

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



FACULTE DE TECHNOLOGIE
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : Fabrication mécanique et productive

THEME

Etude et conception d'un gabarit de soudage pour l'ensemble
pédale de frein N°1168192.

Présenté par :

REHAMNIA Asma.

SENDJAKEDDINE Amina.

Promoteur :

Mr M.O. CHALLALI

Encadreur :

Mr. A. SAHARI

Promotion 2019- 2020

Remerciement

Nous remercions d'abord ALLAH de nous avoir donné la force et la santé pour pouvoir réaliser ce travail.

Nous tenons à présenter nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude à nos encadrants Mr M.O. CHALLALI et Mr A. SAHARI. Merci de nous avoir encadrées, soutenues et si bien orientées tout au long de ce travail. Merci pour nous avoir guidées, éclairées et surtout d'avoir veillé à l'aboutissement de notre projet de fin d'étude.

Nous remercions aussi les membres de jury d'avoir accepté de juger notre travail.

Nous exprimons, également, notre sincère gratitude au chef service méthodes ainsi que le personnel de l'SNVI pour leur accueil et leur disponibilité.

Nous saisissons l'occasion pour remercier Mr M. TOURAB pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion. Nous remercions également Mr F. SEMMOUD, Mr CHELIL chef du département mécanique ainsi que tout nos enseignants.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre projet et qui ont aidé lors de la rédaction de ce mémoire.

Dédicace

*Je dédie ce mémoire à ma mère et mon père ;
Qu'ils puissent recevoir à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression
de mes sentiments et de mon éternelle gratitude ;*

A mon frère Hamza, mes adorables sœurs Israa, Rania et Hazar ;

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation ;

*A mes meilleures amies : Inel, Manel, Fifi, Lydia, Nadjet, Boutheina, Dihya,
Ahlem, Amel, Khaoula et Khadija que je félicite et à qui je souhaite plus de
réussite ;*

A mon très cher ami Rahim ;

A Amina, ma très chère amie avant d'être ma binôme.

Asma

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à ma mère ABBES Ftiha et mon père SENDJAK
EDDINE Rabah qui ont toujours prié
pour moi ;
Qui n'ont pas cessé de m'encourager et de me soutenir ;
Qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, q'Allah les protège ;*

A mes frère et sœurs;

*A mes neveux Abdessamed, Abderrahim, Abdessalam, Abdelmalek, Abdelghani,
Malak, Adam, et Wail;*

*J'adresse également mes remerciements à tous mes amies les plus chères :
Nesrine, Sofia, Fatiha, Mey Ghadir, Nour ELHouda, Boutheina, Dihya,
Lylia Khadija et Fatiha ;*

A mon ami Hsen et à ma binome Asma REHAMNIA;

*A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer ;
Je dédie ce travail.*

AMINA

Table des matières

- Introduction générale** **1**

- I Généralités sur la gamme de soudure** **4**
 - I.1 Introduction 5
 - I.2 Étude générale sur la pédale de frein 5
 - I.2.1 Définition 5
 - I.2.2 Caractéristiques mécaniques des matériaux composant la pédale de frein 5
 - I.2.3 Dessins de définition et d'ensemble de la pédale de frein 7
 - I.2.4 Le recuit de stabilisation 7
 - I.3 La mise en position isostatique des pieces MPI 8
 - I.4 Présentation de la gamme de soudage 8
 - I.4.1 Définition 8
 - I.4.2 Principes du procédé du soudage MAG 10
 - I.4.3 Descriptif du poste à souder MAG 10
 - I.4.4 Paramètres de soudage 11
 - I.4.5 Calcul de l'effort que transmet le cordon de soudure par la condition de résistance aux déformations 11
 - I.5 Conclusion 14

- II Analyse fonctionnelle** **15**
 - II.1 Introduction 16
 - II.2 Définition 16
 - II.3 Analyse Fonctionnelle Externe : (Méthode APTE) 16
 - II.3.1 Analyse du Besoin 16
 - II.3.2 Analyse fonctionnelle du besoin 17
 - II.3.2.1 Définition 17

II.3.2.2	Notion de Fonctions de Service (F.S.) (Suivant la norme AFNOR X50-151)	18
II.3.3	Analyse Fonctionnelle Interne : Analyse Fonctionnelle Technique . .	21
II.4	Conclusion	24
III	Étude préliminaire du projet	25
III.1	Introduction	26
III.2	Définition et rôle de gabarit de soudage	26
III.3	Étude conceptuelle du gabarit de soudage	26
III.3.1	Extraction pièce	26
III.3.2	Études de l'encombrement du gabarit de soudage	26
III.3.3	Étude des contraintes liées à la conception	26
III.4	Soudage à l'arc électrique-électrode enrobé	27
III.4.1	Définition	27
III.4.2	Principe du procédé	27
III.4.3	Descriptif du matériel	27
III.4.4	Domaines d'application	27
III.5	Choix des matériaux pour la conception du gabarit de soudage	28
III.5.1	Introduction	28
III.5.2	Différents matériaux entrant dans la composition du gabarit de sou- dage	28
III.5.3	Définition et rôle des différents traitements thermique et thermo- chimique choisis :	32
III.5.3.1	Cémentation :	32
III.5.3.2	Traitements thermiques :	33
III.6	Conclusion	38
IV	Étude des liaisons	39
IV.1	Introduction	40
IV.2	Mobilités fonctionnelles d'un mécanisme	40
IV.2.1	Définition	40
IV.2.2	Mobilité fonctionnelle	40
IV.3	Isostatisme	40
IV.4	Les liaisons cinématiques	41
IV.4.1	Définition d'une liaison mécanique	41

IV.4.2	Définition d'un degré de liberté	41
IV.4.3	Dégré de liaison	41
IV.4.4	Surfaces élémentaires et hypothèses	41
IV.4.5	Type de contact entre les solides	42
IV.4.6	Types de liaisons	43
IV.5	Les classes d'équivalence	45
IV.6	Graphe de liaison	46
IV.7	Schéma cinématique	46
IV.8	Torseur cinématique	46
IV.9	Conclusion	46
V	Dimensionnement et calculs RDM	47
V.1	Introduction	48
V.2	Types d'assemblage employé dans le montage	48
V.2.1	Assemblages soudés	48
V.2.2	Assemblages par éléments filetés	53
V.3	Maintien en position	53
V.3.1	bride	53
V.3.2	La sauterelle	56
V.3.3	calcul de l'effort de serrage F_s	57
V.4	Calcul des appuis	57
V.5	choix du ressort	60
V.6	Conclusion	61
	Conclusion générale	62
	Bibliographie	64
	Annexes	65
V.7	Dessin de définitions et d'ensemble de la pièce	66
V.8	Gamme de soudage	72
V.9	Solutions techniques	75
V.10	Liaisons cinématiques	77
V.11	Sauterelle SU11 Ref 005020 – 060023_1 NOORELEM	83
V.12	Dessin de définition du montage avec cotation GPS	86
V.13	Dessin du montage et nomenclature	88

V.14 Mise en position	90
V.15 Dessins de définition des pièces principales du montage	92

Table des figures

I.1	Soudage MAG	10
I.2	Représentation des éléments de base dans la soudure.	12
I.3	Représentation de la gorge et la longueur du cordon de soudure.	12
I.4	Répartition des contraintes effectives dans un soudage d'angle.	13
II.1	Schématisation des étapes de l'analyse fonctionnelle.	16
II.2	Diagramme bête a corne.	17
II.3	Diagramme des inter-acteurs.	19
II.4	Diagramme de pieuvre.	19
II.5	Arbre fonctionnel.	21
II.6	Diagramme FAST.	23
II.7	Diagramme SADT niveau A-0.	24
II.8	Diagramme SADT niveau A-0.	24
IV.1	Schématisation d'une liaison sont supposées sans jeux.	42
IV.2	Présentation de quelques liaisons mécaniques.	44
V.1	Zone N°1.	49
V.2	Zone N°2.	50
V.3	Zone N°2.	51
V.4	Bride pivotante.	54
V.5	Sauterelle à levier vertical à embase horizontal.	56
V.6	Appui-plan N°10.	58
V.7	Appui-plan N°8.	59
V.8	Ressort de compression NOORELEM.	61

Liste des tableaux

I.1	Désignation du S 235 JR selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.	5
I.2	Composition chimique du S 235 JR en %.	6
I.3	Caractéristiques mécaniques du S 235 JR.	6
I.4	Désignation du C22 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.	6
I.5	Composition chimique du C22 en %.	7
I.6	Caractéristiques mécaniques du C22.	7
I.7	Mise en position isostatique	9
I.8	L'intensité à régler selon l'épaisseur de la pièce à souder et le diamètre de l'électrode.	11
I.9	Les coefficients β_W et γ_{MW} a chaque nuances d'acier.	14
II.1	Expression du besoin.	17
II.2	Expression du besoin de l'SNVI.	17
II.3	liste des fonctions de services.	20
III.1	Désignation du 25 CrMo4 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.	29
III.2	Composition chimique du 25CrMo4 en %.	29
III.3	Caractéristiques mécaniques du 25CrMo4.	29
III.4	Désignation du C35 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.	30
III.5	Composition chimique du C35 en %.	30
III.6	Caractéristiques mécaniques du C35.	30
III.7	Composition chimique du CuSn7Zn4Pb6 en %.	30
III.8	Caractéristiques mécaniques du CuSn7Zn4Pb6.	31
III.9	Désignation du 25 CrMo4 selon les normes NF A35-551 , W.Nr et EN.	31
IV.1	Surfaces élémentaire.	41

IV.2	Type de contact entre les solides.	42
IV.3	Liaisons mécaniques.	45
V.1	Langueur réelle et la gorge attribuée à chaque zone de soudure donnée par le BE SNVI-VIR.	49
V.2	Classification des efforts de soudage attribuée a chaque zone de soudage dans l'ensemble pédale de frein.	52

Liste des sigles et acronymes

ISO	Organisation Internationale de Normalisation
DIN	Institut Allemand de Normalisation (Deutsches Institut für Normung)
AFNOR	Association Française de Normalisation
NF	Norme Française, norme adoptée par l'AFNOR.
EN	European Norm
CM66	Règles de Constructions Mécaniques
TE	Tôlerie Emboutissage
BE	Bureau d'Étude
BCE	Bloc Cinématique Équivalent
T	Température
Re	Limite élastique
Rr	Résistance a la rupture
E	module d'Élasticité longitudinale
A	Allongement
HB	la dureté
F	la force de bloc
y	Conductivité Thermique
f_u	Limite a rupture du métal de base.
SMAW	soudage a l'arc l'électrode enrobé (shielded metal arc weldin)
GMAW	(gas metal arc welding)
MAG	metal actif gaz
A.P.T.E	application au technique d'entreprise
E.M. E	element du milieux exterieur

F_s	fonction de service
ST	fonction technique
FT	fonction technique
F.A.S.T	Function Analysis System Technic
S.A.D.T	Stuctured Analysis and Design Technic
TR	Température de Recuit
Z	la striction du matériau
Ac	Acier Cimentation
Re	la limite élastique de matériau [N/mm ²]
R_{max}	la limite élastique[N / mm ²]
R	la contrainte normale [N/mm ²]
N	les efforts de soudage
M_f(A)	Moment fléchissant maximal [Nl mm]
C_s	coefficient de sécurité
IGZ	Moment d'inertie [mm ⁴]

Résumé :

Les véhicules, qu'ils soient légers ou lourds, sont composés d'un ensemble d'éléments complexes dont chacun a une fonction bien spécifique, le moteur par exemple est le principal responsable du mouvement du véhicule, le système de freinage par contre lui permet de ralentir ou même de s'arrêter. Celui-ci est essentiellement actionné par la pédale de frein. Vu son emplacement délicat il est nécessaire de bien la concevoir.

Le présent travail portera sur l'étude et la conception d'un montage de soudage adéquat qui permettra de mettre en position la pièce et de la maintenir lors du soudage pour l'obtention d'une pédale de frein de haute qualité.

