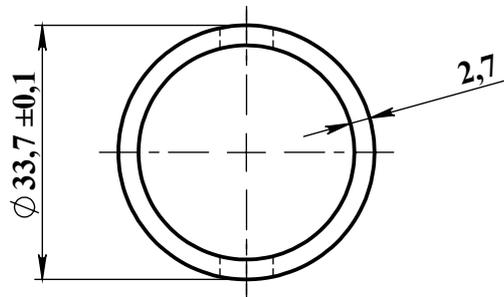
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 32	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
 	Date:13/06/2018	



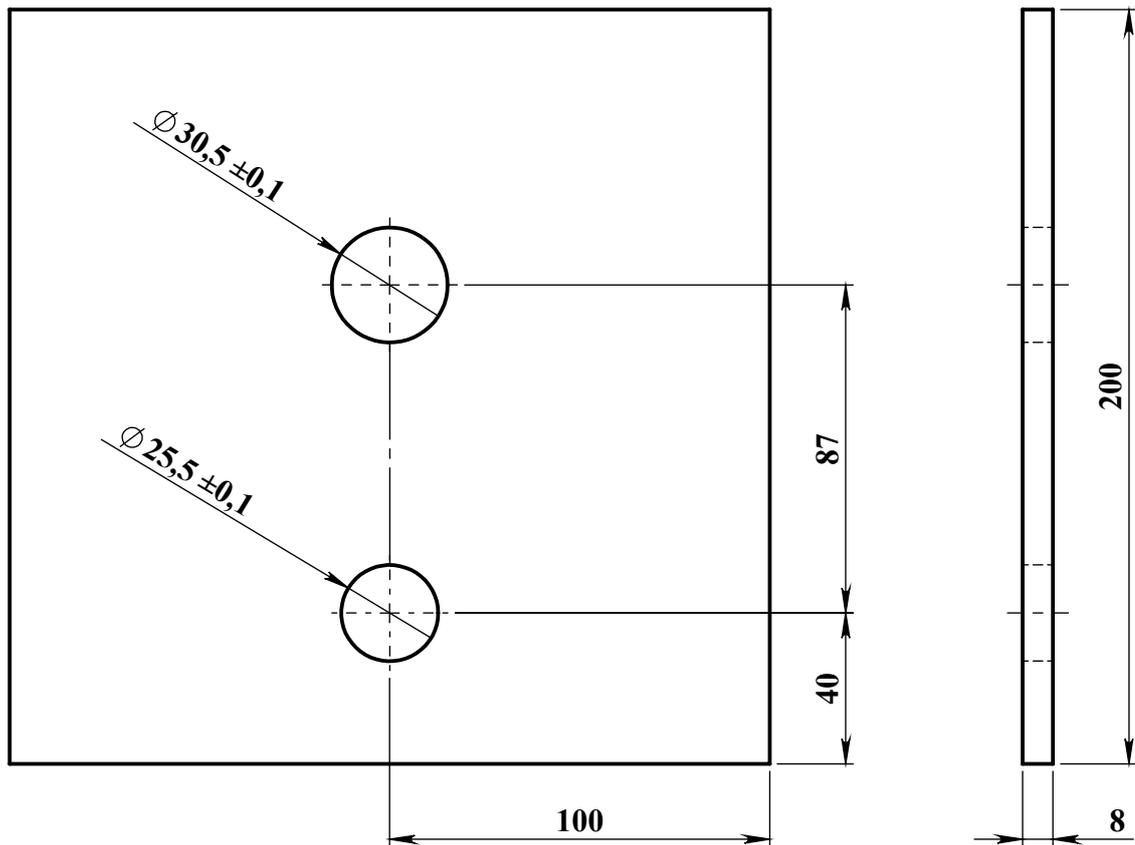
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 33	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



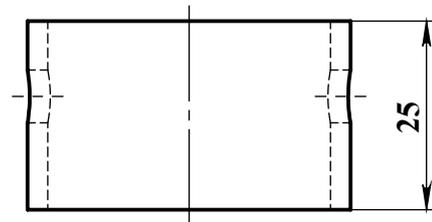
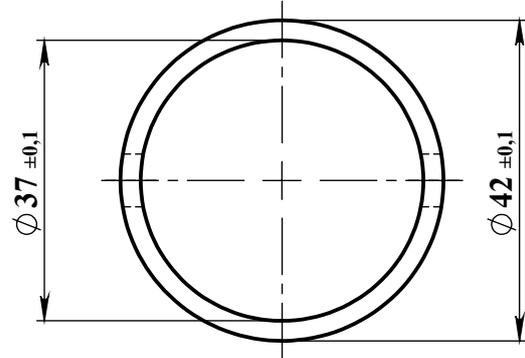
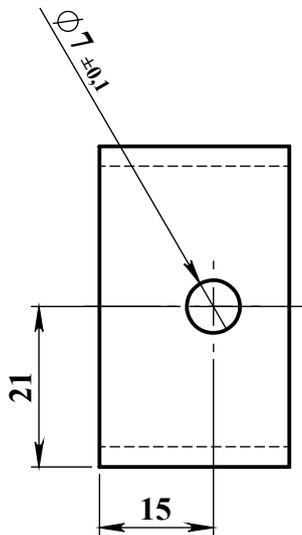
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°34	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



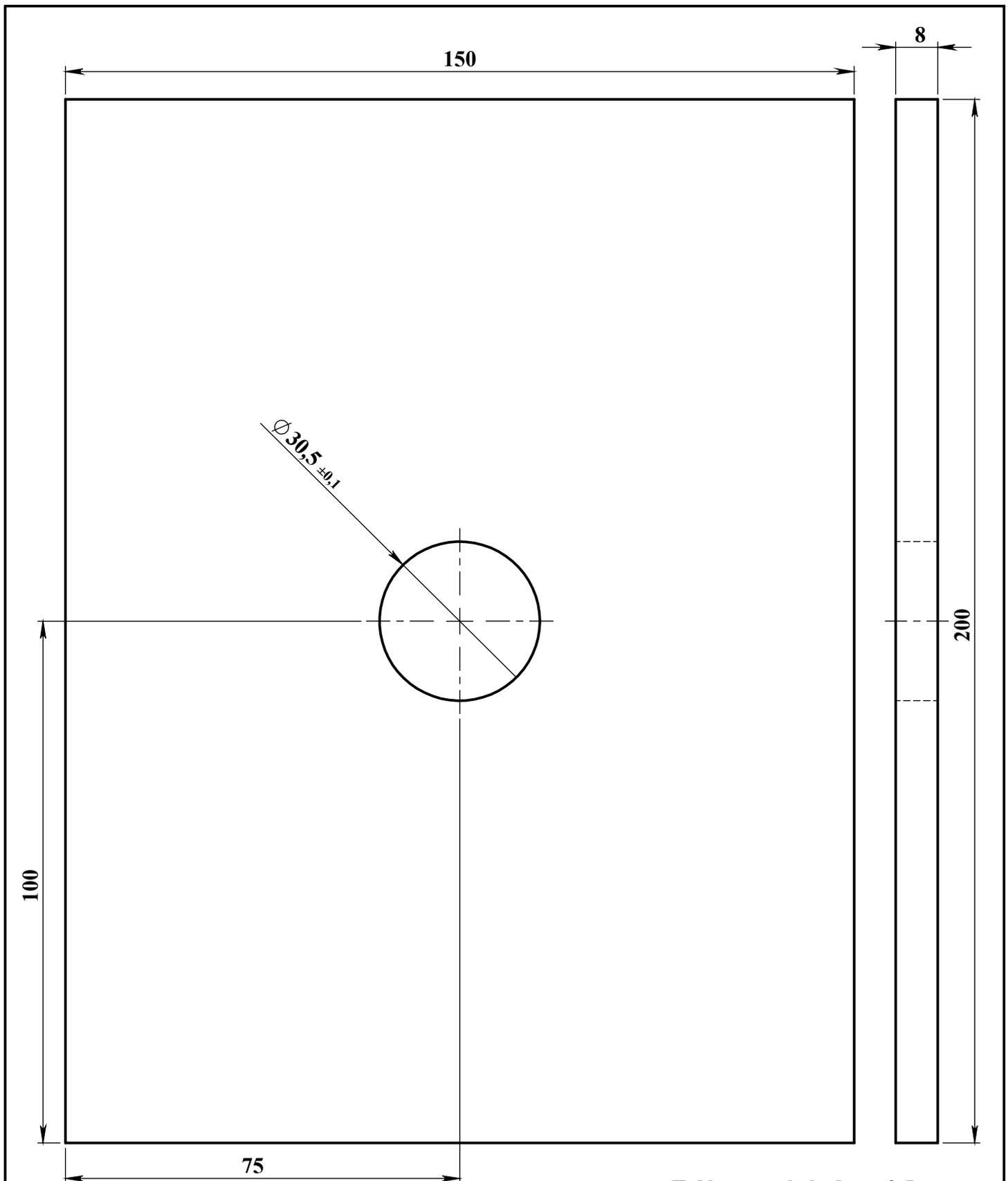
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble :	GRUE GMR 20.10	
S/Ensemble :	MAT	Pièce: N°35
Echelle: 1:2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



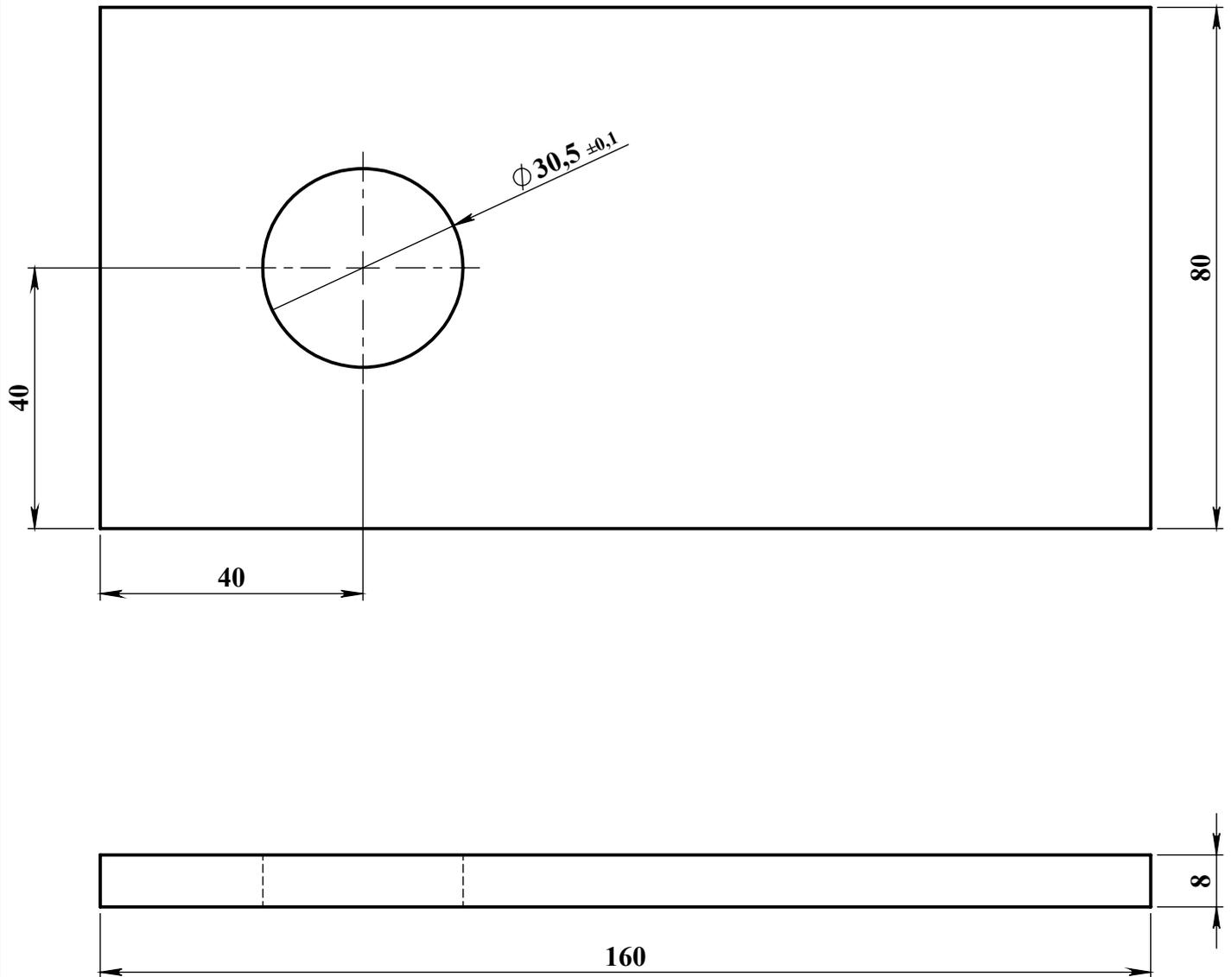
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°36	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

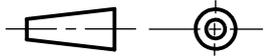


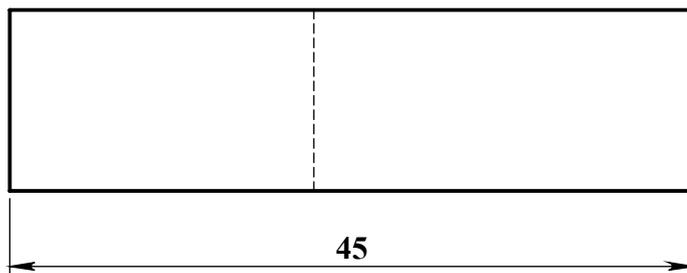
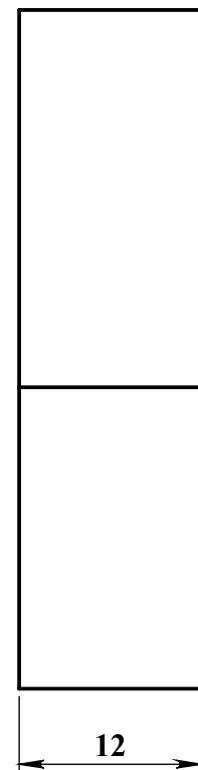
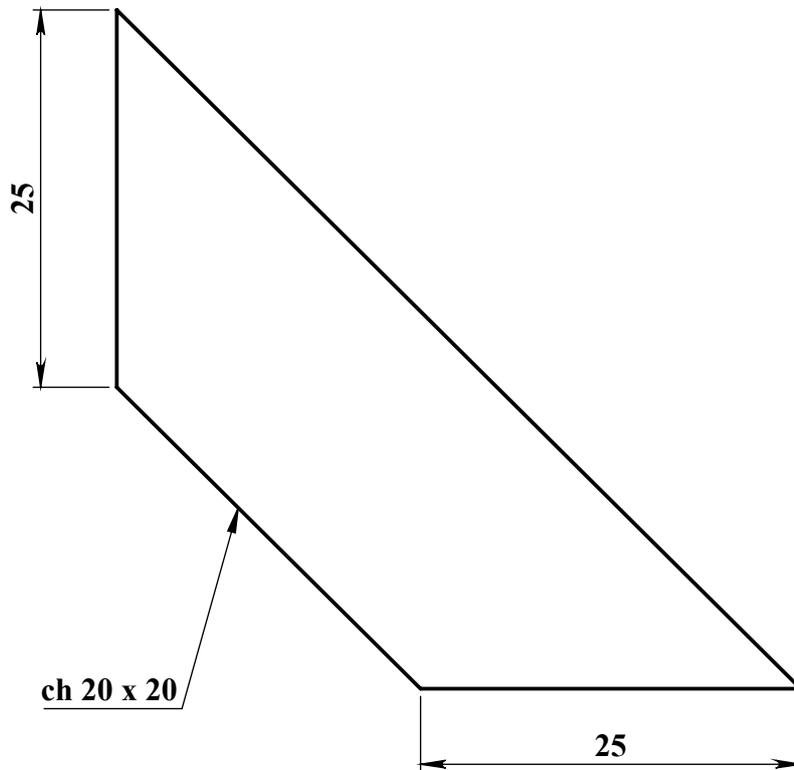
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°37	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	