Abstract:

Vehicles, whether light or heavy, are composed of a set of complex elements each of which has a very specific function, the engine for example is the main responsible for the movement of the vehicle, the braking system on the other hand allows it to slow down or even stop. This is mainly actuated by the brake pedal. Given its delicate location, it is necessary to design it well.

This work will focus on the study and design of an assembly of an adequate welding fixture which will allow the part to be positioned and held during welding to obtain a high quality brake pedal.

ملخص:

تتكون المركبات، سواء كانت خفيفة أو ثقيلة، من مجموعة من العناصر المعقدة، لكل منها وظيفة محددة للغاية، على سبيل المثال المحرك هو المسؤول بشكل أساسي عن حركة السيارة، نظام الكبح من ناحية أخرى يسمح لها بالإبطاء أو حتى التوقف. يتم تشغيل هذا بشكل أساسي بواسطة دواسة الفرامل. نظرًا لموقعها الدقيق، من الضروري تصميمها جيدًا.

سيركز هذا العمل على دراسة وتصميم تجميع اللحام المناسبة والتي ستسمح بوضع الجزء وتثبيتته أثناء اللحام للحصول على دواسة فرامل عالية الجودة.

**INTRODUCTION
GÉNÉRALE**

La construction mécanique a énormément évolué au fil du temps, les outils de fabrication des pièces sont de plus en plus sophistiqués et les méthodes développées en continu afin de correspondre aux différentes situations et de répondre aux exigences. La diversité des méthodes élaborées donne une certaine liberté au concepteur de choisir le processus de fabrication à utiliser selon la précision souhaitée.

Prenons l'exemple de l'assemblage, c'est un processus indispensable lors de la fabrication de la majorité des mécanismes, il consiste en la création de liaisons entre deux ou plusieurs pièces pour n'obtenir qu'une seule au final. Il existe plusieurs types d'assemblage divisés principalement en deux grandes catégories : assemblage non permanent « démontable » tel que l'assemblage à vis, à goujons, à boulons, etc, et l'assemblage permanent dit « non démontable » tel que l'assemblage par serrage, par rivetage et par soudage.

Pour des raisons de disponibilité et de résistance le soudage est l'un des processus fréquemment appliqués. Il s'effectue sous différentes techniques : au chalumeau, au plasma, au TIG, MIG, à l'électrode enrobée, au MAG, etc. cette dernière, bien qu'elle soit plus chère que d'autres, elle fournit une bonne soudabilité ainsi qu'une protection gazeuse aux surfaces soudées. C'est l'une des raisons qui ont poussé l' SNVI-VIR a penser à la conception d'un mécanisme de soudure servant au soudage des pièces mécaniques après avoir plié les tôles, en adoptant cette technique (la soudure à l'arc au fil sous protection gazeuse) visant aussi à diminuer le temps et l'effectif relatifs à la production.

Ce mémoire, intitulé « étude et conception d'un montage de soudage de l'ensemble pédale de frein » a pour objectif de concevoir un gabarit de soudage adéquat qui permet de mettre en position la pièce et la maintenir lors du soudage pour l'obtention d'une pédale de frein de haute qualité. Ce manuscrit est organisé en cinq chapitres :

Le **premier chapitre** est consacré à la présentation de quelques généralités sur l'ensemble pédale de frein, ses matériaux constitutants ainsi que sa gamme de soudage.

Le **deuxième chapitre** est consacré à l'analyse fonctionnelle afin de déterminer les méthodologies et les outils de conception du montage.

Dans le **troisième chapitre**, nous présentons une étude conceptuelle du gabarit de soudage qui consiste en : l'extraction de la pièce, l'étude de l'encombrement du gabarit de soudage et l'étude des contraintes liées à la conception. Nous avons aussi, fait le choix des matériaux utilisés selon leurs caractéristiques mécaniques.

Dans le **quatrième chapitre**, nous présentons une étude cinématique des liaisons existantes pour la conception du gabarit de soudage.

Le **dernier chapitre** est consacré au dimensionnement et aux calculs d'RDM pour les

appuis, les assemblages soudés, l'effort de serrage du système ainsi que le choix du ressort de rappel utilisé dans le montage

Chapitre I

GÉNÉRALITÉS SUR LA GAMME DE SOUDURE

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons des généralités sur l'ensemble pédale de frein, ses matériaux constitutifs ainsi que sa gamme de soudage.

I.2 Étude générale sur la pédale de frein

I.2.1 Définition

La pédale de frein est un outil indispensable dans la majorité des véhicules. Elle permet d'actionner le freinage du véhicule, elle est constituée de plusieurs pièces mécaniques : Moyeu N°482193, Chape N°707429, Tige N°1168190, Patin N°501037; assemblées généralement par soudure en passant par les étapes suivantes :

- Il faut tout d'abord commencer par faire la commande des tôles qui sont généralement en acier
- une fois la commande reçue, il faut plier les tôles dans un atelier de pliage, emboutissage.
- Une fois les pièces ont pris la forme, elles doivent être soudées et c'est l'objectif de notre projet, réaliser la conception d'un gabarit de soudage qui satisfera les besoins de l'entreprise.

I.2.2 Caractéristiques mécaniques des matériaux composant la pédale de frein

La pédale de frein est composée de deux principaux matériaux : le S 235 JR et le C22 [1].

1. L'acier S 235 JR

i Désignation

La désignation du matériau S 235 JR selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1 est représenté dans le tableau I.1 ci-dessous.

AFNOR	DIN	NF EN 10 027-1
E 24-2	ST 37-2	S 235 JR

Table I.1 — Désignation du S 235 JR selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.

ii Composition chimique

Le tableau I.2 représente les pourcentages des éléments chimiques constituant le matériau S 235 JR.

C	S	Mn	P	N
0,17	0,045	1,40	0,045	0,009

Table I.2 — Composition chimique du S 235 JR en %.

iii Propriétés

- Acier de construction non-allié d'usage général, non destiné aux traitements thermiques.
- Pièces mécaniques peu sollicitées et ne nécessitant pas de ténacité spéciale.
- Pas de caractéristiques mécaniques garanties. [1]

iv Domaines d'application

Le S 235 JR est utilisé comme élément de fixation, axe, arbre de transmission, dans les constructions métalliques, dans les éléments mécano-soudés, les bâtis de machines ainsi que dans des pièces diverses ne nécessitant pas de caractéristiques particulières.

v Caractéristiques mécaniques moyennes

Le tableau I.3 résume les caractéristiques mécaniques moyennes du matériau S 235 JR tel que la résistance à la rupture, la limite élastique et l'allongement.

Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A %
340/510	≤ 175/235	17/26

Table I.3 — Caractéristiques mécaniques du S 235 JR.

vi Soudage Bonne soudabilité.

2. L'acier C22 (XC18)

i Désignation

La désignation du matériau C22 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1 est représentée dans le tableau I.4 ci-dessous.

AFNOR	DIN	NF EN 10 027-1
XC 18	Ck 22	C22 (1.1151)

Table I.4 — Désignation du C22 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.

ii Composition chimique

Le tableau I.5 représente les pourcentages des éléments chimiques constituant le matériau C22.

C	S	Mn	P	Si
0,16-0,22	≤ 0,035	0,40 – 0,70	≤ 0,035	0,15 – 0,35

Table I.5 — Composition chimique du C22 en %.

iii Propriétés

- Acier fin au carbone.
- Acier de construction non allié pour trempe et revenu.
- Acier doux de cémentation pour pièces non soumises aux chocs, mais nécessitant une bonne résistance superficielle.
- Utilisé également pour le traitement dans la masse. [4]

iv Domaines d'application

Utilisé dans la fabrication de pièces travaillant sans chocs : axes de pistons, arbres de pompes, pieds de bielles, arbres à cames.

Aussi utilisé, après une trempe directe et un revenu dans : la boulonnerie, la visserie, les tringles de commandes, les leviers, manettes, douilles, etc.[5]

v Caractéristiques mécaniques moyennes

Le tableau I.6 résume les caractéristiques mécaniques moyennes du matériau C22 tel que la résistance à la rupture, la limite élastique et l'allongement dans un état normalisé.

Rm (Mpa)	Re (Mpa)	A %
410/430	210/240	24/25

Table I.6 — Caractéristiques mécaniques du C22.

vi Soudage

Assez bonne soudabilité.

I.2.3 Dessins de définition et d'ensemble de la pédale de frein

Voir l'annexe du dessin de définition des pièces et de l'ensemble pédale de frein.

I.2.4 Le recuit de stabilisation

Le recuit de stabilisation permet de détruire l'effet d'écrouissages successifs afin de permettre la relaxation des contraintes, ce procédé réalise donc l'équilibre mécanique (

sur des pièces forgées, laminées, soudées). Dans ce procédé, la température de chauffage ne joue pas un rôle primordial, mais plus elle est importante, plus rapide sera l'opération. Généralement, la pièce est chauffée à $A3 + 75^{\circ}C$ pendant une heure. Parfois de 300 à $100^{\circ}C$ en évitant toutefois la zone de fragilité des aciers (de 400 à $500^{\circ}C$). Le temps de maintien en température doit être important pour pouvoir ralentir le refroidissement.

I.3 La mise en position isostatique des pièces MPI

Pour établir une bonne mise en position isostatique il faut prendre en considération certaines règles pour l'installation des normales de repérage. Ces normales de repérage sont installées :

- ✓ du côté libre de la matière directement sur la surface du référentiel (éventuellement sur une Ligne de rappel en cas de manque de place); et éloignées au maximum (meilleure stabilité);
 - ✓ sur les vues où leurs positions facilitent leur compréhension;
 - ✓ Il faut supprimer 6 degrés de liberté sur 6.
 - ✓ Il faut mettre en place 6 normales de repérages.
 - ❖ **1 appui plan** (3 normales de repérages 1, 2, 3) sur la plus grande surface. (Sur le mors fixe ou les cales).
 - ❖ **1 appui linéaire** (2 normales de repérages 4 et 5) surface plus petite que l'appui plan. (Sur une cale ou sur le mors fixe).
 - ❖ **1 appui ponctuel** (1 normale de repérage 6) réalisé avec une butée.
- L'appui plan se fait de préférence sur la plus grande surface.

I.4 Présentation de la gamme de soudage

I.4.1 Définition

Par définition le soudage est un processus qui consiste à assembler de façon permanente des pièces mécanique en assurant la continuité de la matière.

Le soudage MAG :

Le soudage-MAG (sa désignation est respectivement 131 ou 132/133, et 135 ou 136/138 suivant la norme EN ISO4063-2011), ou encore GMAW selon les normes américaines, est un procédé de soudage semi-automatique. La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate dans une atmosphère de protection entre un fil électrode fusible et les pièces à assembler [2].

Surface de référentiel	Désignation de la liaison	Nb de d.l supprimé	Nature de d.l supprimé						Symbolisation
			T_x	T_y	T_z	R_x	R_y	R_z	
Surface plane	Appui plan	3			•	•	•		
	Linéaire rectiligne	2		•				•	
	Ponctuelle	2	•						
Surface cylindrique	Pivot-glissant	4	•	•		•	•		
	Linéaire annulaire	2		•	•				

Table I.7 — Mise en position isostatique .



Figure I.1 — Soudage MAG

I.4.2 Principes du procédé du soudage MAG

La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui éclate, dans une atmosphère de protection, entre un fil électrode tubulaire rempli de flux et les pièces à souder.

Le fil électrode est un tube dont l'intérieur contient des fondants et des éléments d'addition qui confère au métal déposé des caractéristiques proches de celles du procédé à l'électrode enrobée (mouillage amélioré, bonnes caractéristiques mécaniques).

Le fil est obtenu par étirage (comme les tubes) ou par plissage et sertissage d'un feuillard. Un gaz actif de protection est diffusé sur le métal en fusion, par la buse de la torche de soudage.

Le procédé peut être automatique ou semi-automatique.

I.4.3 Descriptif du poste à souder MAG

Le poste à souder MAG est d'abord un transformateur électrique capable de maintenir un débit de court-circuit entre un fil électrode et les pièces à souder, mais aussi un diffuseur de gaz sur la zone de soudure.

Un poste à souder MAG comporte :

- ❖ Le châssis du poste à souder qui est un transformateur électrique,

- ❖ Le dévidoir de la bobine de cuivre
- ❖ Le câble mono-cordon amenant le gaz, le fil à souder et un pôle électrique,
- ❖ La bouteille de gaz avec son détendeur et son débitmètre.
- ❖ La torche de soudage

I.4.4 Paramètres de soudage

1. Mesurer l'épaisseur des pièces à souder.
2. Choisir un diamètre d'électrode inférieur ou égal à cette épaisseur.
3. Régler l'intensité en fonction du diamètre de l'électrode en consultant la notice d'emploi sur le paquet qui vous donne la plage de réglage. On peut utiliser la formule suivante :

$$I = (DIAMÈTRE-1) \times 50 \quad (I.1)$$

4. Affiner ce réglage en fonction de la masse des pièces, de l'écartement des bords et la méthode de soudage utilisée ainsi que de la position à plat.

Épaisseur (mm)	∅ 1.6 mm	∅ 2 mm	∅ 2,5 mm	∅ 3,15 mm	∅ 4 mm
1	25 A	Zone de			
2	30 A	45 A	65 A	non utilisation	
3		55 A	70 A	95 A	
4			75 A	105 A	140 A
5				115 A	150 A
6					150 A
8					160 A
10					160 A

Table I.8 — L'intensité à régler selon l'épaisseur de la pièce à souder et le diamètre de l'électrode.

I.4.5 Calcul de l'effort que transmet le cordon de soudure par la condition de résistance aux déformations

Afin de calculer l'effort transmis par le cordon d'un soudage d'angle, il nécessaire de définir les paramètres de base :

- **Métal de base** : désigne le matériau soudé
- **Métal d'apport** : c'est le métal apporté lors du procédé de soudage pour créer le cordon de soudure.

- **Zone affectée thermiquement** : représente la partie du métal de base qui n'est pas rentrée en fusion avec le métal d'apport mais qui a subi un échauffement et un refroidissement très rapide au passage de l'arc de soudage. Dans cette zone le matériau de base est soumis à un durcissement et peut dès lors acquérir un comportement fragile.

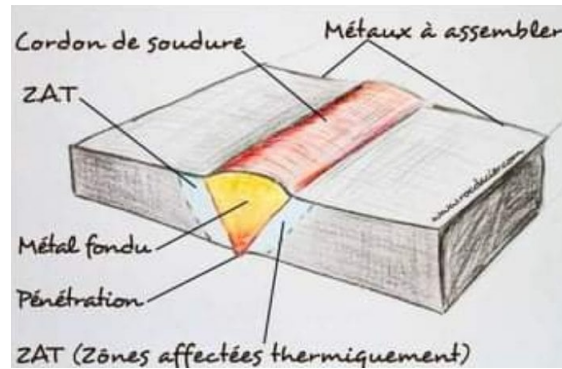


Figure I.2 — Représentation des éléments de base dans la soudure.

- **Dimension de gorge a** : c'est la distance minimale de la racine à la face de la soudure, sans prise en compte des concavités
- **Longueur d'un cordon de soudure L** : distance longitudinale de la soudure dans le sens du déplacement de mise en œuvre.

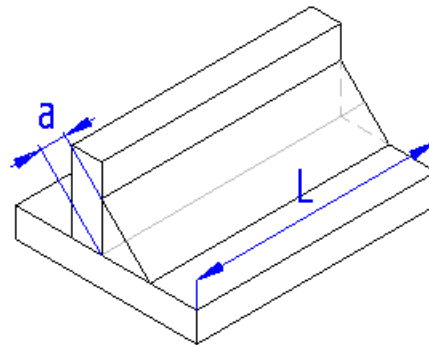


Figure I.3 — Représentation de la gorge et la longueur du cordon de soudure.

- **Soudage d'angle** : soudure dont la section transversale est approximativement triangulaire et qui est déposée à la surface des plats assemblés.

Les contraintes de l'effort exercé par les pièces assemblées sont réparties comme le montre la figure I.4 ci-après :

- Contrainte normale perpendiculaire la direction du cordon : σ_{\perp}
- Contrainte normale parallèle la direction du cordon : σ_{\parallel} (négligeable)

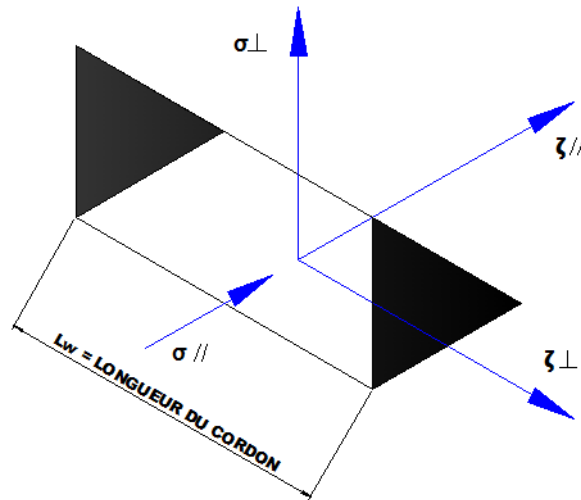


Figure I.4 — Répartition des contraintes effectives dans un soudage d'angle.

- Contrainte tangentielle perpendiculaire la direction du cordon : τ_{\perp}
- Contrainte tangentielle parallèle à la direction du cordon : τ_{\parallel}

La contrainte normale parallèle à la direction du cordon τ_{\parallel} ne sera jamais prise en compte dans le calcul des soudures en état de ductilité, en raison des critères retenus qui reposent sur la ruine plastique du cordon.

Dimensionnement selon l'Eurocode 3 : Formule fondamentale Elle est donnée par l'annexe M de l'Eurocode 3 et elle exprime que les composantes de la contrainte [3]. Moyenne rapportée à la section de gorge du cordon de soudure doivent satisfaire à la condition :

$$\beta_w \sqrt{(\sigma^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2))} \leq \frac{f_u}{\gamma_{MW}} \quad (\text{I.2})$$

Le facteur γ dans la formule de base prend des valeurs qui varient entre 1,8 et 3. Dans les règles CM 66, on trouve la valeur de 1,8. Cependant, la valeur de 3 a été adoptée dans la norme NF P 22-470 et dans l'Eurocode 3.

Le coefficient β_w (désigné par K dans la norme NF P 22-470) a une valeur qui dépend de la nuance de l'acier de base et varie de 0,7 à 1,0. Ce facteur tient compte du fait que la formule est sensée représenter la valeur de la contrainte de calcul à la rupture dans la soudure tandis que le critère de résistance utilisé est relatif à la résistance du matériau de base.

Les coefficients β_W et γ_{MW} variable selon la nuance d'acier sont représentés dans le tableau I.9 :

Nuances d'acier				
f_y (Mpa)	f_u (Mpa)	γ_{MW}	β_W	$\beta_W \gamma_{MW}$
235	360	1,25	0,80	1.00
275	430	1.30	0.85	1.10
355	510	1.35	0.90	1.20

Table I.9 — Les coefficients β_W et γ_{MW} a chaque nuances d'acier.

Les formules des contraintes données ci-contre permettent le calcul direct à partir des caractéristiques dimensionnelles du cordon et de l'effort F pondéré.

I.5 Conclusion

Ce chapitre nous a servi à définir les éléments de base sur lesquels portera notre étude, le chapitre suivant sera consacré à l'analyse fonctionnelle pour définir les besoins de l'entreprise et proposer des solutions techniques.

Chapitre II

ANALYSE FONCTIONNELLE

II.1 Introduction

Dans ce qui suit, nous développerons une analyse fonctionnelle afin d'aboutir à un processus technique à adopter pour la conception d'un montage adéquat pour assembler les pièces de la pédale de frein.

II.2 Définition

L'analyse fonctionnelle est un outil de conception utilisée généralement par les entreprises, elle sert à établir une méthodologie à suivre pour la création ou l'amélioration d'un produit [4]. Le fonctionnement de cet outil se base sur :

- Une analyse externe définissant et validant le besoin ainsi que l'importance et les fonctions relatives au produit
- Une analyse interne menant à proposer des solutions techniques adéquates permettant de réaliser les fonctions du produit.

L'analyse fonctionnelle se fait en plusieurs étapes que résume le schéma ci-dessous :



Figure II.1 — Schématisation des étapes de l'analyse fonctionnelle.

II.3 Analyse Fonctionnelle Externe : (Méthode APTE)

II.3.1 Analyse du Besoin

1. Définition AFNOR : (norme NF X50-150)

Un besoin est un désir (ou une nécessité) éprouvé par l'utilisateur d'un système [5].

Un produit est ce qui est fourni à un utilisateur pour répondre à un besoin.

Pour faire un bon produit, il faut avoir identifié le vrai besoin. On recense deux formes principales de besoin : Exprimé, Latent (Pouvant être détecté ou suscité et enfin exprimé).

2. La verbalisation du besoin

La méthode d'expression du besoin repose sur trois questions dans le tableau IV.2 : Dans le cas de notre étude les réponses à ces trois questions aboutissent à un énoncé du besoin, qui doit être rédigé de la façon suivante :

Questions	Réponses
A qui le produit rend-il service ?	Au client
Sur quoi le produit agit-il ?	Sur la matière d'œuvre
Dans quel but ? (pourquoi faire ?)	Pour satisfaire le besoin

Table II.1 — Expression du besoin.

Le produit rend service à l'entreprise SNVI-VIR en lui permettant d'assembler les pièces par le procédé de soudage ».

Questions	Réponses
A qui le produit rend-il service ?	SNVI
Sur quoi le produit agit-il ?	Pièces mécaniques
Dans quel but ? (pourquoi faire ?)	souder les pièces mécaniques

Table II.2 — Expression du besoin de l'SNVI.

3. **Schématisation du besoin** La figure II.2 représente le diagramme bête à cornes qui exprime et valide le besoin.

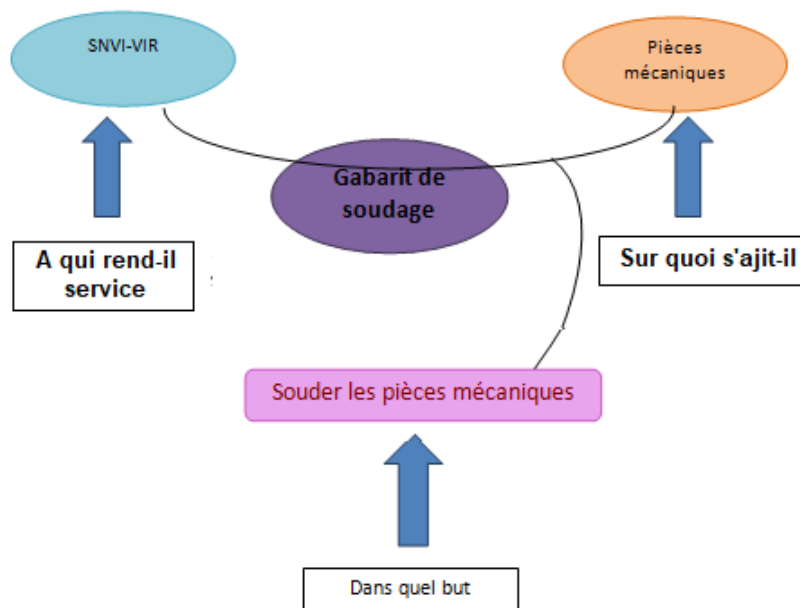


Figure II.2 — Diagramme bête à corne.

II.3.2 Analyse fonctionnelle du besoin

II.3.2.1 Définition

L'analyse fonctionnelle du besoin est une méthode qui a pour objectif :

- L'identification des fonctions de service que doit satisfaire le système afin de répondre au besoin et s'adapter aux contraintes de son environnement.
- L'expression de ces fonctions (verbe d'action + complément).
- La caractérisation de ces fonctions (critères, niveaux, flexibilité).

II.3.2.2 Notion de Fonctions de Service (F.S.) (Suivant la norme AFNOR X50-151)

L'action d'un produit ou de l'un de ses constituants exprimée exclusivement en termes de finalité.