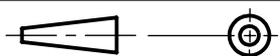


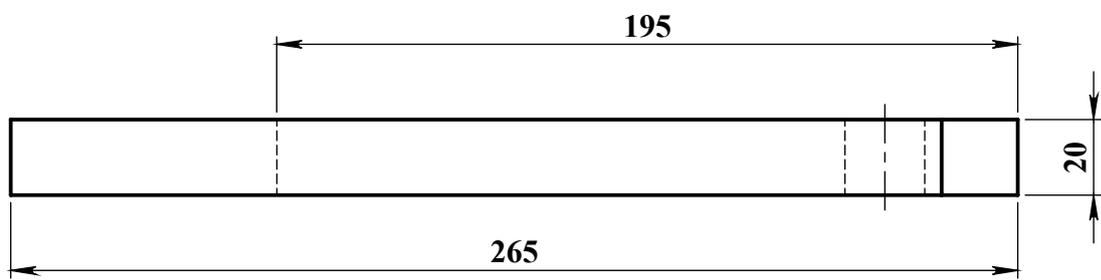
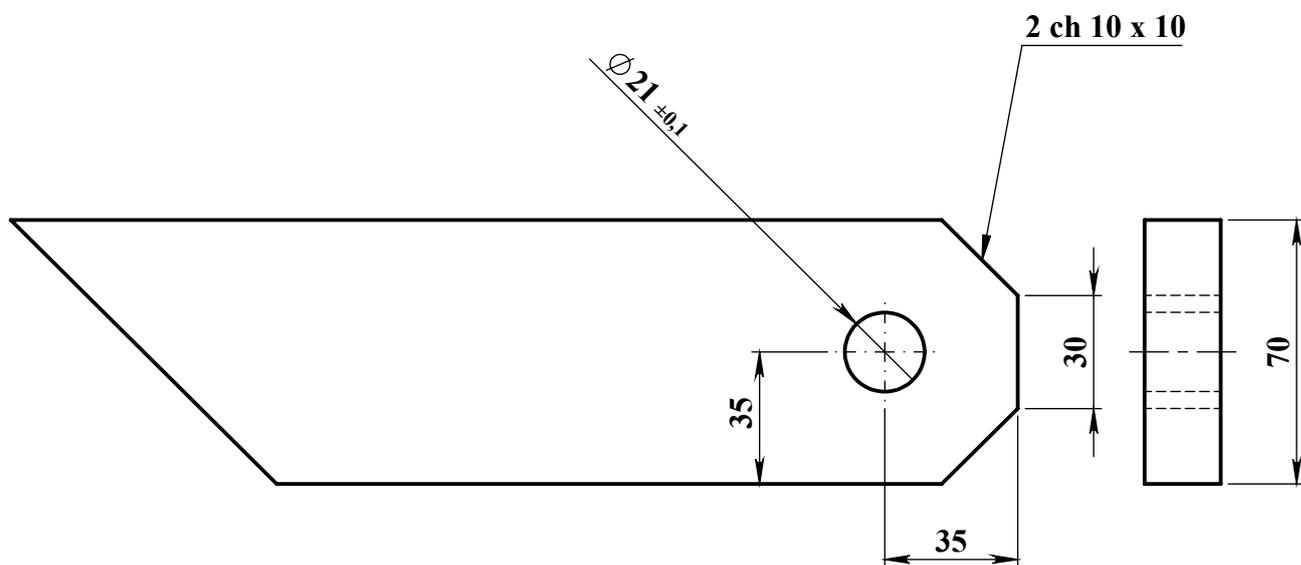
Tolérance générale :  $\pm 0,5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°38	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



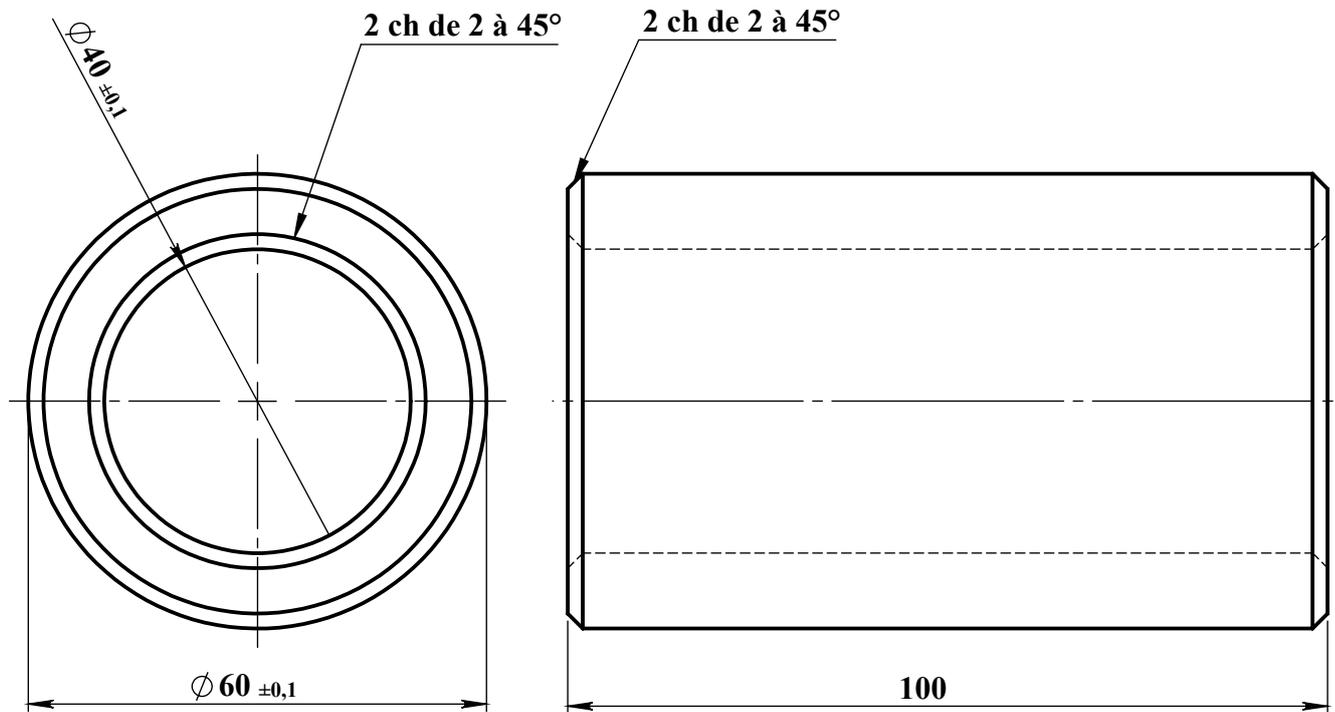
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N°39	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



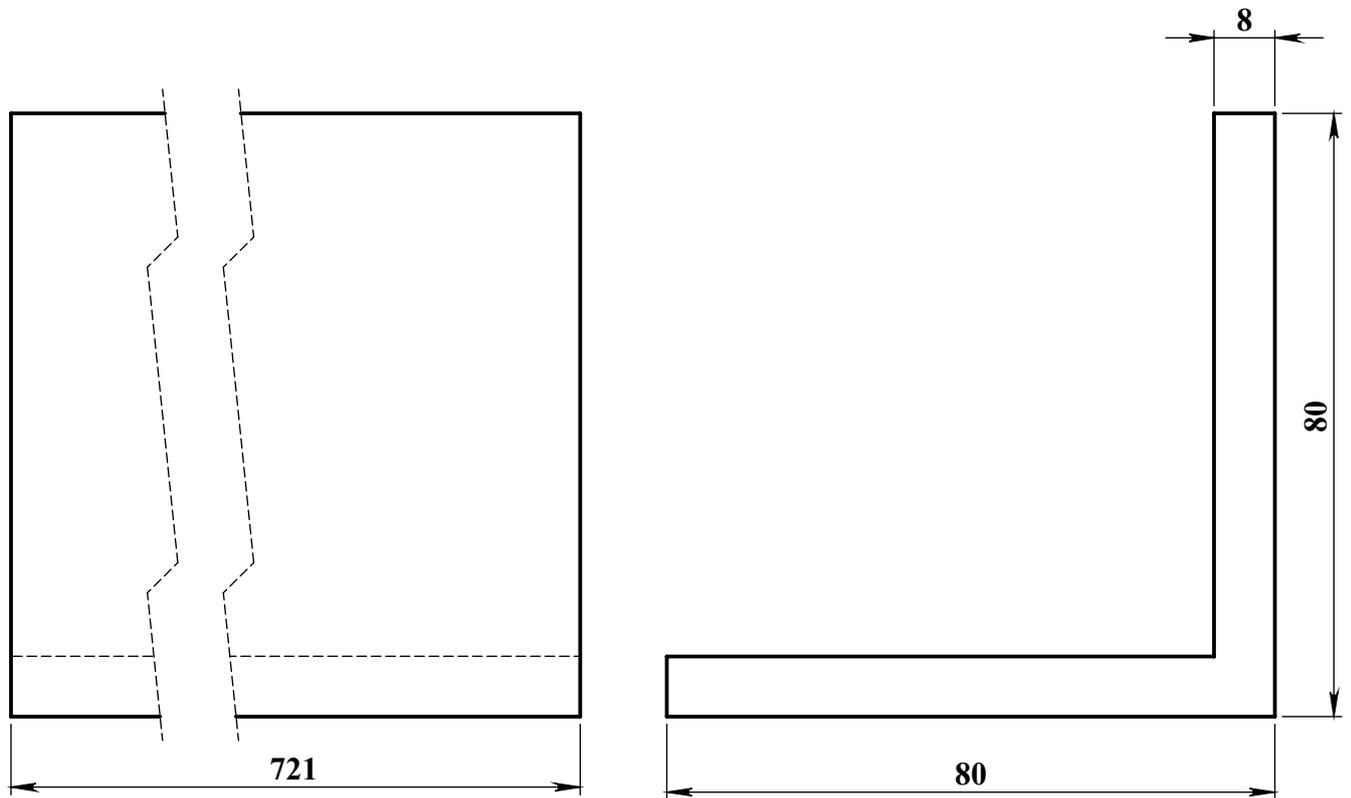
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 40	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

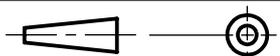


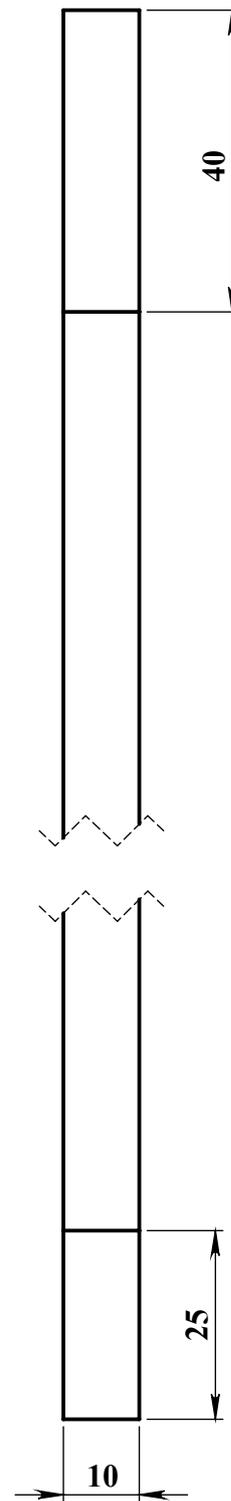
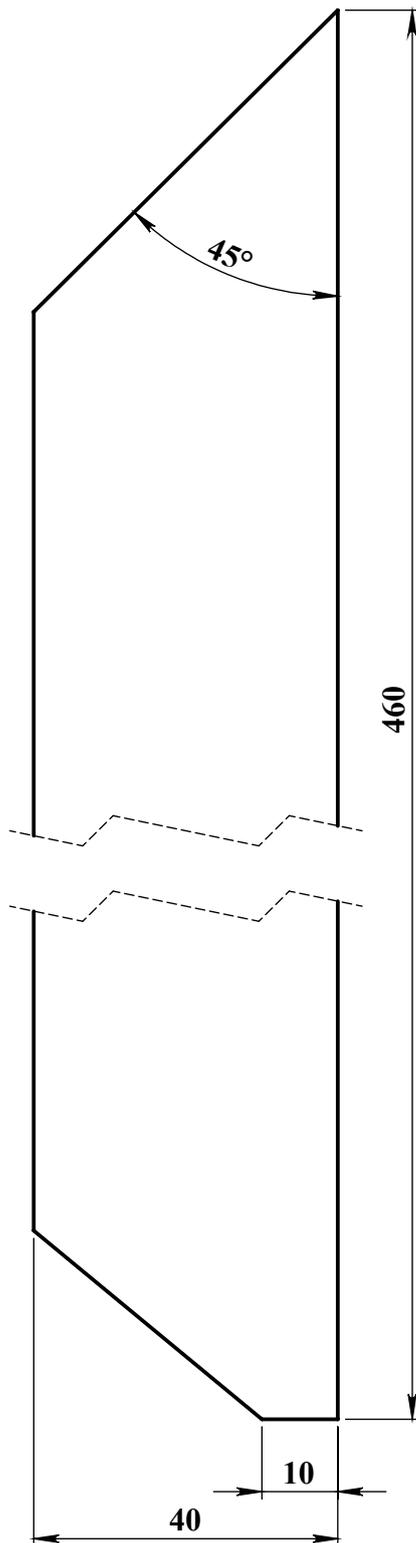
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 41	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 36.3	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