La formulation doit être indépendante des solutions susceptibles de la réaliser.

Les (EME) doivent se retrouver dans la désignation de la fonction

1. **Éléments du Milieu Extérieur (E.M.E.)** Toutes les entités qui sont identifiées comme extérieures au produit sont appelées Éléments du Milieu Extérieur : E.M.E. Les éléments du Milieu Extérieur (EME) peuvent être de différentes natures :
 - Physique (matières en contact, milieu ambiant...);
 - Humaine (Ergonomie, poids, maintenance Sécurité, Esthétique...);
 - Technique (Source d'énergie...);
 - Économique (Coût, maintenance, garantie...).

2. Identification des F.S. (Diagramme Pieuvre)

afin d'établir le diagramme des interactions dit « diagramme pieuvre » il faut d'abord identifier les fonctions que doit remplir le produit :

- Définir les interactions.
- Lister les éléments du milieu extérieur directement en contact avec le produit.
- Lister les fonctions que devra remplir l'objet technique :

Fonctions Principales FP : action d'un élément du milieu extérieur sur un autre élément du milieu extérieur par l'intermédiaire de l'objet technique. **Fonctions de Contrainte FC** : action d'un élément du milieu extérieur sur l'objet technique ou action de l'objet technique sur un élément du milieu extérieur [5].

i Identification des inter-acteurs :

les inter-acteurs sont les éléments de l'environnement interne ou externe qui interagissent avec notre produit (Système de soudage).

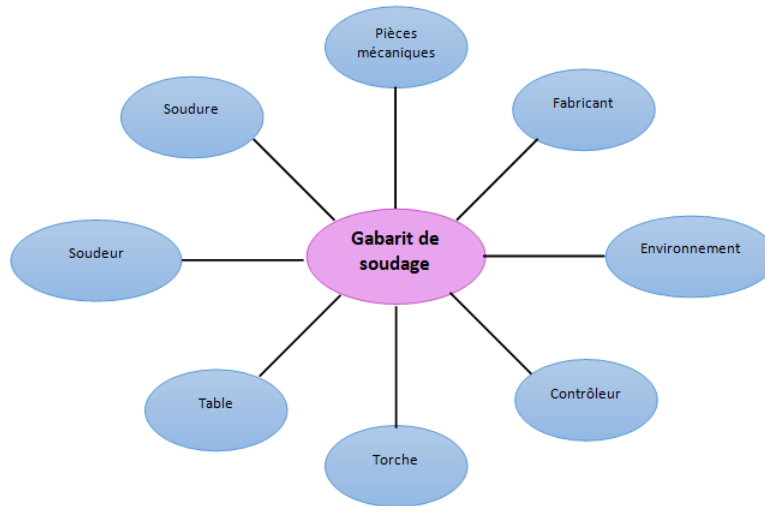


Figure II.3 — Diagramme des inter-acteurs.

ii Replacer le produit dans son milieu :

Il s'agit de dresser, pour chaque phase du cycle de vie du produit, la liste exhaustive des éléments du milieu environnant (éléments humains, physiques, énergétiques, d'ambiance...) appelés aussi inter acteurs qui se trouve en situation d'interagir avec lui. On utilise pour cela un autre outil de la méthode APTE : « Diagramme de pieuvre »

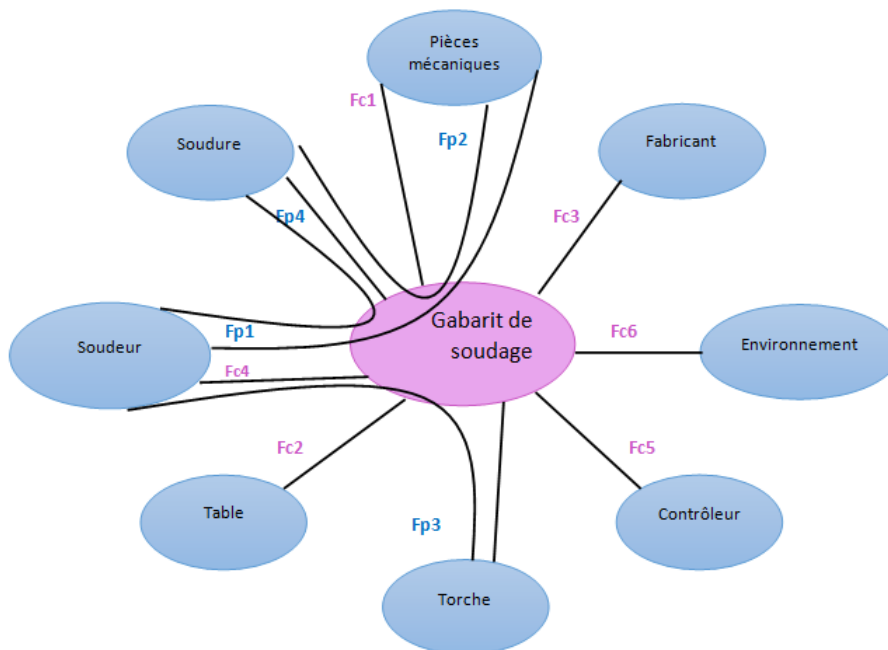


Figure II.4 — Diagramme de pieuvre.

iii liste des fonctions de services

Questions	Réponses
Fp1	Stabiliser les pièces mécaniques sur le gabarit
Fp2	Permettre à l'utilisateur de souder facilement les pièces mécaniques
Fp3	Positionner la torche au bon endroit
Fp4	Assurer un bon soudage des pièces mécanique
Fp1	Souder les composantes facilement et rapidement
Fp2	Supporter le poids du montage bonne disposition de soudage pour le soudeur
Fp3	Facile à fabriquer
Fp4	Assurer le soudage et le bridage des pièces mécaniques (composants)
Fp5	Assurer le contrôle des pièces mécaniques pour garantir la qualité du produit Diminuer le temps perdu (par le soudeur)
Fp6	Eviter l'encombrement de l'espace Éviter la pollution des ateliers

Table II.3 — liste des fonctions de services.

3. **Ordonner les fonctions** C'est la deuxième étape de l'analyse fonctionnelle. Son but consiste à organiser les fonctions entre elles, qui va nous aider à mieux comprendre le fonctionnement du produit, contribuer à faire la synthèse des fonctions et mettre en lumière une limite claire entre les fonctions les plus générales et les plus spécifiques.

Pour notre produit on va utiliser la méthode de l'arbre fonctionnelle qui consiste essentiellement à regrouper les fonctions par famille ou par système en vue de leur donner une structure logique, selon cette méthode, il faut partir de la fonction la plus générale du produit pour aller vers les fonctions les plus spécifiques. L'arbre fonctionnel est dressé comme suit :

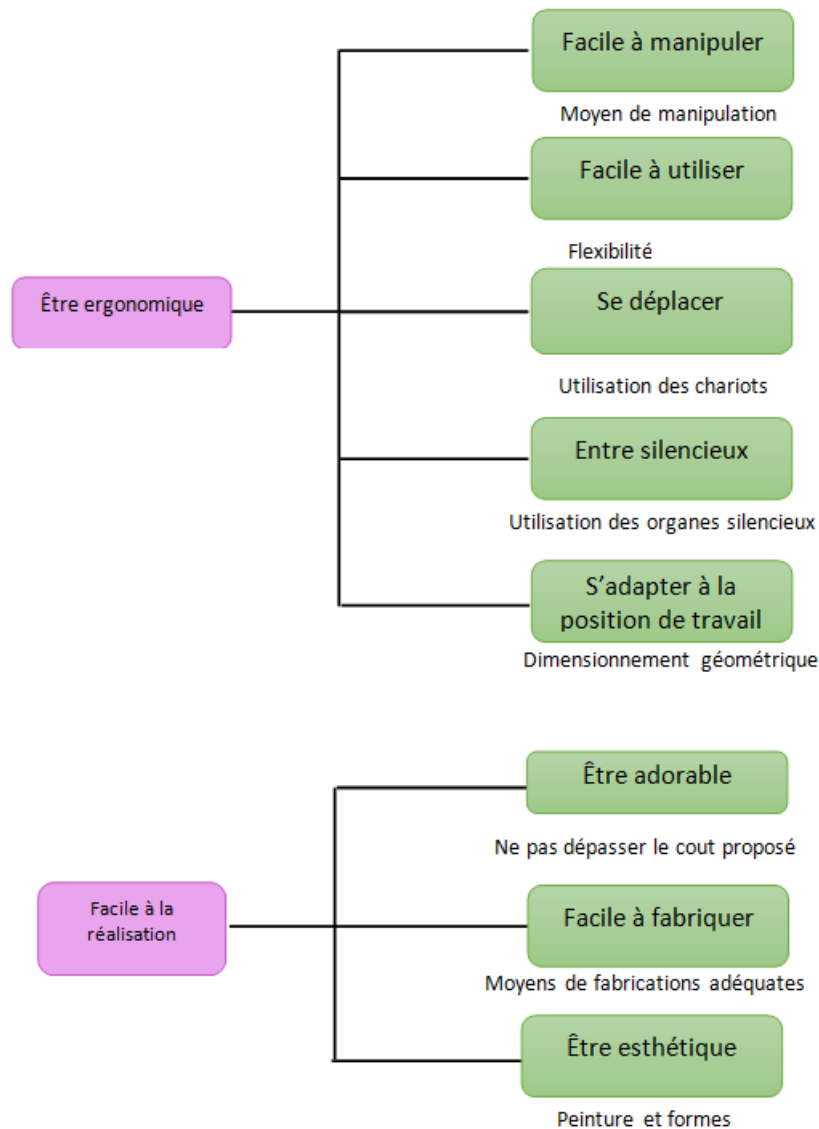


Figure II.5 — Arbre fonctionnel.

II.3.3 Analyse Fonctionnelle Interne : Analyse Fonctionnelle Technique

1. But de l'analyse fonctionnelle interne : choisir les solutions techniques

Elle permet de s'intéresser aux constituants du système appelés « solutions techniques » pour réaliser les fonctions de service et donc satisfaire le besoin.

2. Système technique :

Un système technique est un ensemble organisé destiné à apporter, suivant un Processus déterminé, une valeur ajoutée à la matière d'œuvre sur laquelle il agit afin de répondre à un besoin.

Les interactions entre ces constituants sont de formes différentes (échanges

de matières, d'énergies ou d'informations) : on parle alors de Système pluri-technologique.

3. Matière d'œuvre :

Élément d'entrée sur lequel le système agit ; il peut être :

- Produit (Matière)
- Énergie
- Information

4. Valeur Ajoutée :

Valeur supplémentaire apportée à la matière d'œuvre après passage dans le système elle peut être :

- Transformation (une modification de forme, de structure. . .)
- Arrangement ou Stockage
- Transfert (un déplacement)

5. **fonction technique** Une fonction technique est une fonction interne au produit. Elle représente une solution technique pour assurer totalement ou partiellement les fonctions de service.

6. **Outils d'analyse interne** Elle utilise deux outils de description :

- **Diagramme F.A.S.T. (Function Analysis System Technic)**

Le diagramme FAST met en évidence toutes les fonctions techniques permettant de répondre à chacune des fonctions de service du produit et d'associer à chaque fonction technique la solution choisie.

Chaque Fonction Technique (Verbe à l'infinitif + complément) est concrétisée par une ou plusieurs solutions techniques [5].

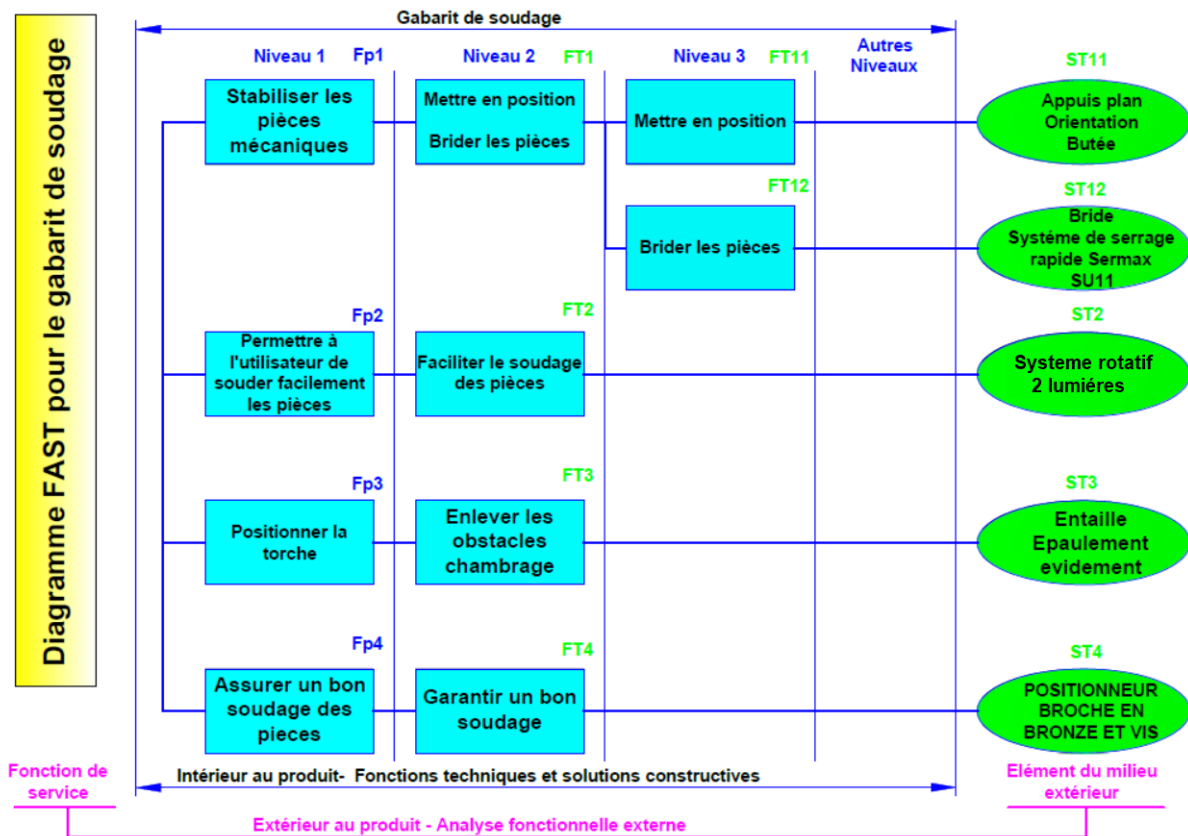


Figure II.6 — Diagramme FAST.

7. Diagramme S.A.D.T.(Structured Analysis and Design Technic)

L'analyse descendante permet de modéliser et de décrire graphiquement la constitution des Systèmes techniques en utilisant des boites et des flèches représentant des flux (d'énergie, de matière ou d'information) entrant ou sortant de ces boites en allant du plus général au plus détaillé [4].

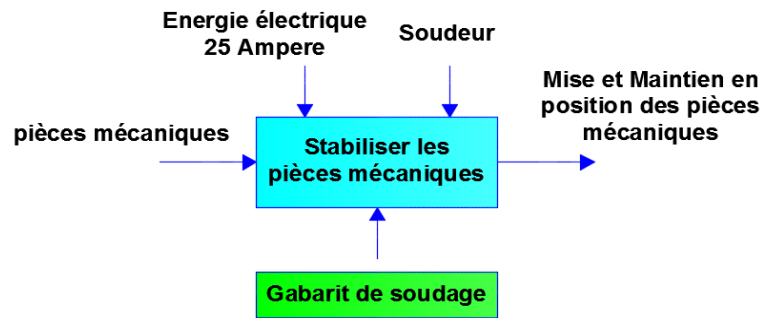


Figure II.7 — Diagramme SADT niveau A-0.

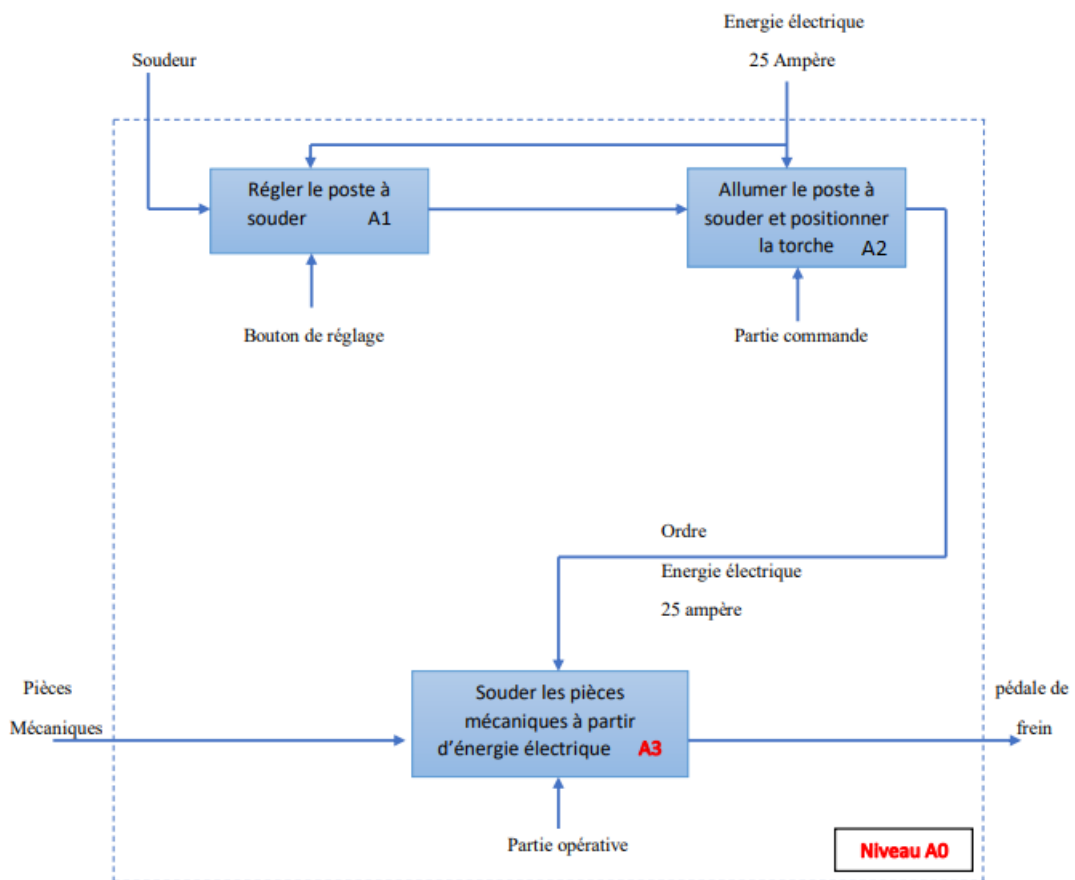


Figure II.8 — Diagramme SADT niveau A-0.

II.4 Conclusion

Nous avons établi au cours de ce chapitre une analyse fonctionnelle qui nous a permis de définir notre besoin et d'élaborer une méthodologie de conception.

Les solutions techniques que nous avons tiré du diagramme F.A.S.T , reposent toutes sur la conception d'un gabarit de soudage.

Chapitre III

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE DU PROJET

III.1 Introduction

Afin de mener à bien notre projet, il est primordial de passer par une étude préliminaire servant à définir le gabarit de soudage qui représente un élément essentiel et indispensable dans notre travail.

III.2 Définition et rôle de gabarit de soudage

Le gabarit de soudage est un dispositif mécanique formé de plusieurs pièces connectées entre elles afin de permettre la bonne mise en position ainsi que le soudage de ces dernières afin d'atteindre l'objectif préconisé.

III.3 Étude conceptuelle du gabarit de soudage

III.3.1 Extraction pièce

L'extraction de la pièce soudée (pédale de frein) par le gabarit demande une très grande intention de la part du concepteur car il se voit obligé présent en atelier pour mieux voir ainsi procède à trouver des solutions efficaces sans détérioration de la pièce et sans gêner l'opérateur responsable de soudage.

III.3.2 Études de l'encombrement du gabarit de soudage

L'étude de l'encombrement du gabarit est faite de manière très soignée, nous nous sommes déplacés en atelier à plusieurs reprises afin de déterminer les cotes nécessaires pour notre projet.

III.3.3 Étude des contraintes liées à la conception

L'existence de différentes contraintes liées à la conception nous a conduit à faire un diagnostic, pendant chaque séance de présence en atelier de soudage ce qui a permis de trouver des solutions conceptuelles de forme, esthétique, technologique et technique. Donnant à titre d'exemple de contrainte technique pendant le soudage, il s'agit de collage des pièces constitutives entre elles ce qui empêche l'extraction de la pédale de frein du gabarit alors nous avons définis les zones qui ont provoqué le collage qui sont en acier et les remplacées par un matériau isolant qui permet la séparation des différents constituants du gabarit ce matériau est le bronze.

III.4 Soudage à l'arc électrique-électrode enrobé

III.4.1 Définition

Le soudage à électrode enrobée « Shielded Metal Arc Welding SMAW » est le procédé de soudage à l'arc le plus utilisé dans la construction. Le procédé SMAW utilise un petit segment d'une électrode consommable qui fond à mesure qu'il alimente l'arc. Le métal en fusion issu de l'électrode est acheminé à travers l'arc et devient le métal d'apport de la soudure. L'électrode enrobée d'une substance chimique complexe libère un gaz protecteur, tel que le dioxyde de carbone, qui chasse l'air de la zone d'arc et protège la soudure de l'oxydation. La composition de l'enduit varie selon le métal à souder

III.4.2 Principe du procédé

La fusion des métaux est obtenue par l'énergie calorifique dégagée par un arc électrique qui jaillit entre une électrode métallique fusible comportant un enrobage et les pièces à souder. L'enrobage, en fondant simultanément avec l'âme métallique, produit un gaz et un laitier qui protègent le métal en fusion de l'oxydation. Il favorise également la stabilité de l'arc et, dans certains cas, apporte des améliorations d'ordre métallurgique.

III.4.3 Descriptif du matériel

L'équipement comprend généralement : Une source de courant alternatif ou continu redressé, appelée couramment « poste de soudage » (1), une porte électrode, des câbles d'alimentation pour le porte électrode et la prise de masse. En fonction de la nature de l'enrobage, le poste de soudage fournit un courant de soudage alternatif ou continu redressé. L'arc électrique qui éclate entre l'extrémité de l'électrode et les pièces à souder est stabilisé grâce à des composants contenus dans l'enrobage qui favorisent l'ionisation de l'arc. En fonction de l'intensité utilisée et du type d'enrobage, le métal est transféré sous forme de gouttelettes plus ou moins importantes. Le procédé est essentiellement manuel. La qualité de la soudure dépend pour une bonne part de l'habileté gestuelle du soudeur.

III.4.4 Domaines d'application

C'est l'un des procédés de soudage les plus utilisés aussi bien en atelier que sur chantier. Il est mis en œuvre, que se soit dans le domaine du « bricolage », de l'artisanat ou même de l'industrie. Cependant, il est fortement concurrencé par le procédé de soudage avec fil fusible sous protection gazeuse qui a une meilleure productivité. Le soudage à l'électrode

trouve son principal intérêt dans l'industrie de la chaudronnerie, en particulier pour les aciers faiblement alliés. En effet, l'enrobage de l'électrode permet d'ajouter au bain de fusion des éléments particuliers, conférant des propriétés particulières soit au niveau des caractéristiques mécaniques soit au niveau des propriétés chimiques. Il s'applique principalement aux aciers de construction pour des épaisseurs en général supérieures ou égales à 1,5 mm.