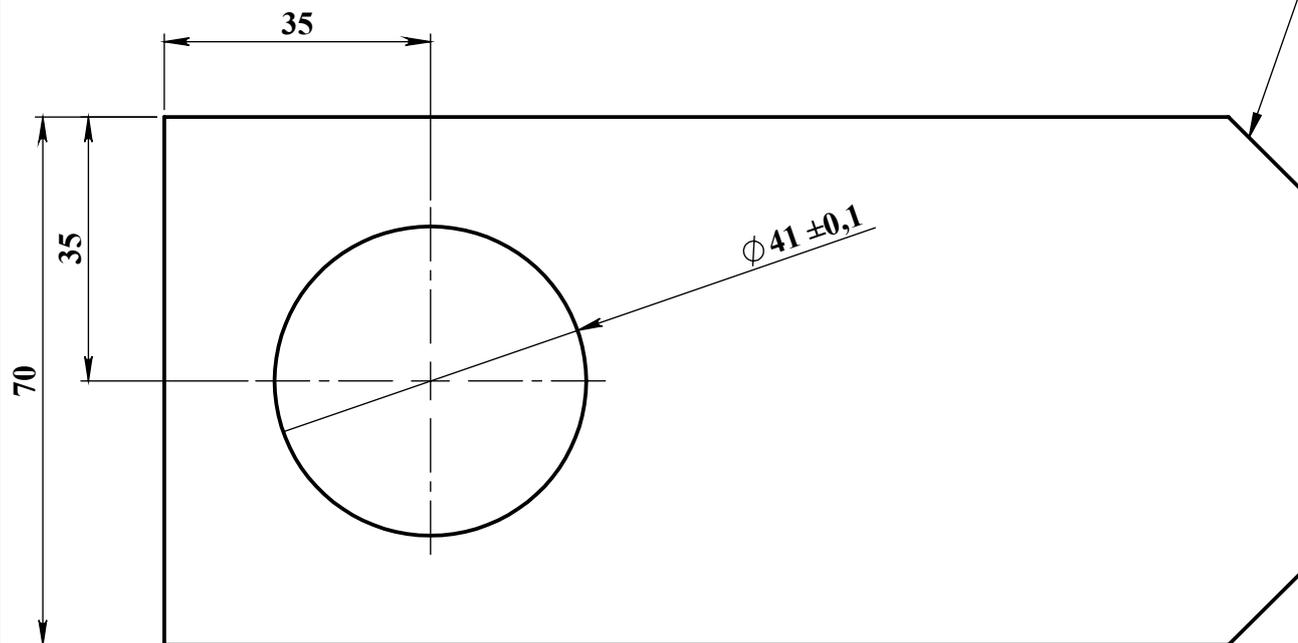
ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 42	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

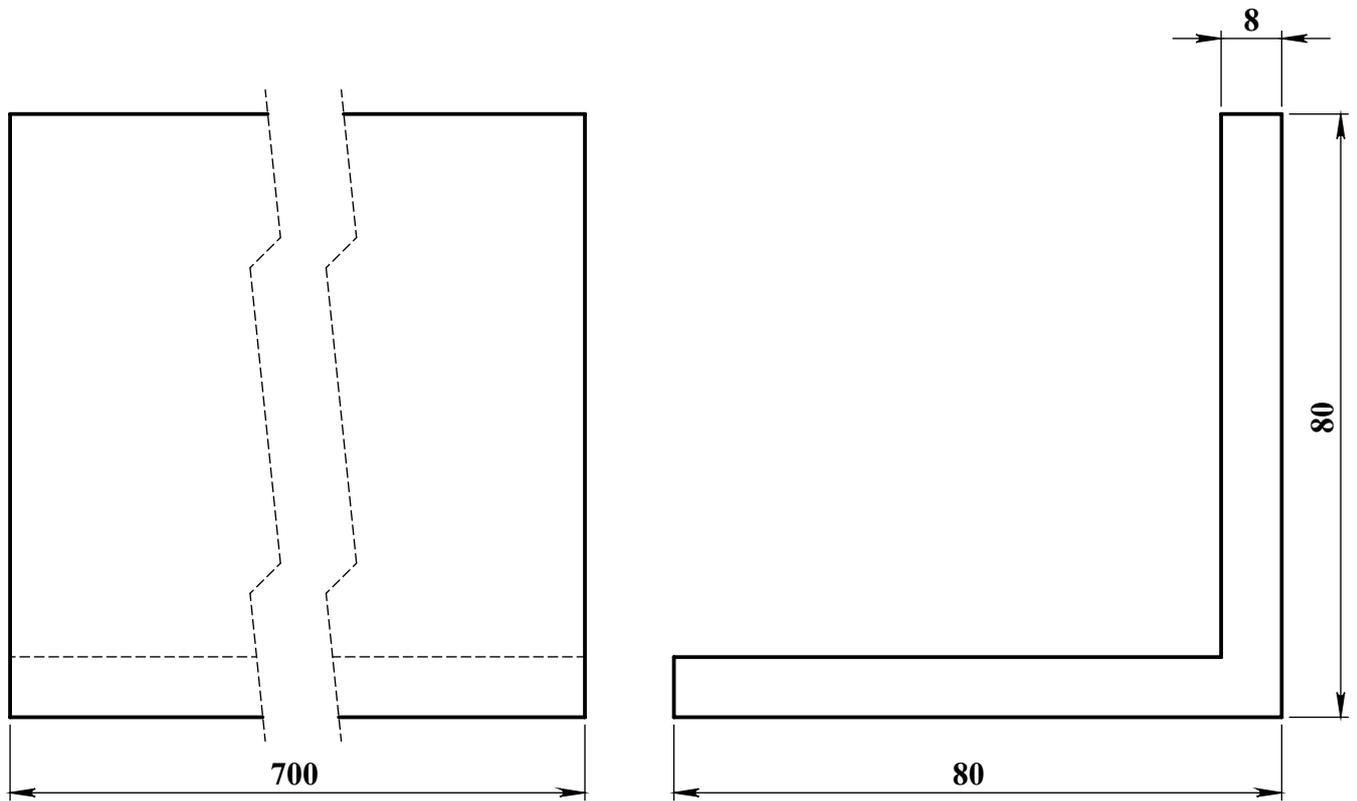
ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Plan N° 26233	Pièce: N° 43
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

2 ch 10 x 10

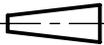


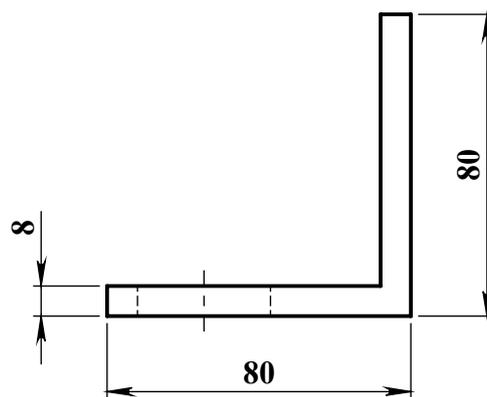
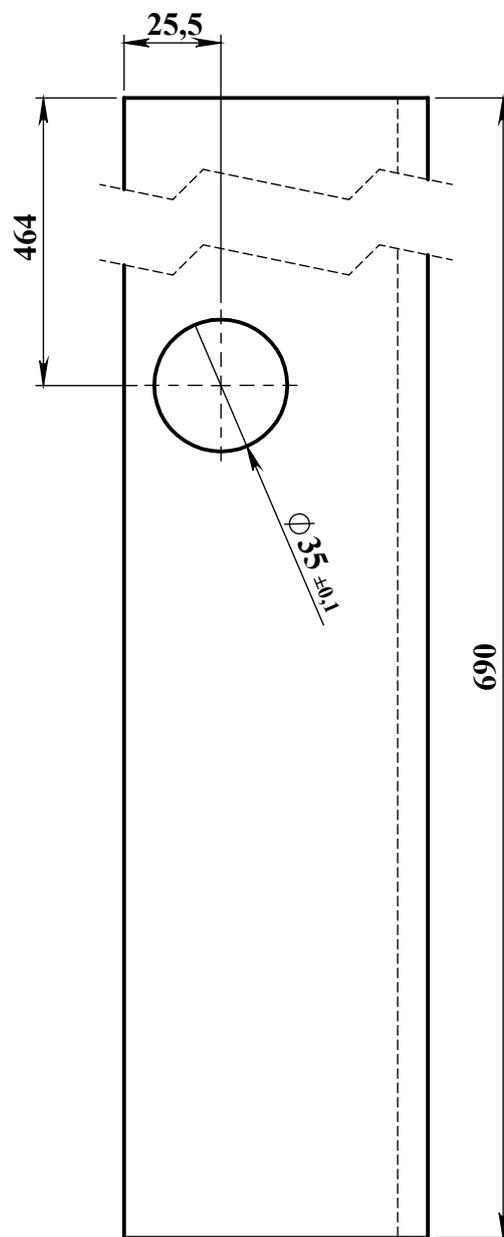
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 44	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

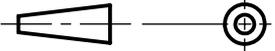


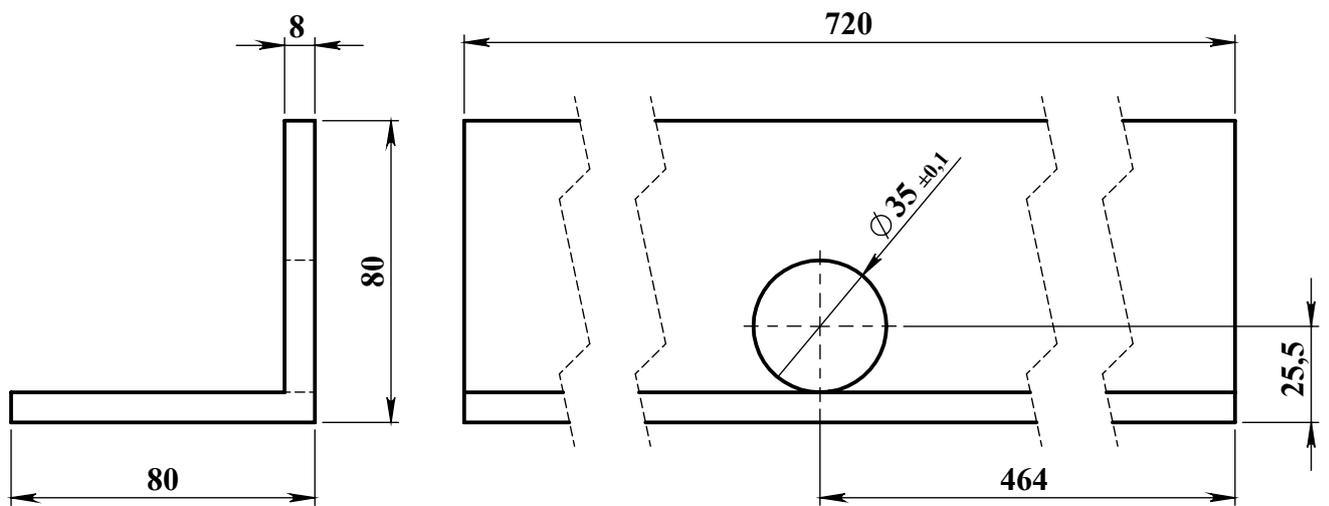
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N°45	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



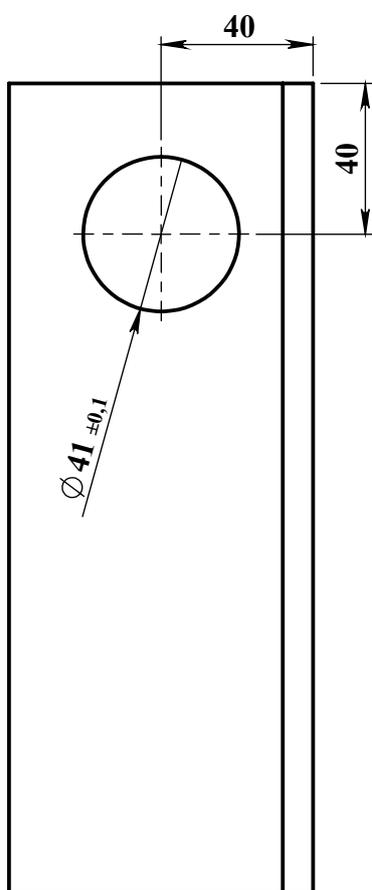
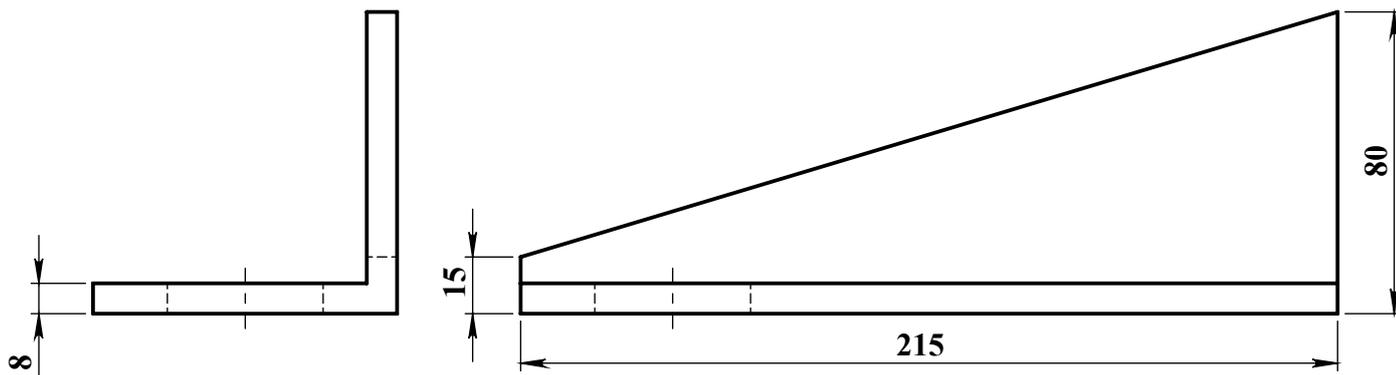
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Plan : N° 22111 Pièce : N° 46	
Echelle: 1 : 2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