III.5 Choix des matériaux pour la conception du gabarit de soudage

III.5.1 Introduction

A la recherche des propriétés spécifiques pour une application donnée, le choix du matériau est une tâche fondamentale et très complexe, il doit être analysé sous l'angle de l'ingénierie de matériaux et sur celle du design industriel, ce choix doit assurer la durabilité dans les conditions de son emploi et la résistance mécanique. De tous les alliages métalliques, les aciers sont les plus couramment employés dans les applications industrielles. Et cela grâce à diversité de leurs nuances et la possibilité de réaliser les traitements thermomécaniques conditionnant les propriétés mécaniques de ces aciers [6]. Leurs propriétés mécaniques sont étroitement liées à la microstructure de l'alliage, donc à sa Composition et aux traitements thermiques appliqués

III.5.2 Différents matériaux entrant dans la composition du gabarit de soudage

Le choix des matériaux est fait d'une manière approfondie basée sur une collecte d'informations sur les propriétés mécaniques de ces matériaux et leurs domaines d'applications [1].

Les matériaux utilisés dans le montage sont :

S 235 JR, 25CrMo4, C35, CuSn7Zn4Pb6, 16NiCr6.

1. L'acier 25CrMo4

i Désignation

La désignation du matériau 25CrMo4 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1 est représenté dans le tableau III.1 ci-dessous.

ii Composition chimique

Le tableau III.2 représente les pourcentages des élément chimiques constituant le matériau 25CrMo4.

AFNOR	DIN	NF EN 10 027-1
25Cr Mo 4	25 Cr Mo 4	25 CrMo4 (1.7218)

Table III.1 — Désignation du 25 CrMo4 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.

C	Cr	Mo	S	Mn	P	Si
0,22 -0,29	0,90 -1,20	0,15 -0,30	$\leq 0,035$	0,60 – 0,90	$\leq 0,035$	0,40

Table III.2 — Composition chimique du 25CrMo4 en %.

iii Propriétés :

Acier de construction faiblement allié au chrome molybdène pour trempe et revenu.

Apte à la déformation à froid et présentant de bonnes caractéristiques mécaniques à l'état traité.

iv Domaines d'application :

Pièces mécaniques de petites et moyennes dimensions exigeant une bonne ténacité : boulons, axes, fusées d'essieux, tige de piston, etc.

v Caractéristiques mécaniques moyennes

Le tableau III.3 résume les caractéristiques mécaniques moyennes du matériau 25CrMo4 tel que la résistance à la rupture, la limite élastique et l'allongement dans un état trempé revenu.

Rr (Mpa)	Re (Mpa)	A %
700/1000	450/700	15/12

Table III.3 — Caractéristiques mécaniques du 25CrMo4.

vi Soudage : Soudabilité assez bonne.

2. L'acier C35 (XC38)

i Désignation

La désignation du matériau C35 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1 est représenté dans le tableau III.4 ci-dessous.

ii composition chimique

Le tableau III.5 représente les pourcentages des élément chimiques constituant le matériau C35.

AFNOR	DIN	NF EN 10 027-1
XC38	Ck 35	C35 (1.1181)

Table III.4 — Désignation du C35 selon les normes AFNOR, DIN et NF EN 10 027-1.

C	S	Mn	P	Si
0,32 – 0,39	≤ 0,035	0,50 – 0,80	≤ 0,035	0,40

Table III.5 — Composition chimique du C35 en %.

iii **Propriétés** : Acier au carbone, à moyenne teneur, très souvent utilisé en mécanique générale de par sa bonne usinabilité et ses caractéristiques mécaniques. Apte aux traitements thermiques.

iv **Domaines d'application** : Pièces non soumises aux chocs, mais nécessitant une bonne résistance : axes, boulonnerie, forge (leviers, arbres, etc.).

v **Caractéristiques mécaniques moyennes** :

Le tableau III.6 résume les caractéristiques mécaniques moyennes du matériau C35 tel que la résistance à la rupture, la limite élastique et l'allongement dans un état normalisé.

Rr (Mpa)	Re (Mpa)	A %
500/550	245/300	19/18

Table III.6 — Caractéristiques mécaniques du C35.

vi **Soudage** :

Soudabilité médiocre (précautions nécessaires, préchauffage et revenu de stabilisation recommandée).

3. Le matériau CuSn7Zn4Pb6

i **composition chimique**

Le tableau III.7 représente les pourcentages des éléments chimiques constituant le matériau CuSn7Zn4Pb6.

Cu	Sn	Pb	Zn
Solde	6 à 8	5 à 7	2 à 7

Table III.7 — Composition chimique du CuSn7Zn4Pb6 en %.

ii Propriétés physiques et caractéristiques mécaniques

Le tableau III.8 résume les propriétés physiques et les caractéristiques mécaniques typiques du matériau CuSn7Zn4Pb6 tel que la résistance à la rupture, la limite élastique et l'allongement dans un état normalisé.

Rr (Mpa)	Re (Mpa)	A %	HB	Module (e) (kN/mm)	Densité (Kg/dm ³)	Chaleur spécifique (j/gK)	Expansion thermique (10 – 6K)	Conductivité (W/mK)	Conductivité électrique (m/mm)
120	270	16	70	89 à115	8,8	0,376	18,5	59	6,9

Table III.8 — Caractéristiques mécaniques du CuSn7Zn4Pb6.

iii Domaine d'Applications :

Le Bronze mi-dur est un matériau d'usage courant pour ses caractéristiques mécaniques, il offre une résistance aux frottements ainsi qu'une vitesse et pression moyennes, avec un prix de revient économique.

De par ses caractéristiques, et sa très bonne usinabilité, cet alliage, qui peut travailler sous lubrification faible ou momentanément défectueuse est par excellence un bronze de mécanique générale.

Très employé dans l'industrie mécanique, automobile, navale, la robinetterie ; Cette nuance convient parfaitement pour la réalisation de bagues, coussinets, douilles, glissières, plaques d'usure, vis, écrous, engrenages, manchons, fourrures, ect.

4. L'acier 16 NiCr6 :

i Désignation

La désignation du matériau 16 NiCr6 selon les normes NF A35-551 , W.Nr et EN est représenté dans le tableau III.9 ci-dessous.

NF A35-551	W.Nr	EN
16NC 6	25 Cr Mo 4	25 CrMo4 (1.7218)

Table III.9 — Désignation du 25 CrMo4 selon les normes NF A35-551 , W.Nr et EN.

ii composition chimique

Tableau II.8composition chimique du matériau en pourcentage

iii Propriétés :

Acier de construction allié au nickel chrome pour cémentation d'emploi courant et présentant une résistance élevée aux chocs et aux déformations.

iv Domaines d'application :

Très utilisé dans l'industrie automobile : engrenages, arbres, fusées, pièces de boîte de vitesse ...

v Soudage :

Soudabilité très médiocre.

vi Livraison :

Laminés ou forgés : ronds, carrés, plats

III.5.3 Définition et rôle des différents traitements thermique et thermo-chimique choisis :**III.5.3.1 Cémentation :**

Traitement thermique et chimique qui consiste à transformer superficiellement de l'acier doux, ou même du fer en acier trempé.

La pellicule superficielle très dure suffit à protéger la pièce contre une usure rapide. Ce procédé consiste à inclure du carbone (0,8 % environ) dans la couche superficielle des pièces, sur quelques centièmes de millimètres, à tremper ensuite l'ensemble. La couche superficielle se transforme en acier trempé extrêmement dur, alors que le noyau reste tendre.

Ainsi, les pièces ne cassent pas, ce qui serait le cas si on les taillait dans de l'acier dur trempé.

1. Matériel pour la cémentation :

- Une source de chaleur de 1000°C environ. Le plus simple est d'aller chez le forgeron ou le serrurier et de lui demander l'autorisation d'utiliser sa forge. Un four à céramique ou à émaux convient très bien.
- Il faut ensuite de la poudre à cémenter que l'on trouve facilement chez les grands quincailliers ou fournisseurs d'outillage pour artisans. Chaque fabricant de poudre donne son mode d'emploi qui diffère légèrement d'une marque à l'autre. Mais le principe est le même : il consiste en deux ou trois bains de ciment et en une trempe à l'eau froide et propre.

2. Méthode :

- Mettre la poudre à cémenter en tas dans un couvercle de boîte à biscuits. Chauffer les pièces à 950°C (rouge cerise si on travaille à la forge), puis rouler les gabarits rougis dans la poudre à cémenter ou mieux les enfouir complètement. Laisser refroidir jusqu'à 300°C c'est-à-dire jusqu'à ce qu'ils soient noirs. On les secoue pour ôter l'excès de poudre, sans les gratter afin de ne pas enlever celle qui colle au métal.
- Chauffer à nouveau à 950°C. Ce sera plus long, car la croûte de ciment constitue un isolant thermique. Quand les pièces sont en température,
- Procéder à un deuxième bain comme le précédent, mais ne pas attendre que les pièces soient refroidies. Quand elles sont au rouge sombre, recommencer la réchauffe à 950°C. Pour plus de pénétration, on peut procéder à un troisième bain, mais il n'est pas indispensable et un quatrième serait, lui, complètement inutile.
- Les pièces étant à 950°C, les jeter dans l'eau froide. Si, à la sortie de l'eau, nos gabarits sont tordus, on les redresse sur un morceau de bois dur tenu en bout et avec un maillet de bois ; ce traitement est superficiel, la trempe est très dure et nos gabarits seront inattaquables à la lime et au papier de verre.
- Chauffer le métal à traiter entre 900°C et 1000°C.
- Plonger la pièce dans un récipient contenant la poudre et bien agiter pour être sûr de bien répartir la poudre, s'assurer que la pièce est bien recouverte.
- Laisser refroidir 30minutes, enlever l'excédent avec de l'huile.
- Répéter au besoin l'opération
- Reboucher hermétiquement le pot car la composition contient beaucoup de carbone, la poudre pourrait se consumer d'elle-même. Chauffer au rouge au chalumeau, tremper directement dans la boîte de Kasenite en poudre, ça colle au métal chaud sans abîmer ce qui reste de la boîte, réchauffer au rouge "pour que ça rentre" éjection vers le baril d'eau. Faire le nettoyage sommaire des cendres agglomérées à la brosse métallique rotative, réchauffer « au bleu », refroidir à l'air libre .

III.5.3.2 Traitements thermiques :

Les traitements thermiques ont pour but d'améliorer les performances des caractéristiques mécaniques. Les principaux traitements thermiques sont :

1. Trempe

2. Revenu

3. Recuit

1. La trempe

La trempe consiste à faire un refroidissement rapide d'un acier austénisé pour lui donner la plus grande dureté possible par formation de la perlite fine. La température de trempe dépend de la teneur en carbone de l'acier et elle doit être située dans le domaine austénitique du diagramme Fe-C. La trempe s'effectue en général par trois manières, à l'eau, à l'huile et à l'air

i Trempe de masse

Le but de la trempe est un traitement thermique qui donne à l'acier une grande dureté par transformation de l'austénite en martensite.

• **Principe** : Une trempe se compose de trois phases principales :

i. Chauffage :

Destiné à amener l'acier à l'état austénitique.

A. Acier hypoeutectoïdes (de 0 à 0,85 % de carbone) Température de chauffage ($Ac_3 + 50^\circ C$). La ligne Ac_3 va de $721^\circ C$ à $906^\circ C$, le Chauffage d'un acier Hypereutectoïde dépend donc de sa teneur en carbone.

B. Acier Eutectoïde (0,85% de carbone) Température de chauffage ($Ac_1 + 50^\circ C$) soit environ $780^\circ C$.

C. Acier Hypereutectoïde (de 0,85 à 1,7% de carbone)
Température de chauffage ($Ac_1 + 50^\circ C$) soit en fonction du taux de carbone équivalent.

ii. Maintien à température d'austénisation dépend :

A. Des dimensions et des formes de la pièce.

B. Des types d'aciers, 15 min pour les aciers ordinaires, 30 min pour les aciers alliés, en particulier pour ceux contenant des carbures.

iii. Refroidissement (air, eau ou huile) :

C'est lui qui conditionne la structure finale. De lui dépend l'apparition de nouveaux constituants tels que : troostite, bainite, martensite.

iv. Fluide de trempe :

La trempe s'effectue par immersion dans l'eau, par pulvérisation d'eau ou par soufflage d'air.

Le fluide le plus utilisé est l'eau froide ($T < 40^{\circ}C$). Dans certain cas, l'eau froide génère un refroidissement trop rapide et génère des contraintes internes préjudiciables à l'utilisation de la pièce (déformations, risque de corrosion sous contrainte ou même rupture de la pièce si les contraintes sont trop élevées).

Dans ce cas, on peut utiliser de l'eau chaude ($T < 50^{\circ}C$) ou de l'huile. Dans certains cas assez rares, il est possible d'utiliser d'autres fluides comme des liquides à base de glycol pour minimiser la formation des contraintes internes. Il est possible également de relaxer les contraintes en effectuant un travail à froid immédiatement après la trempe (sur trempe fraîche). On peut ainsi étirer la pièce ou la comprimer. Pour éviter la formation d'un film de vapeur d'eau autour de la pièce (phénomène de caléfaction) on peut revêtir la pièce d'un revêtement. Cette opération s'appelle le poteyage.

ii **Trempe superficielle ou localisée :**

Le but de cette trempe est d'obtenir une grande dureté en surface tout en conservant un bon allongement dans la zone sous-jacente jusqu'au centre de la section.

- **Principe :** Elle consiste à chauffer (ou par induction ou à la flamme) localement la surface d'une pièce en acier jusqu'à la température d'austénisation, à la refroidir ensuite à une vitesse suffisante. Le refroidissement s'effectue le plus souvent par jet d'eau sous pression.
- **Matériaux utilisés :** Aciers ordinaires du type C42 ou faiblement alliés.

2. **Le Revenu**

Le revenu a pour but d'éliminer les contraintes résiduelles provenant de la trempe et d'augmenter la ténacité. Il consiste à chauffer une pièce qui vient d'être trempée à une température inférieure au point de transformation, et la maintenir à cette température, puis la refroidir généralement à l'air, parfois à l'eau.

i **Principe et But de Revenu :**

La trempe an isotherme est en général un traitement énergétique conduisant à un métal à R_m , R_e , H élevées du fait de la présence recherchée de martensite, mais dont la ductilité ($A\%$) et la résilience (K) sont très faibles pour la même raison. Si on tient compte également d'un niveau de contraintes propres souvent important, il est évident qu'un acier ne peut être utilisé en service directement à l'état trempé.

L'opération de revenu est destinée à corriger plus ou moins complètement ces inconvénients. Elle conduit à un métal de caractéristiques convenables présentant un compromis satisfaisant entre R_r , R_e , d'une part et $A\%$, K d'autre part. Contrairement à la trempe qui est une opération rapide et de contrôle difficile, le revenu permet un contrôle aisé des transformations et des propriétés du métal.

Le revenu est un traitement thermique effectué après trempe en continu, il consiste en :

- Un réchauffage à une température $TR < Ac1$;
- Un maintien de durée t_R à TR ;
- Un refroidissement jusqu'à la température ambiante de préférence lentement.

Le revenu provoque une évolution du matériau vers un état plus proche de l'état physicochimique d'équilibre sans toutefois rechercher à atteindre celui-ci.

Le choix de TR et t_R permet de contrôler ce retour plus ou moins complet vers l'état d'équilibre.

ii Différents types de revenu :

En fonction du résultat attendu, on distingue plusieurs types de revenu :

- Revenu de relaxation ou de détente,
- Revenu de structure ou classique,
- Revenu de durcissement.

3. Le recuit

Le but est de mettre l'acier dans une certaine structure pour permettre l'usinage ou la mise en forme par déformation plastique ou de régénérer la structure.

– Principe :

Cycle thermique que subit la pièce, consistant en un chauffage entre 700°C et 1000°C , puis d'un maintien à température suivi d'un refroidissement lent.

Exemple de structures observées au microscope avec un grossissement de : $\times 500$ sur un acier C40 contenant 0,40% de Carbone. Dans la pratique industrielle, un recuit se définit essentiellement par deux points principaux :

- La température de chauffage.
- La durée du traitement.

En fait il ne faut pas négliger deux autres éléments d'importance qui sont :

- La vitesse de chauffage.
- La vitesse de refroidissement.

Avec toutes les précautions que ces deux facteurs englobent, en particulier lors du passage des points de transformation Eutectoïde qui doivent être l'objet de soins attentifs.

Le recuit est un traitement thermique appliqué pour obtenir un état d'équilibre thermodynamique. Son cycle comprend les opérations suivantes :

- i Chauffage à vitesse contrôlée jusqu'à une température dite de recuit (TRc), variable selon la nature du recuit.
- ii Maintien isotherme contrôlé à cette température. Ce temps varie selon les traitements antérieurs, le volume de la pièce et enfin des effets à réaliser.
- iii Refroidissement obligatoirement lent à l'air calme ou au four selon une loi programmée. Le recuit produit certains effets qui conditionnent l'acier après traitement. Il élimine les effets de traitements antérieurs, soit de nature mécanique (tréfilage, laminage, forgeage...), soit de nature thermique (trempe). Autrement dit, il fait disparaître les états hors d'équilibre.
- iv Il confère aux matériaux un équilibre physico-chimique, mécanique et structural de par le refroidissement lent. Ainsi, la structure obtenue est celle portée sur les diagrammes d'équilibre à la température ambiante.
- v Il confère également aux matériaux de meilleures caractéristiques de ductilité, c'est à dire il augmente au maximum les valeurs de résilience (K) (résistance au choc), l'allongement pourcent (A%) et la striction (Z), et en contrepartie il diminue au minimum de leurs valeurs la résistance à la rupture (Rr), la limite élastique (Re), la dureté (H).
- vi Il existe une classification technique des différents recuits, en fonction des objectifs visés, mais il convient de reconnaître que le gradient de température utilisé gravite autour des lignes A1 et A3 du diagramme ci-dessous, il faut convenir également qu'un certain recuit peut remédier à plusieurs défauts à la fois, donc englober plusieurs objectifs.

– **Différents types de recuit :**

En pratique, on distingue quelques types élémentaires de recuits :

- Le recuit d'adoucissement
- Le recuit de normalisation
- Le recuit de détente
- Le recuit de diffusion.

III.6 Conclusion

Cette partie du projet nous a permis de définir les différentes phases du processus de conception du gabarit de soudage, ainsi que les différents traitements thermiques et superficielle nécessaires pour les matériaux qui constituent ce montage.

Chapitre IV

ÉTUDE DES LIAISONS

IV.1 Introduction

Nous limiterons notre étude aux ensembles mécaniques constitués d'éléments rigides qui sont en contact entre eux (assemblages).

Afin de permettre une bonne approche du mécanisme réel, on associe les pièces mécaniques à des Solides indéformables et les liens entre elles, à des modèles de liaisons technologiques que nous développerons au cours de ce chapitre.

IV.2 Mobilités fonctionnelles d'un mécanisme

IV.2.1 Définition

Un mécanisme est un agencement de pièces mécaniques reliées entre elles, conçu en vue de réaliser une fonction déterminée, ou plus généralement pour établir une relation particulière entre des informations d'entrée, qui sont des informations exercées par le milieu extérieur sur le mécanisme, et les informations de sortie qui sont des informations exercées par le système sur le milieu extérieur.

IV.2.2 Mobilité fonctionnelle

Un mécanisme est toujours modélisable. A partir de son modèle, l'étude peut mettre en évidence :

- Les efforts mis en jeu, « domaine de la statique »
- Les mouvements relatifs de ses composants « domaine de la cinématique »
- Les puissances transmises « domaine de la dynamique »

La cinématique est l'étude des mouvements possibles entre solides sans tenir compte des causes qui les provoquent. En cinématique un solide est considéré comme indéformable. Il peut correspondre à une seule pièce ou à un groupe de pièces qui n'ont aucun mouvement les unes par rapport aux autres au cours du fonctionnement normal. Ce groupe de pièces est un sous-ensemble cinématiquement lié.

IV.3 Isostatisme

C'est l'ensemble des composants qui concourent à la liaison de la pièce et du porte-pièce en permettant l'élimination des degrés de liberté (maximum six). L'ensemble de ces composants doit permettre une remise en position identique après la pose d'une nouvelle pièce sur son porte-pièce pour assurer une bonne précision à l'usinage. [1]

IV.4 Les liaisons cinématiques

IV.4.1 Définition d'une liaison mécanique

C'est un modèle cinématique du mécanisme (c'est à dire une interprétation en termes de mouvements relatifs possibles entre pièces). On dira que deux ensembles sont en liaison s'ils restent en contact par l'intermédiaire de surfaces au cours de l'utilisation du mécanisme.

On appelle liaison parfaite une liaison obtenue à l'aide de surfaces géométriquement parfaites, avec un jeu de fonctionnement nul, et un contact sans adhérence (pas de frottement). La liaison parfaite est une liaison théorique. Les liaisons réelles rencontrées dans un mécanisme seront modélisées par des liaisons parfaites.

IV.4.2 Définition d'un degré de liberté

On appelle degré de liberté entre deux solides 1 et 2, les mouvements relatifs indépendants possibles dans le repère local associé. On dénombre six degrés de liberté possibles, soient trois translations $T_x T_y T_z$ et trois rotations $R_x R_y R_z$. On aura une liaison entre deux solides lorsqu'au moins un degré de liberté sera supprimé. Les degrés de liberté d'une liaison seront les mouvements autorisés parmi les six.

IV.4.3 Degré de liaison

Degré de liaison = 6-degré de liberté

IV.4.4 Surfaces élémentaires et hypothèses

– Surfaces élémentaires :

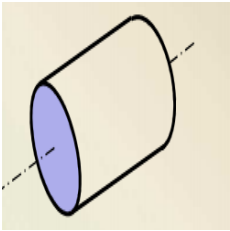
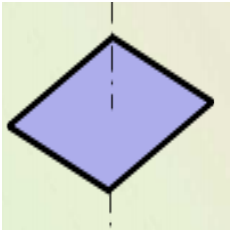
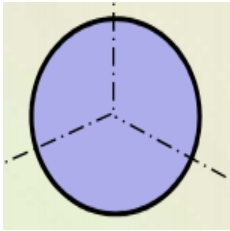
cylindre de révolution	plan	Sphère
		

Table IV.1 — Surfaces élémentaire.

– Hypothèses :

- Les surfaces sont supposées de contact sont géométriquement exact et indéformables.
- Les liaisons sont supposées sans jeux

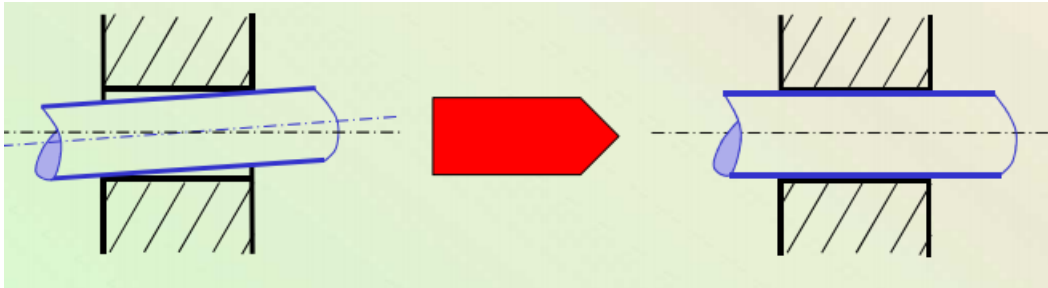


Figure IV.1 — Schématisation d'une liaison sans jeu.

IV.4.5 Type de contact entre les solides

Surface	Plan	Cylindre	Sphère
Sphère			
Cylindre			
Plan			

Table IV.2 — Type de contact entre les solides.