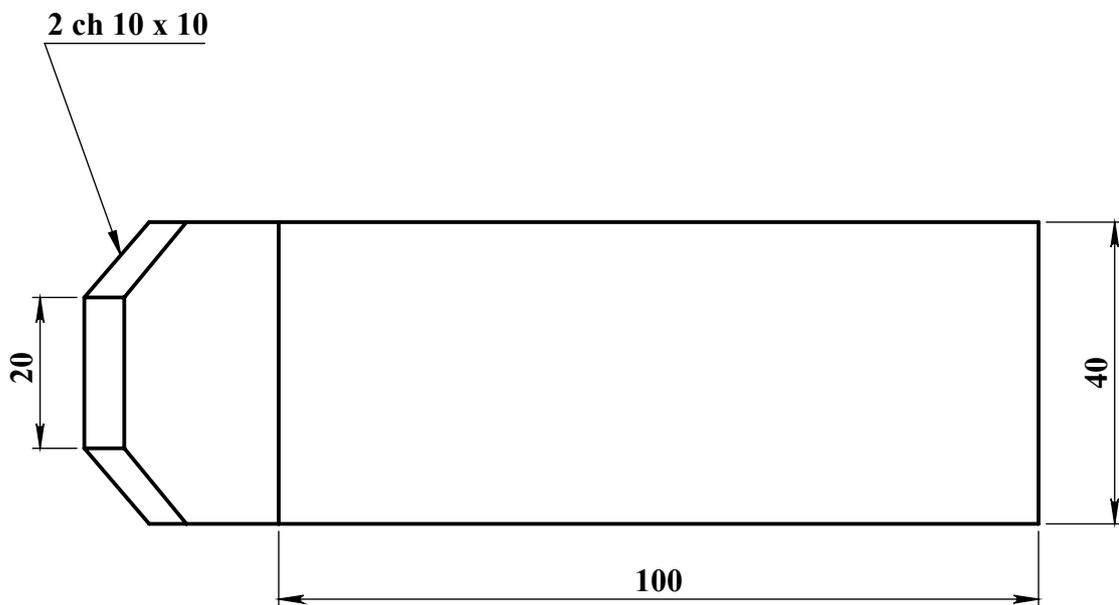
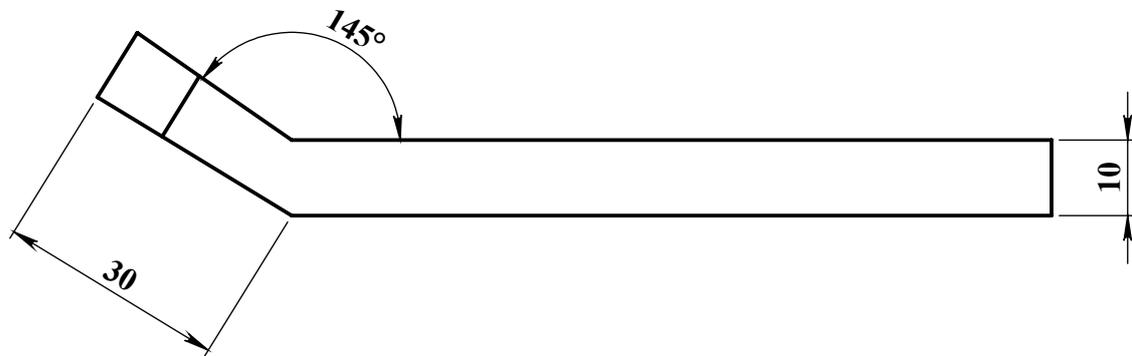
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Plan : N° 22106 pièce : N° 47	
Echelle : 1 : 2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date: 13/06/2018	



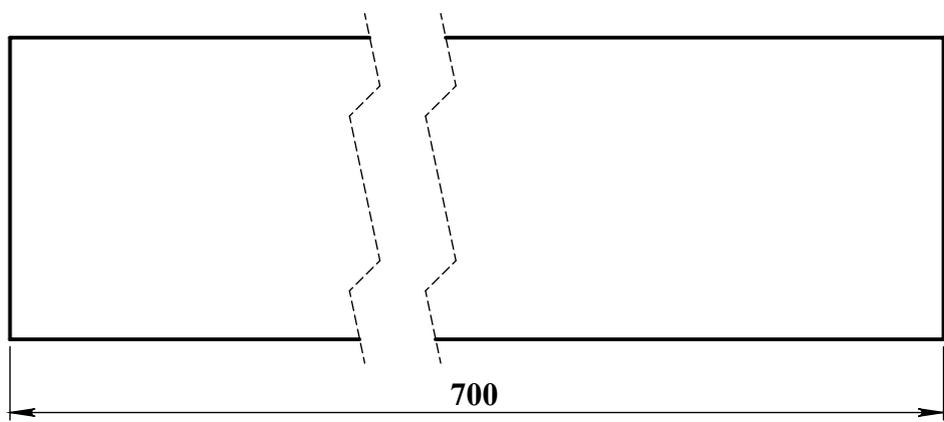
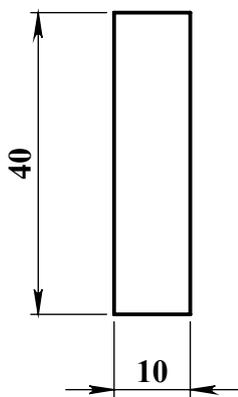
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 49	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

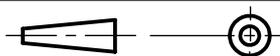


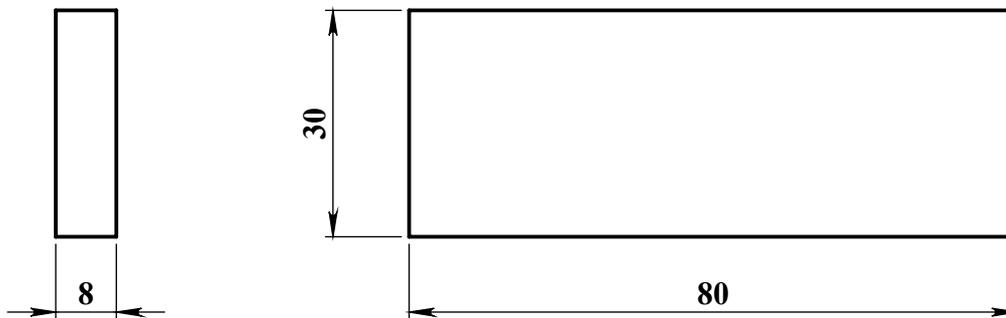
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 50	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

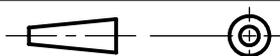


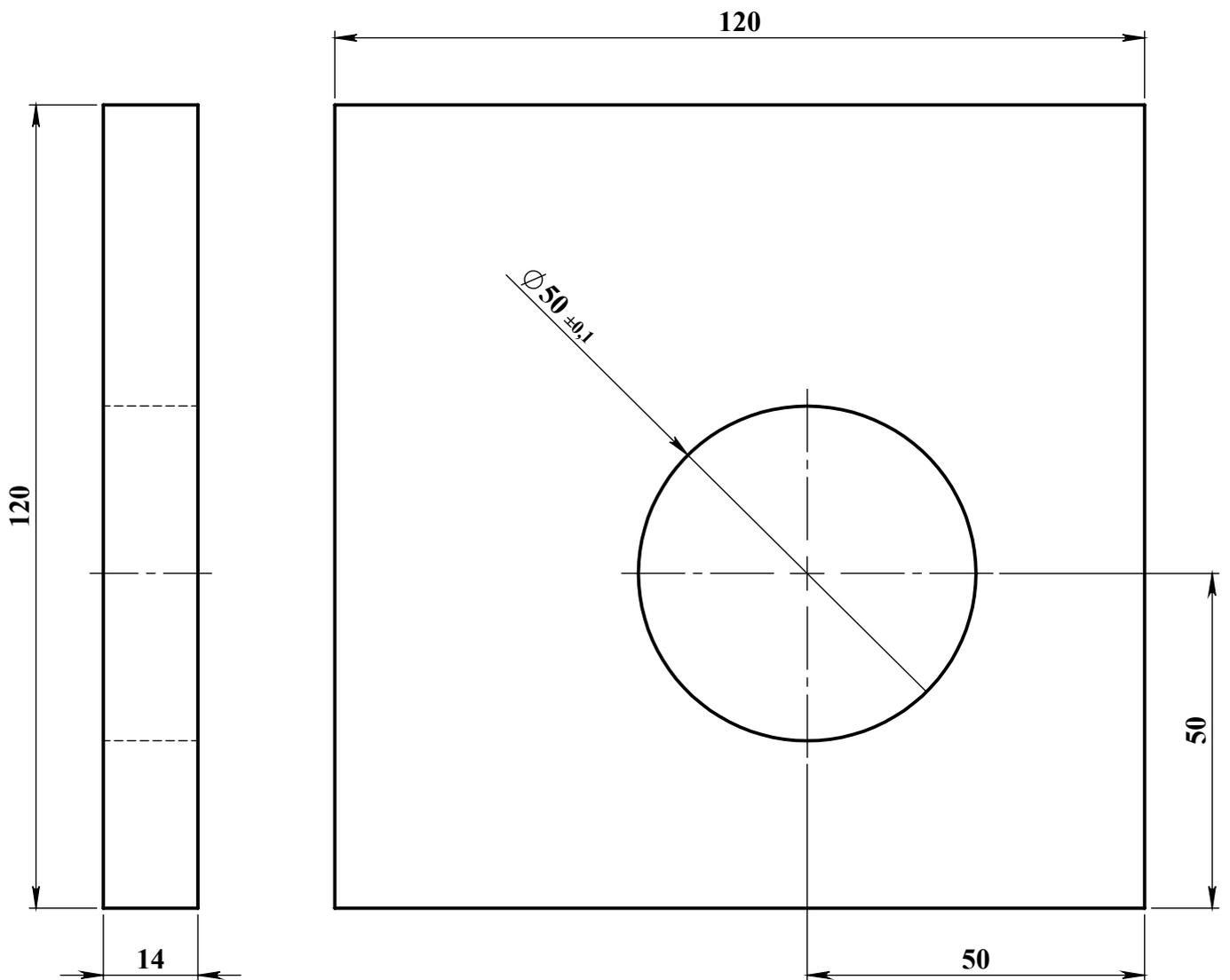
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 51	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



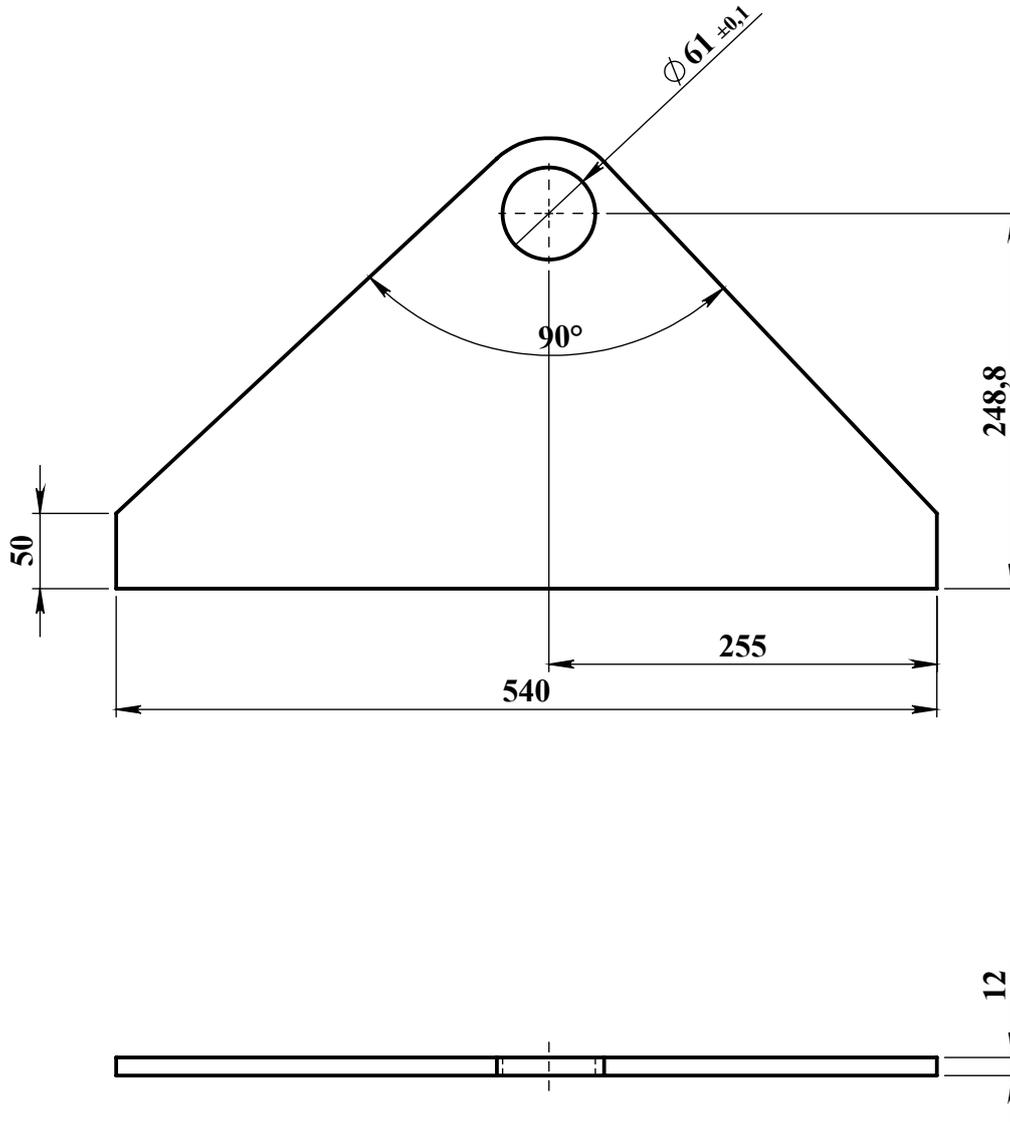
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 52	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



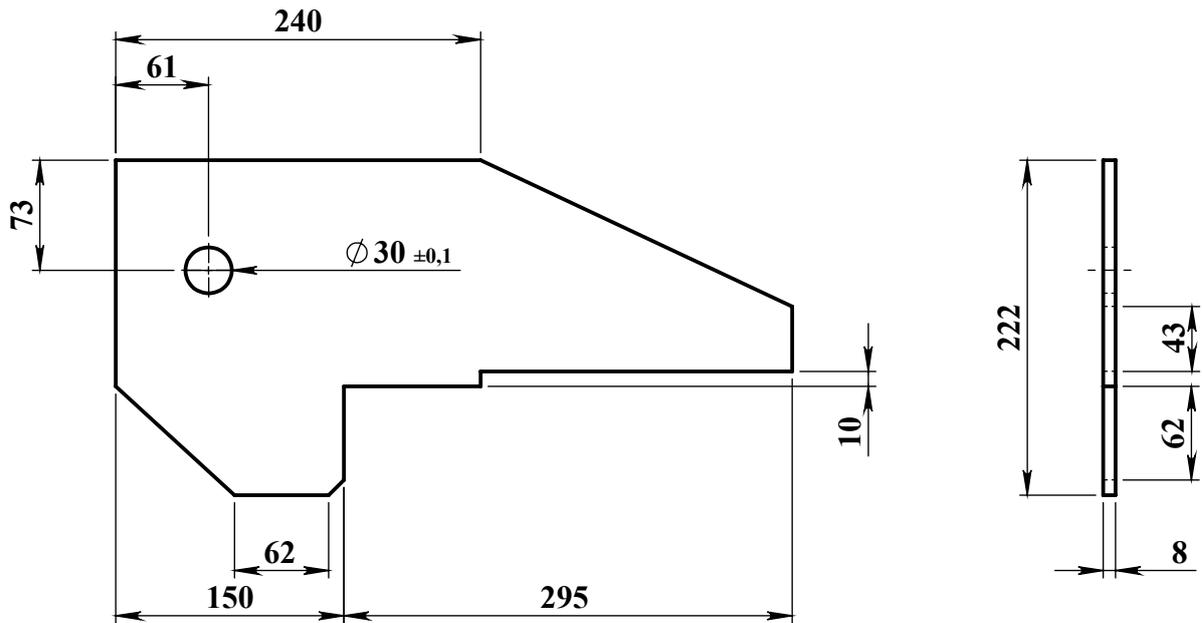
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 53	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHEet BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

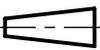


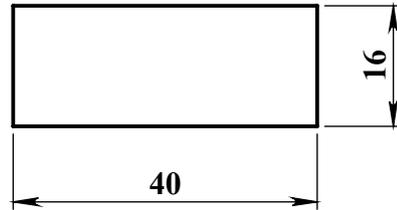
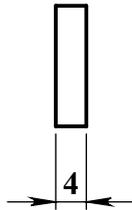
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Plan : N° 12095 Pièce : N°54	
Echelle: 1: 5	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
 	Date:13/06/2018	



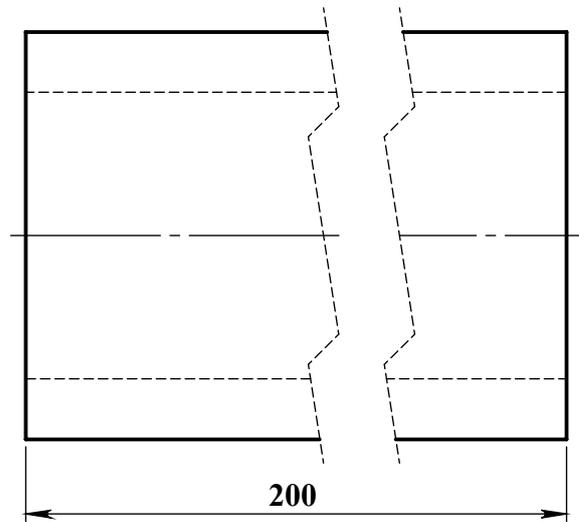
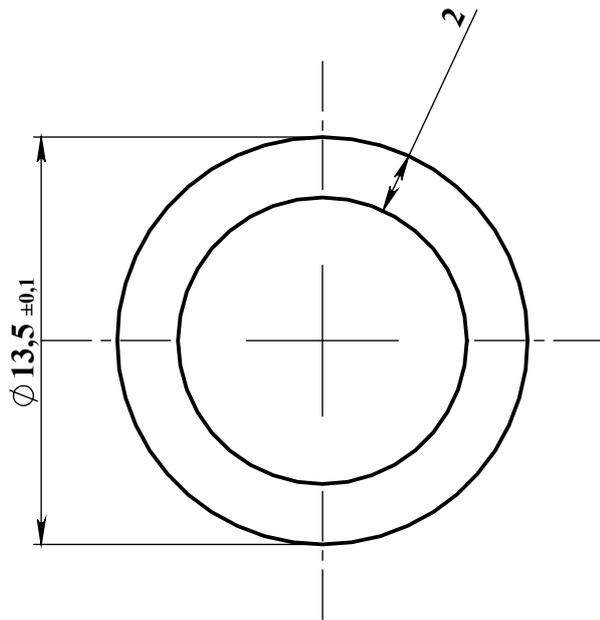
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	N° plan : N°12089 N° pièce: 55	
Echelle: 1: 5	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



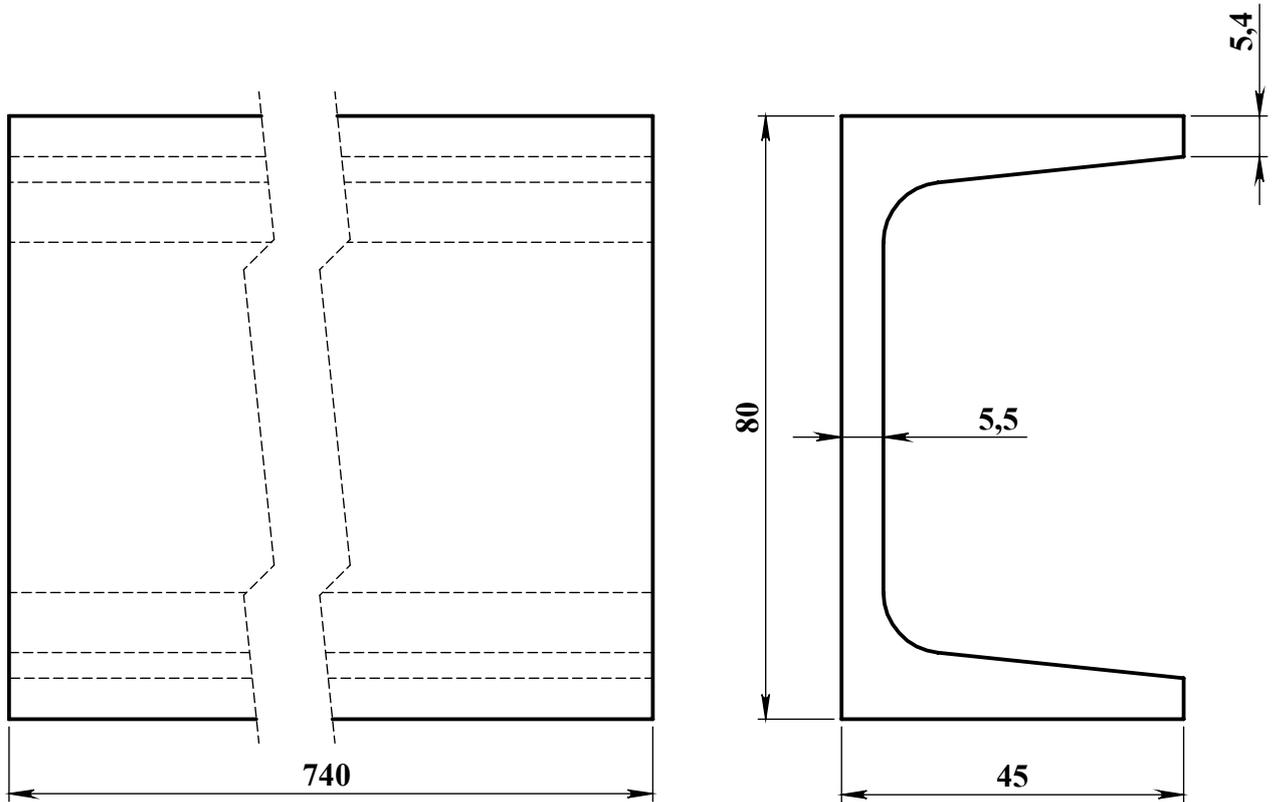
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce :N° 56	
Echelle :1 : 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	

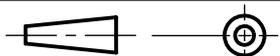


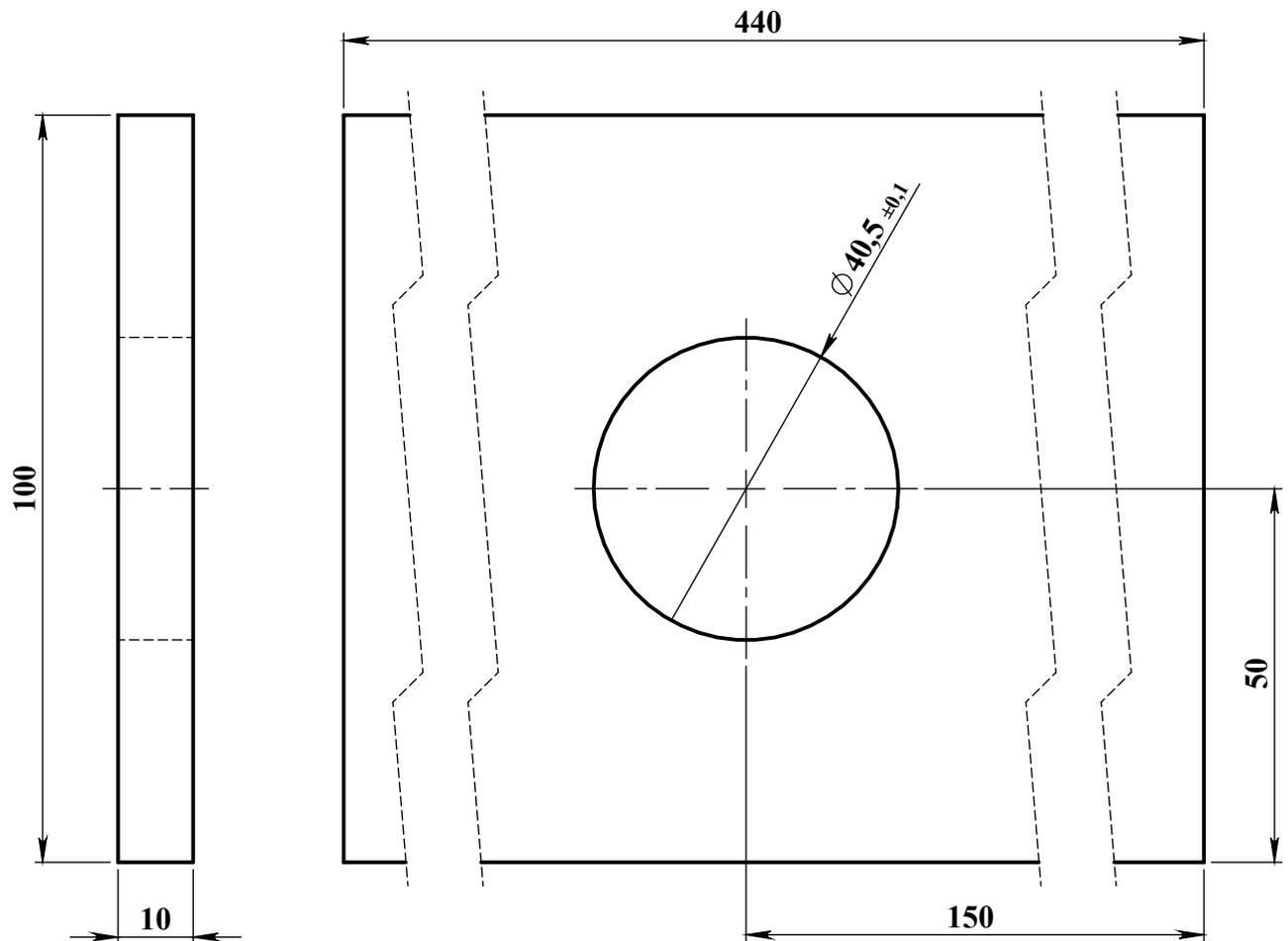
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 57(1)	
Echelle: 4 : 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



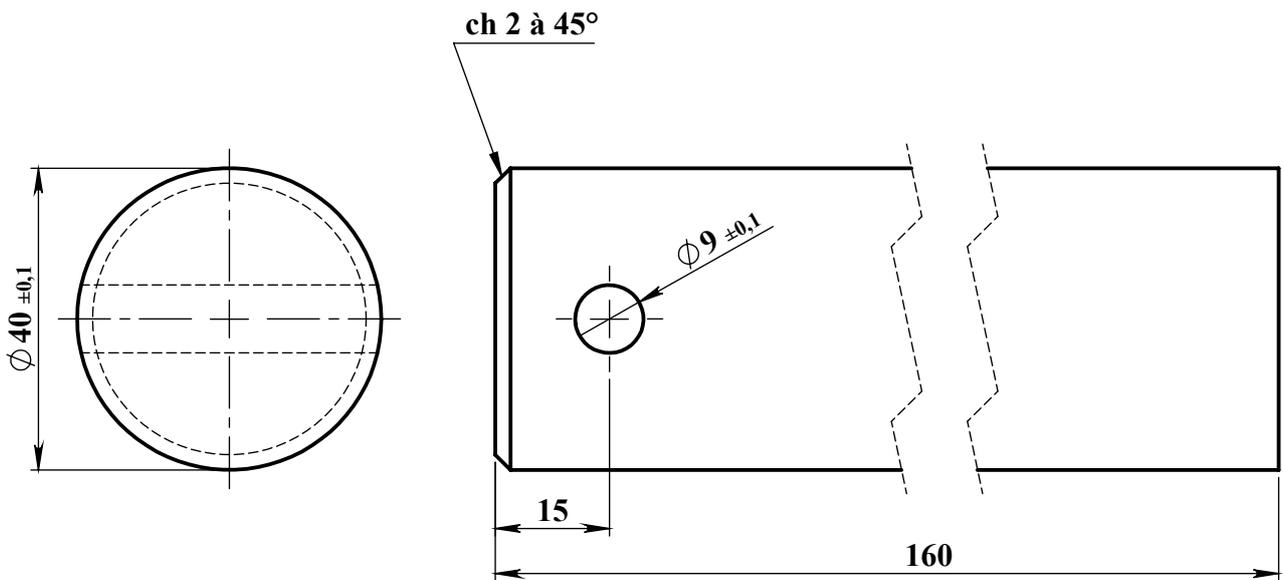
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(2)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



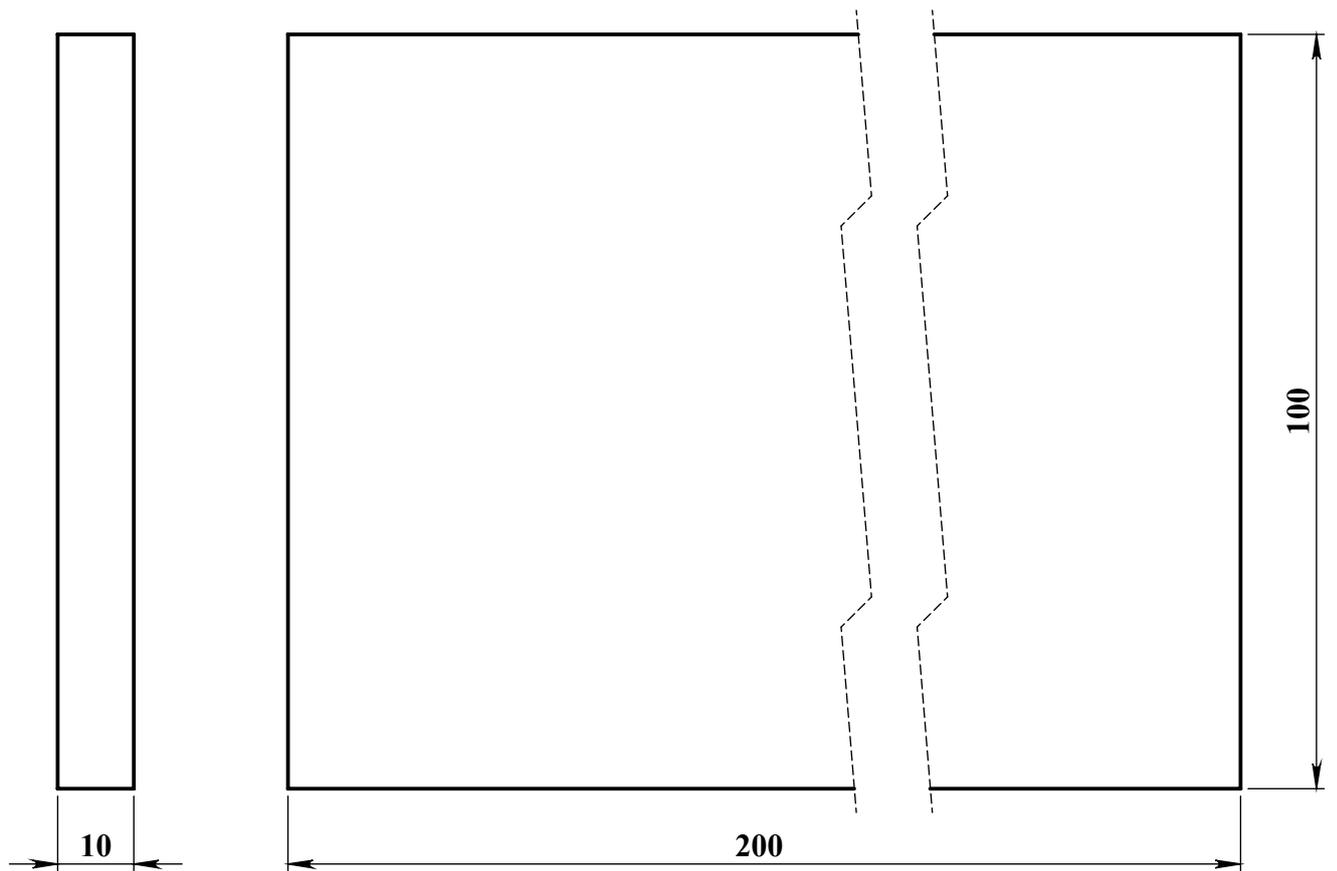
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce :N° 57(3)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

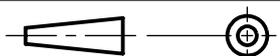


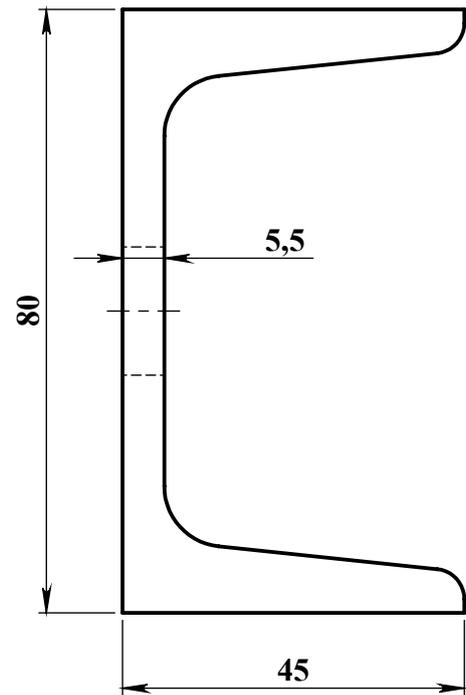
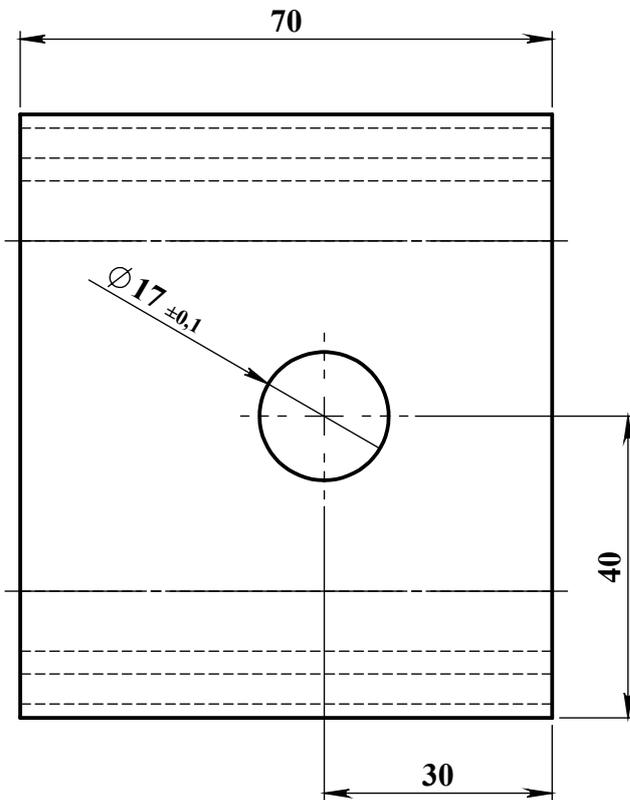
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(4)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



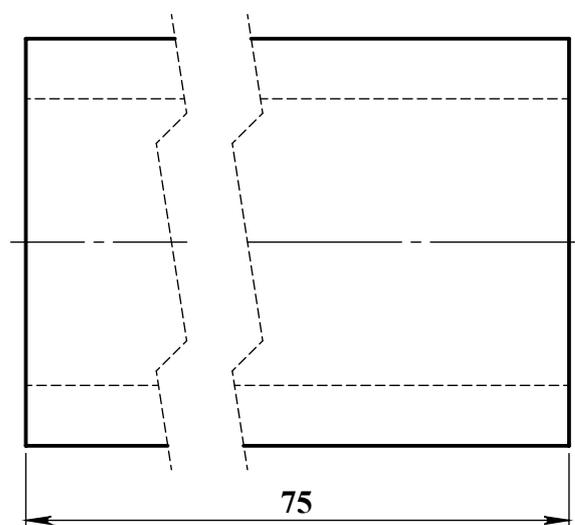
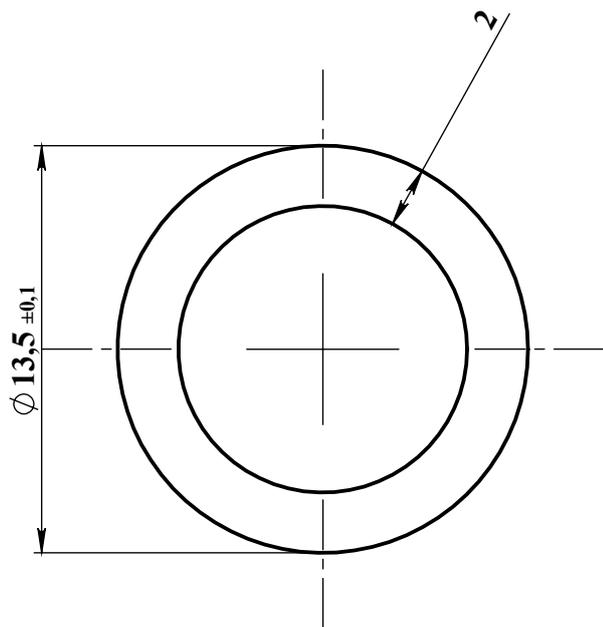
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(5)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



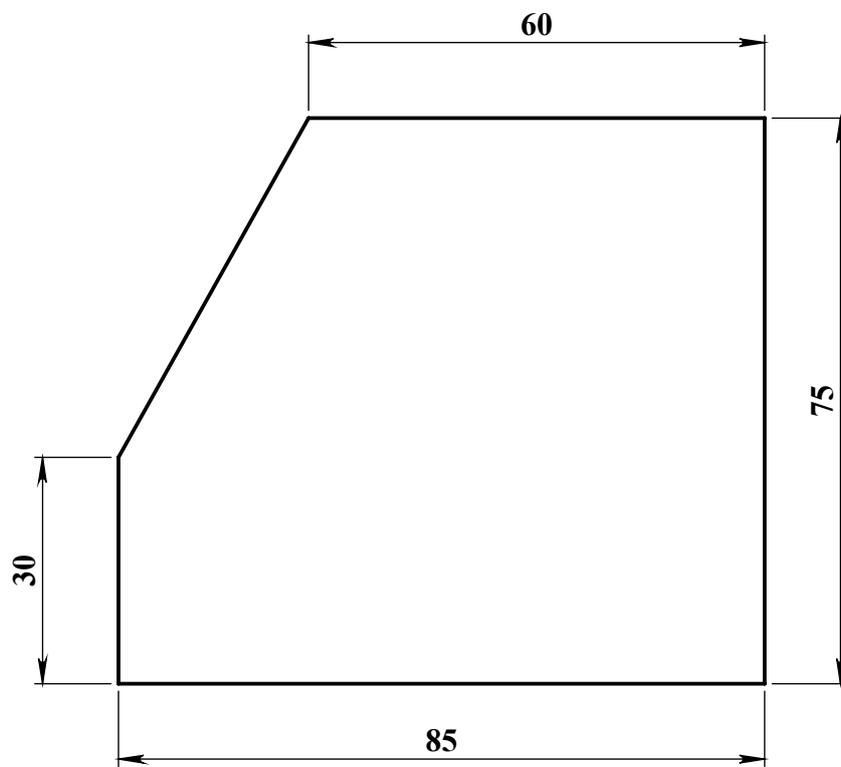
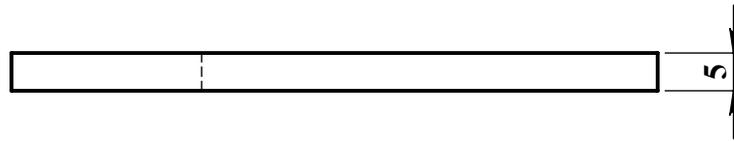
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce: N° 57(6)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

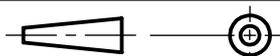


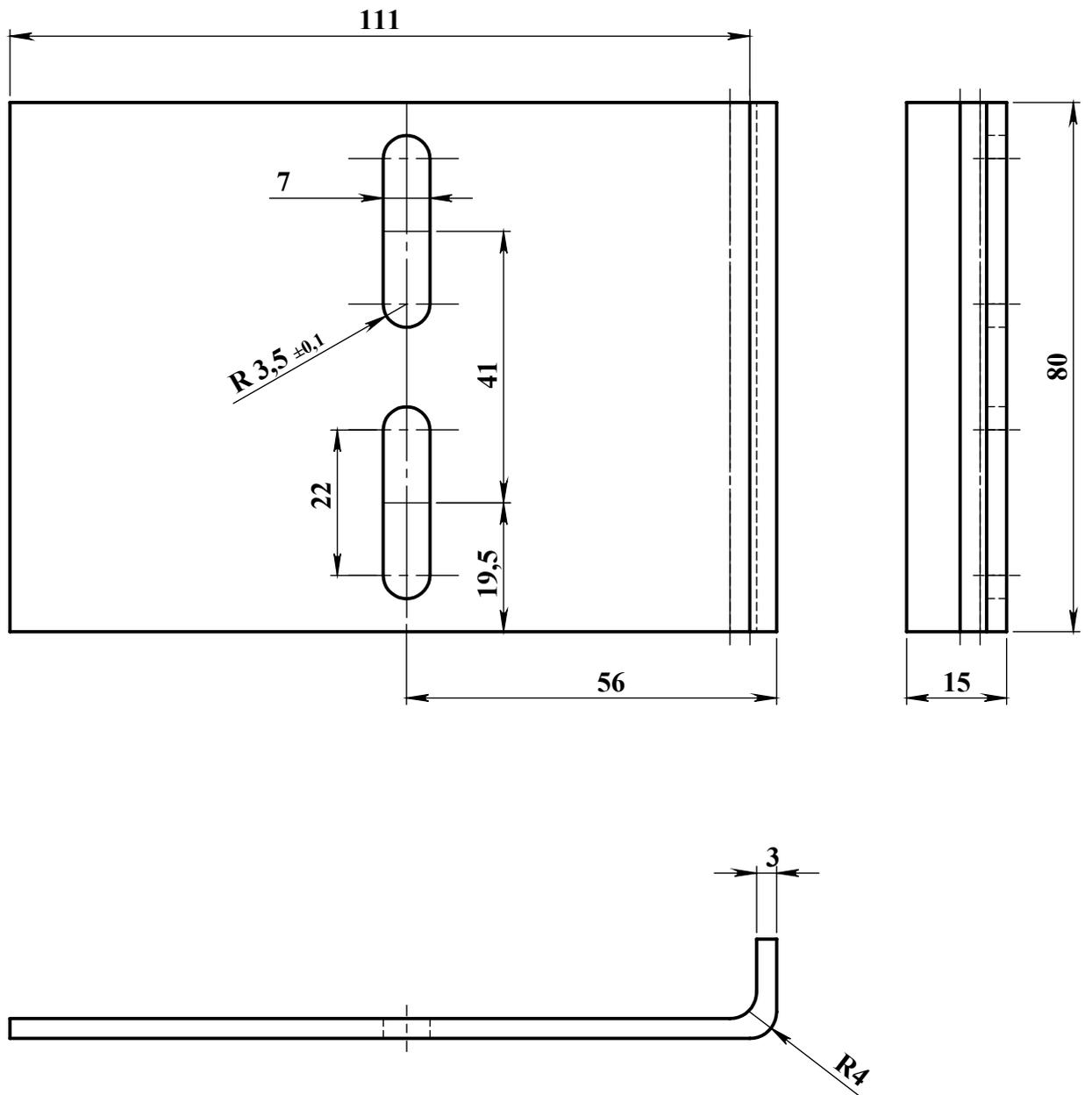
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(8)	
Echelle: 4: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
 	Date:13/06/2018	



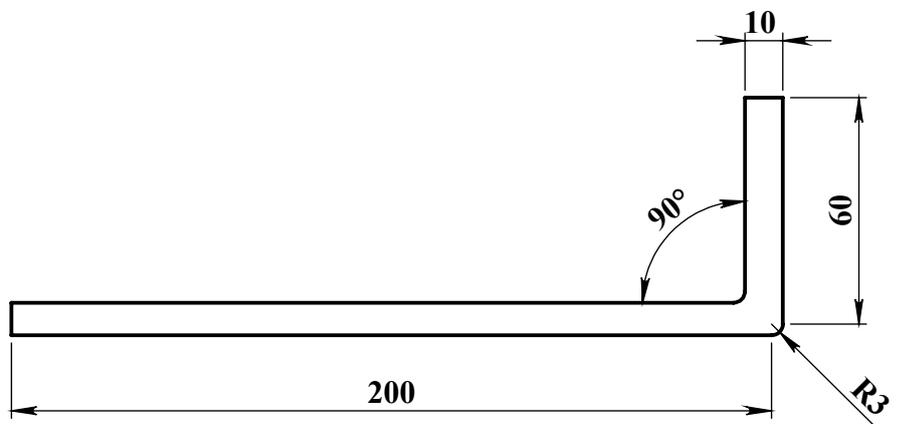
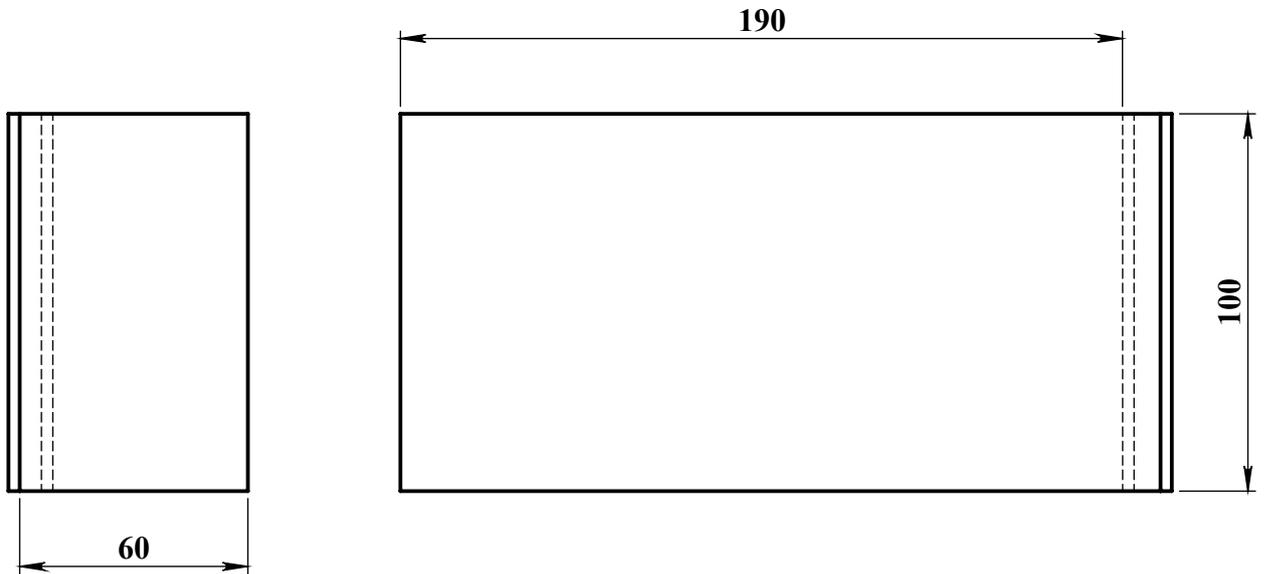
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(9)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	

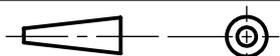


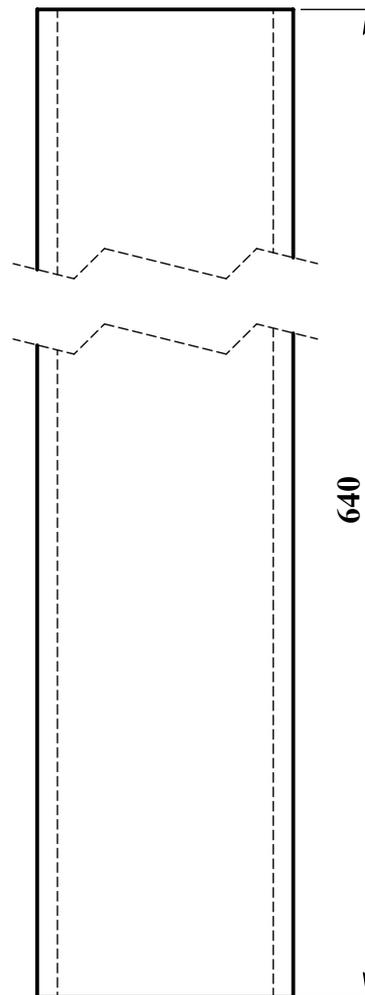
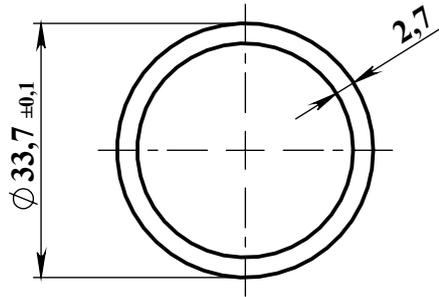
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(10)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	



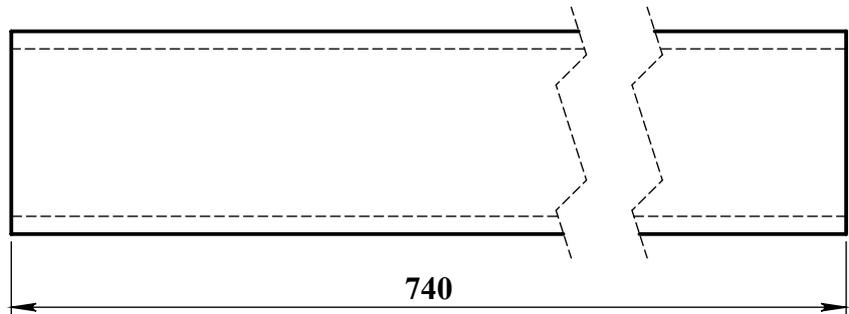
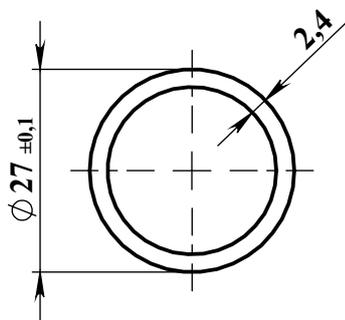
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble :	GRUE GMR 20.10	
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 57(11)	
Echelle: 1 : 2	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:13/06/2018	



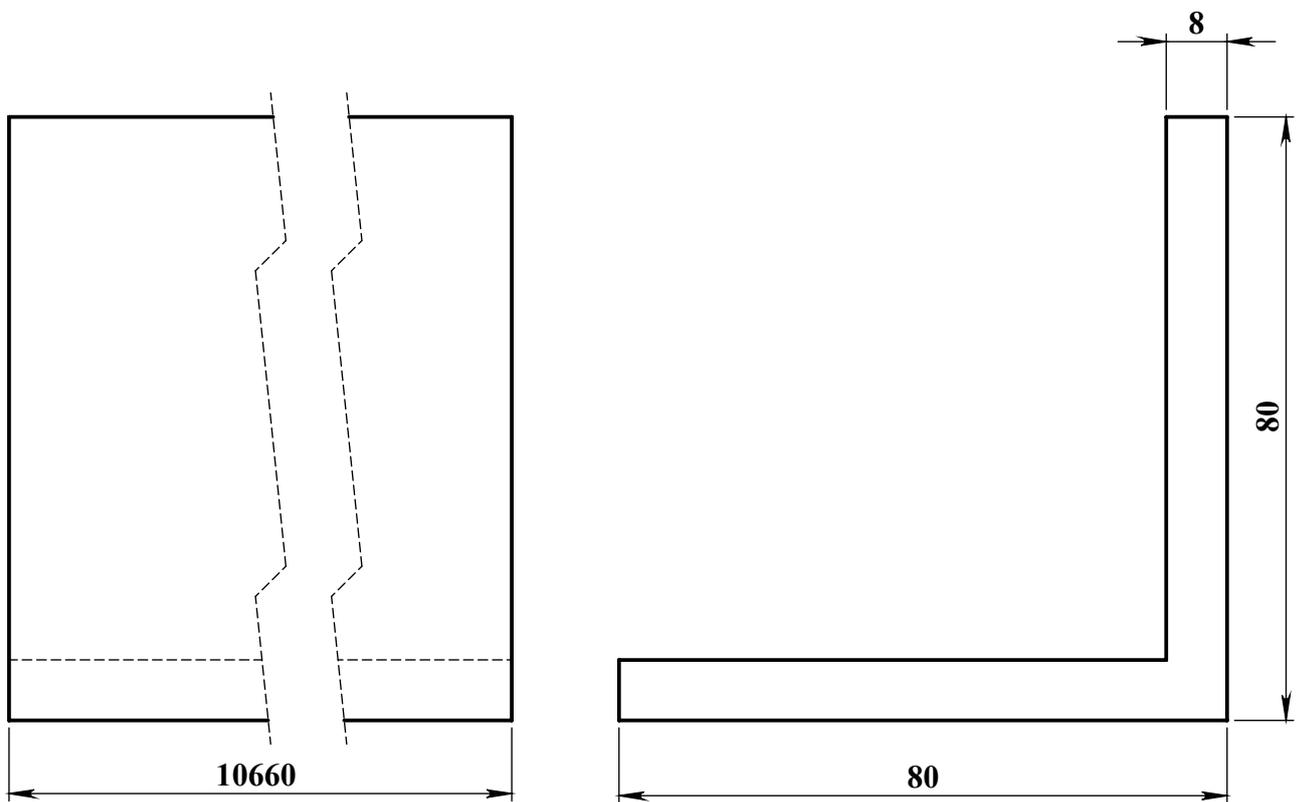
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 58	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
 	Date:13/06/2018	

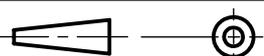


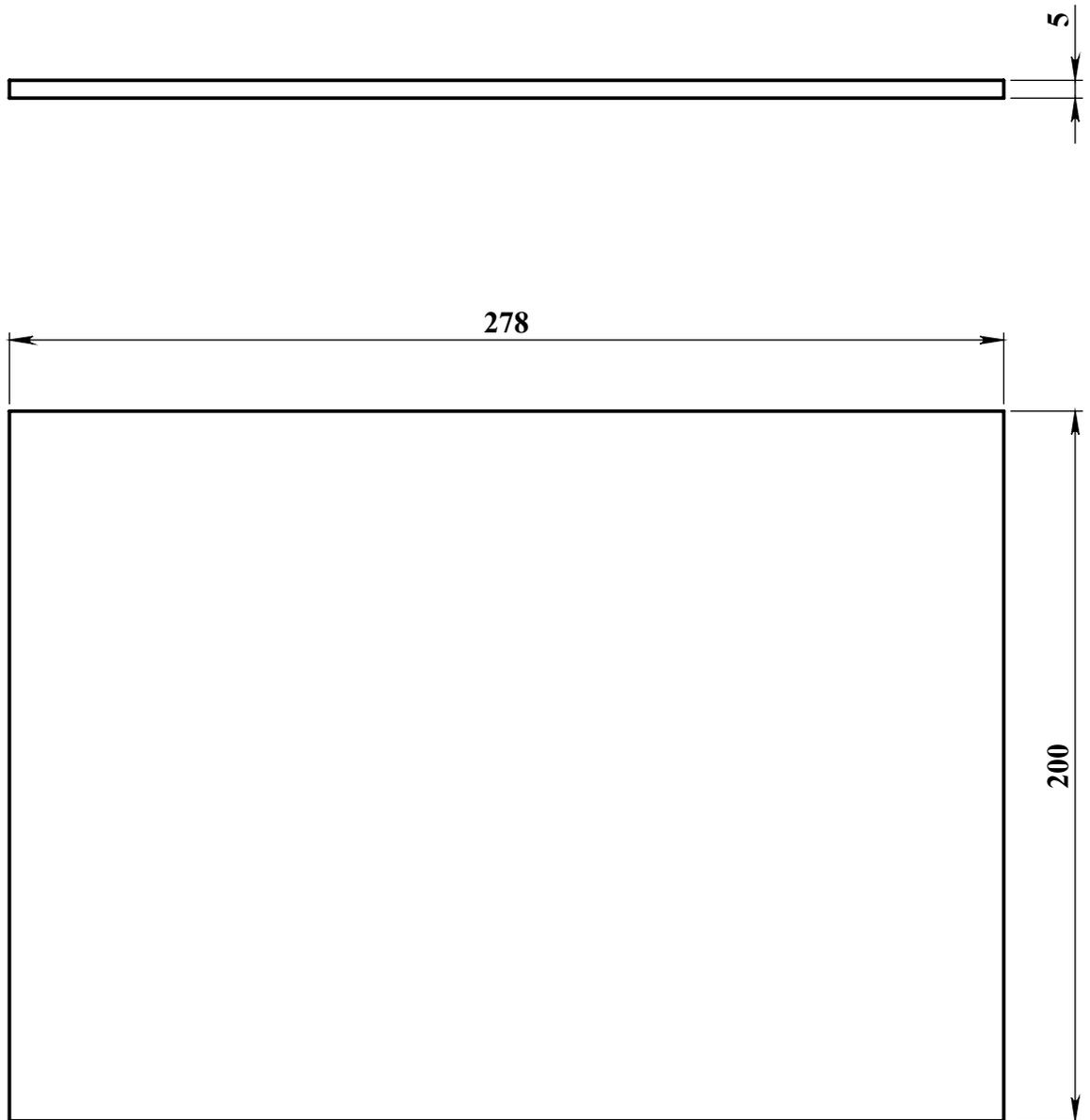
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 59	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
 	Date:13/06/2018	

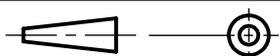


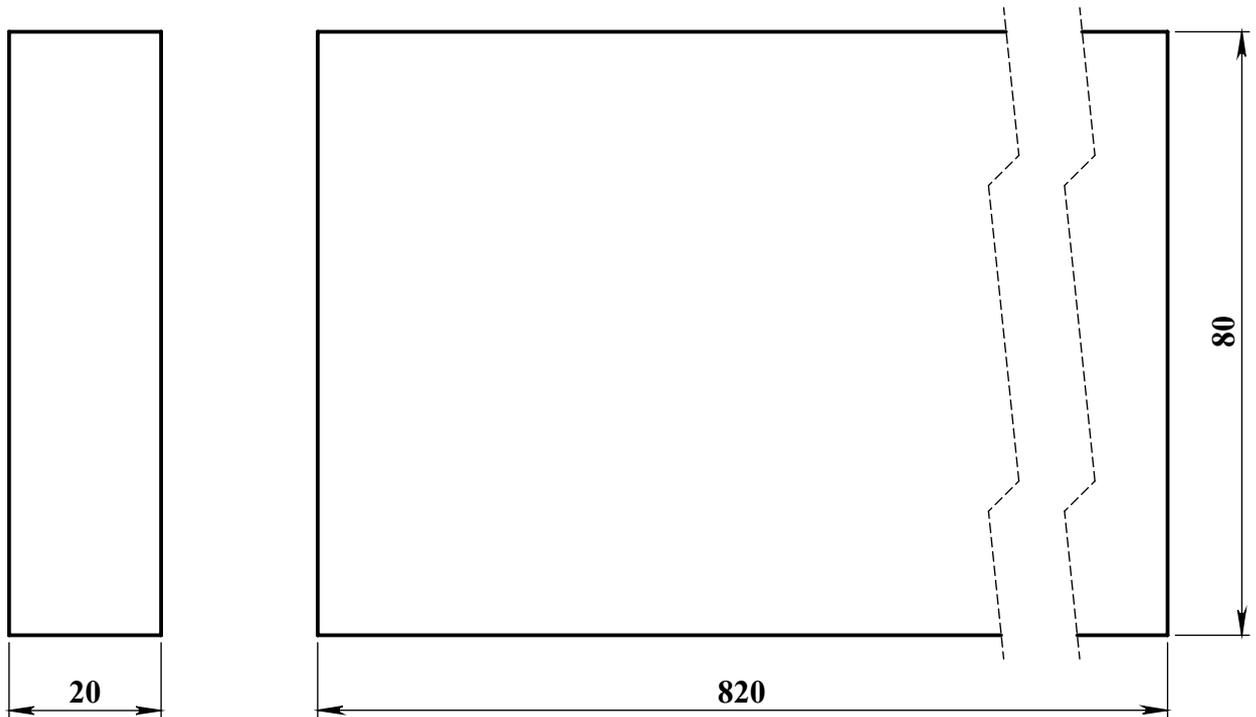
Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 60 et 61	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	

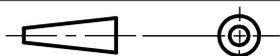


Tolérance générale :  $\pm 0.5$

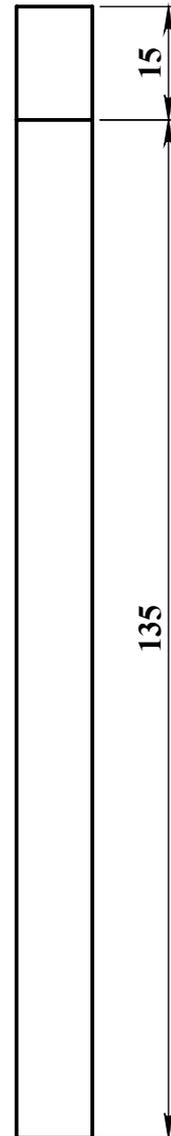
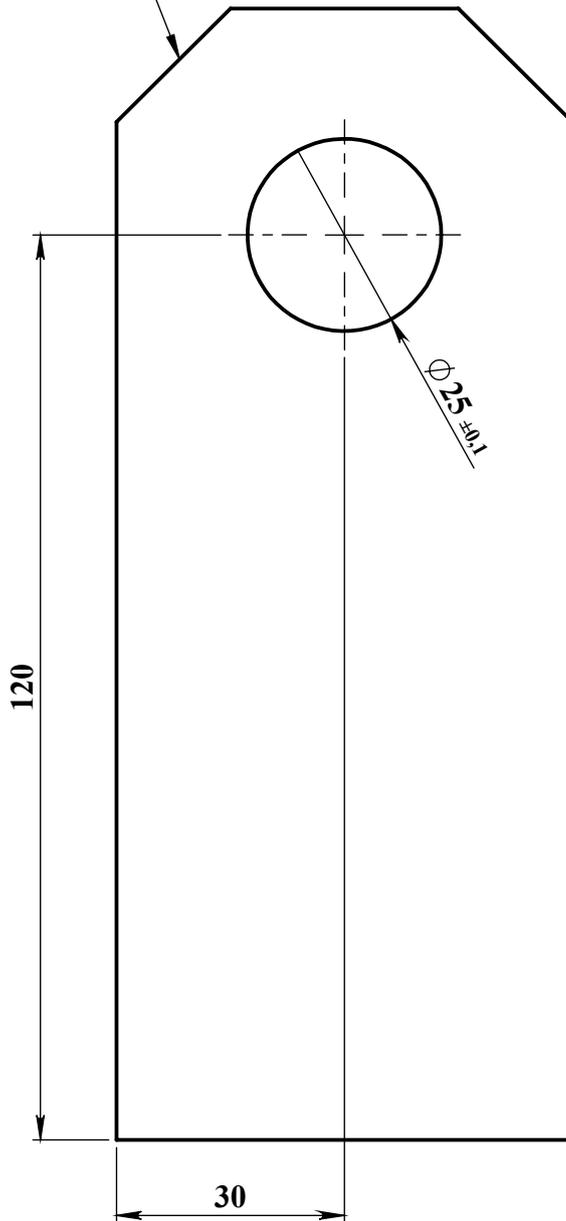
ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 62	
Echelle: 1: 2	Matériaux : E 24.2	<b>Dessiné:</b> <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:13/06/2018	



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		 
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Pièce : N° 63 (1)	
Echelle: 1: 1	Matériaux : E 24.2	Dessiné: <b>MAOUCHE et BEKHOUCHE</b>
	Date:13/06/2018	

2 ch 15 x 15



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA

Ensemble : GRUE GMR 20.10



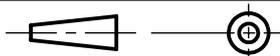
S/Ensemble : MAT

Pièce : N° 63 (2)

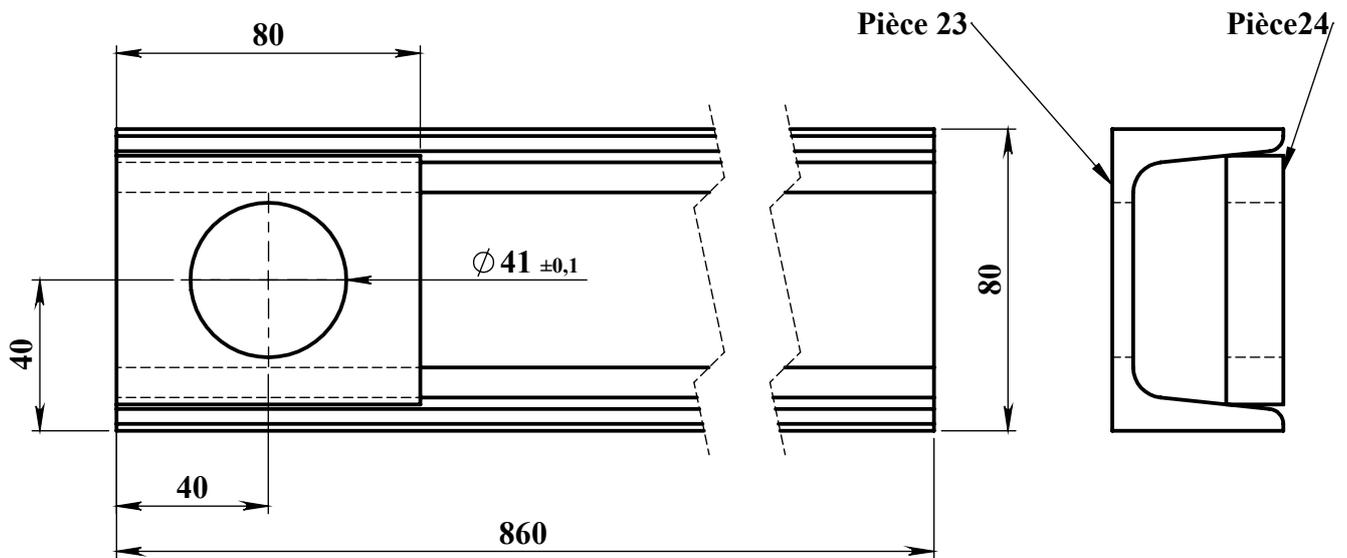
Echelle: 1: 1

Matériaux : E 24.2

Dessiné:  
MAOUCHE et BEKHOUCHE

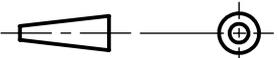


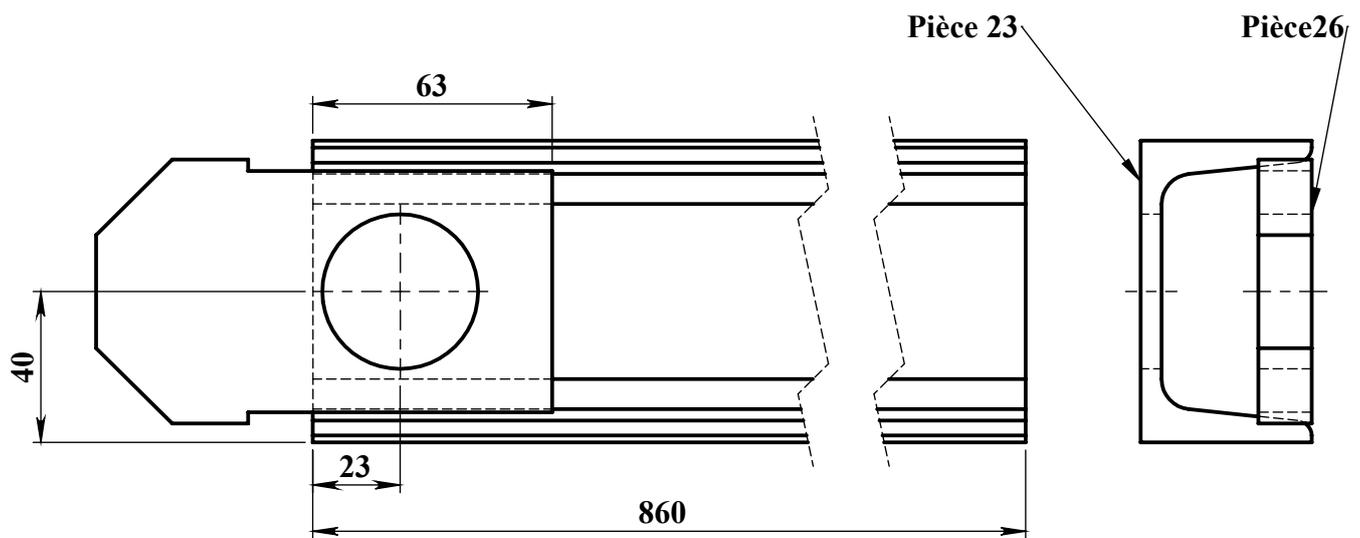
Date: 13/06/2018



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

N° Pièces	Désignation	QTE
Pièce 23	UPN 80 Lg 860	1
Pièce 24	Plat 80x15 Lg 66	1

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA		  جامعة بجاية Tasdawit n Bgayet Université de Béjaïa
Ensemble : GRUE GMR 20.10		
S/Ensemble : MAT	Préparation : Pièces N° 23 et 24	
Echelle: 1: 2	Matériaux E 24.2	Dessiné: MAOUCHE et BEKHOUCHE
	Date:13/06/2018	



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

N° Pièces	Désignation	QTE
Pièce 23	UPN 80 Lg 860	1
Pièce 26	Tôle ép 14x70	1

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA

Ensemble : GRUE GMR 20.10



S/Ensemble : MAT

Préparation : Pièces N° 23 et 26

Echelle: 1: 2

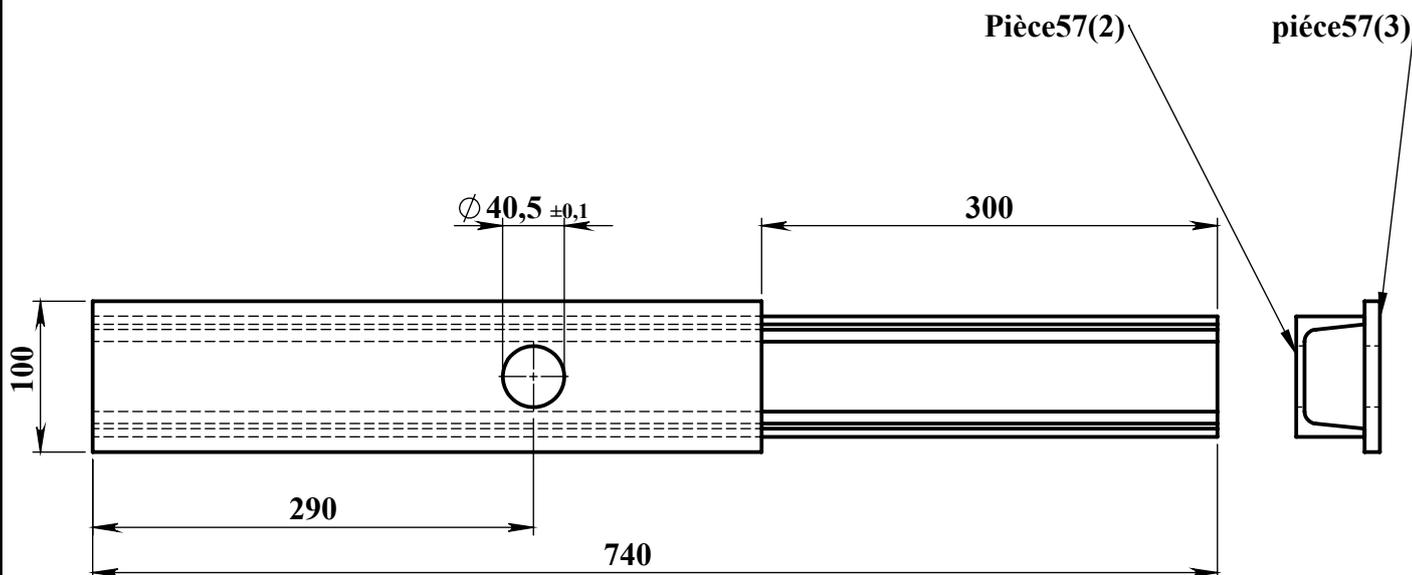
Matériaux : E 24.2

Dessiné:

MAOUCHE et BEKHOUCHE



Date:13/06/2018



Tolérance générale :  $\pm 0.5$

N° Pièces	Désignation	QTE
pièce 57(3)	Plat 100x10 Lg 440	1
Pièce 57(2)	UPN 80 Lg 740	1

ENMTP/ FAGECO DE BEJAIA



Ensemble : GRUE GMR 20.10

S/Ensemble : MAT

Préparation : Plan : N° 28554

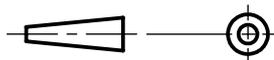
pièces 57(2) et (3)

Echelle: 1: 5

Matériaux : E 24.2

Dessiné:

MAOUCHE et BEKHOUCHE



Date:13/06/2018

## **Résumé**

Notre étude porte sur l'optimisation des étapes de fabrication mécano-soudée du mât extérieur d'une grue type GMR20.10. Il comporte une recherche bibliographique sur les généralités de fabrication du mât extérieur et une étude pratique sur les étapes de fabrication mécano-soudée de ce dernier et la modélisation des (02) deux programmes comme une gestion de projet. Ainsi que des mises en plan de chacune des pièces constituant la structure.

## **Abstract**

Our study focuses on the optimization of the welded manufacturing stages of the external mast of a crane type GMR 20.10. It includes a bibliographical research on the manufacturing generalities of the outer mast and a practical study on the manufacturing steps of the latter and the modeling of (02) two programs as a project management. As well as drawings of each of the parts constituting the structure.

## **ملخص**

تركز دراستنا علي تحسين مراحل تصنيع الميكانيكي وفي نفس الوقت في مجال التلحيم للصارى الخارجى للرافعة من صنف الكبير (رت س20.10). يشمل بحثنا على بحث مرجعي عن التصنيع للصارى الخارجى بصفة عامة وقمنا بدراسة تطبيقية عن مراحل تصنيع هذا الأخير كما قمنا بإنشاء برمجيين لتحسين سيرورة المشروع، فضلا عن الرسومات لكل أجزاء الصارى الخارجى لهذه الرافعة.