IV.4.6 Types de liaisons

- **Liaison encastrement ou liaison fixe** : elle ne permet aucune mobilité. On peut l'obtenir en utilisant plusieurs liaisons élémentaires. Par exemple, un appui-plan, une liaison linéaire rectiligne et une ponctuelle.
- **Liaison pivot** : La liaison est certainement la plus répandue dans la technologie courante. On peut l'obtenir en utilisant plusieurs liaisons élémentaires. Par exemple, un pivot glissant et un appui-plan. Elle est repérée par son axe $\vec{\alpha}$.
- **Liaison glissière** : On peut obtenir la liaison glissière en utilisant plusieurs liaisons élémentaires. Par exemple, une liaison linéaire rectiligne et un appui-plan. Elle est repérée par son axe \vec{n}
- **Hélicoïdale** : La liaison hélicoïdale est obtenue par contact entre deux surfaces hélicoïdales, elle permet une translation combinée avec une rotation. Elle est repérée par son axe $\vec{\alpha}$ et le centre O
- **Liaison pivot-glissant** : C'est la liaison obtenue par contact de deux cylindres coaxiaux. Son repérage dans l'espace est défini par l'axe commun aux deux cylindres et par le centre O de cet axe. Deux mobilités :
 - une translation d'axe $\vec{\alpha}$.
 - une rotation d'axe $\vec{\alpha}$
- **Liaison appui-plan** : c'est la liaison obtenue par contact de deux plans. Son repérage dans l'espace est défini par la normale commune aux deux plans. Trois mobilités :
 - Deux translations d'axes orthogonaux à \vec{n}
 - Une rotation autour de \vec{n}
- **Liaison linéaire annulaire** : C'est la liaison obtenue par contact d'une sphère et d'un cylindre. Le contact entre les deux surfaces est une ligne circulaire, d'où son nom. Son repérage dans l'espace est défini par l'axe du cylindre et par le centre de la sphère. 4 mobilités :
 - 1 translation d'axe $\vec{\alpha}$;
 - 3 rotations.
- **Liaison linéaire rectiligne** : C'est la liaison obtenue par contact d'un cylindre et d'un plan. Le contact entre les deux surfaces est une ligne droite, d'où son nom. Son repérage dans l'espace est défini par l'axe du cylindre et par la normale au plan. Quatre mobilités : deux translations d'axe $\vec{\alpha}$ et d'axe orthogonale à $\vec{\alpha}$ et \vec{n} deux rotations d'axe $\vec{\alpha}$ et \vec{n}

- **Liaison rotule** : C'est la liaison obtenue par contact de deux sphères concentriques. Son repérage dans l'espace est défini par le centre O des sphères.
- **Liaison rotule à doigt** : La liaison rotule à doigt est obtenue par composition d'une liaison rotule et d'un linéaire rectiligne. Elle est repérée par l'axe autour duquel la rotation est impossible et le centre de la sphère.
- **Liaison ponctuelle** : C'est la liaison obtenue par contact d'un plan et d'une sphère. Cinq mobilités : deux translations d'axes orthogonaux à \vec{n} trois rotations.

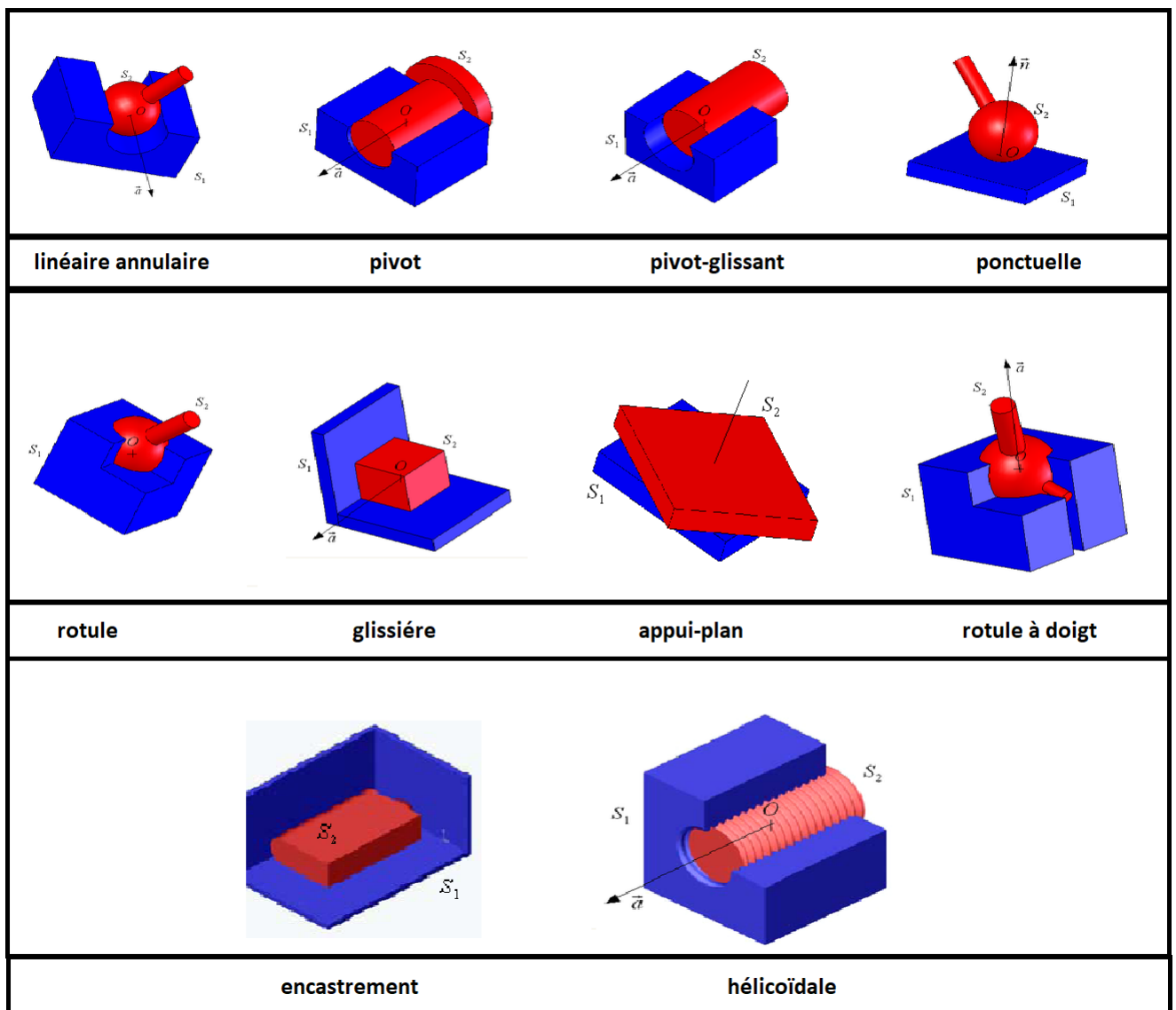


Figure IV.2 — Présentation de quelques liaisons mécaniques.

Le tableau IV.3 ci-après regroupe les différents types de liaison mécanique avec leurs représentations plane et spatiale.

Type de liaison	Nom de liaison	Mouvements possibles		Degrés de liberté	Degrés de liaison	Représentation plane	Représentation spatiale
		rotation	translation				
complète	encastrement	0	0	0	6		
Liaisons composées	pivot	1	0	1	5		
	glissière	0	1	1	5		
	hélicoïdale	1	1	1	5		
Liaison simple	Pivot-glissant	1	1	2	4		
	Appui plan	1	2	3	3		
	Linaire rectiligne	2	2	2	4		
	ponctuelle	0	1	1	5		

Table IV.3 — Liaisons mécaniques.

IV.5 Les classes d'équivalence

Ou bloc cinématiquement équivalent (B.C.E.), regroupe toutes les pièces liées entre elles n'ayant pas de mouvement relatif entre elles. Une table est constituée de quatre pieds et d'un plateau qui sont fixé les uns aux autres. Une table est donc constituée de cinq éléments qui forment une seule classe d'équivalence. Pour lier des éléments entre eux, on peut les souder, les coller, les emmancher en force (encastrement), etc.

IV.6 Graphe de liaison

Le graphe des liaisons est une représentation plane décrivant les liaisons entre les pièces d'un mécanisme. Dans l'optique d'une étude des mouvements ou des conditions d'équilibre, les solides sont regroupés par classes d'équivalence. Ainsi, le graphe des liaisons se compose : de cercles symbolisant les classes d'équivalence d'arcs de courbe, joignant certains des cercles, symbolisant les liaisons.

IV.7 Schéma cinématique

C'est un schéma réalisé à l'aide des symboles graphique (voir tableau de liaison) qui permet de montrer les possibilités de mouvements relatif entre les solides cinématiquement liés. Pour établir un schéma cinématique correcte on doit regrouper les solides en classes d'équivalences (pièces sans mouvement entre elles), reconnaître les différents mouvements possibles et ne définir un mouvement qu'une seule fois, ne pas être redondant.

IV.8 Torseur cinématique

Un torseur d'action mécanique transmissible permet d'écrire les efforts et les moments transmissibles par une liaison entre deux solides S1 et S2. Le torseur T est composé :

- Du vecteur R, somme des actions mutuelles entre ces deux pièces,
- Du vecteur M, moment en un point des actions mutuelles entre ces deux pièces.

Son écriture au centre de la liaison (centre de réduction) se réduit à ces deux vecteurs que l'on appelle éléments de réduction.

$$(T) = \begin{pmatrix} X_{2/1} & L_{2/1} \\ Y_{2/1} & M_{2/1} \\ Z_{2/1} & N_{2/1} \end{pmatrix}_R$$

IV.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé les différents aspects de l'iso statisme en tenant compte des notions de degrés de liberté ainsi que les différentes liaisons mécaniques et leur torseur cinématique associés.

Chapitre V

DIMENSIONNEMENT ET CALCULS RDM

V.1 Introduction

Dans toute étude de conception il est nécessaire de déterminer les différentes dimensions en fonction des contraintes et limites par rapport à son support. Le choix des matériaux a été fait en fonction de la résistance demandée.

V.2 Types d'assemblage employé dans le montage

Il existe plusieurs manières de fixer les pièces et les éléments l'un à l'autre. Dans notre étude nous avons utilisé principalement le soudage, l'assemblage par éléments filetées et l'assemblage par ajustement serrage.

V.2.1 Assemblages soudées

Définition : Permet l'assemblage permanent en assurant la continuité de la matière à assembler. Les pièces à souder perdent leurs contours primitifs par fusion, par écrasement ou par diffusion.

calcul de l'assemblage soudé

Dans notre étude on a entamée le soudage d'angle, on a utilisé trois types de cordons de soudure :

1. Cordons frontaux :

$$\sigma_{\perp} = \zeta_{\perp} = \frac{F\sqrt{2}}{2a\Sigma l} \quad (\text{V.1})$$

$$\zeta_{\parallel} = 0 \quad (\text{V.2})$$

2. Cordons latéraux :

$$\sigma_{\parallel} = \frac{F}{a\Sigma l} \quad (\text{V.3})$$

$$\sigma_{\perp} = \zeta_{\perp} = 0 \quad (\text{V.4})$$

3. Cordons obliques :

$$\zeta_{\parallel} = \frac{F \cos \alpha}{a\Sigma l} \quad (\text{V.5})$$

$$\sigma_{\perp} = \zeta_{\perp} = \frac{F \sin \alpha}{\sqrt{2}a\Sigma l} \quad (\text{V.6})$$

Selon la Formule fondamentale donnée par l'*Eurocode 3* qui exprime les composantes de la contrainte moyenne rapportée à la section de gorge du cordon de soudure doivent satisfaire à la condition de résistance suivante :

$$\beta_w \cdot \sqrt{\sigma^2 \cdot 3(\zeta \cdot \zeta_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\gamma_{MW}} \quad (\text{V.7})$$

Dont les coefficients β_w et γ_{MW} varie selon la variation du métal de base.

f_u : Limite à la rupture du métal de base.

β_w et γ_{MW} : Coefficient de réduction liée aux matériaux. Voir le tableau I.9.

calcul de l'effort que peut transmettre le cordon de soudure attribué à chaque zone :

Zone de soudage	Type de cordons	Matériaux	La longueur réelle (mm)	La gorge a (mm)
1	Cordons frontaux	C22	23	4
	Cordons latéraux		26.37	
2	Cordons latéraux	S 235 JR	28.81	4
3	Cordons Obliques	S 235 JR	23.41	4

Table V.1 — Longueur réelle et la gorge attribuée à chaque zone de soudure donnée par le BE SNVI-VIR.

1. **Zone N°1 :**

La figure V.1 identifie la zone 1 qui est l'assemblage de la chape avec la bague de moyeu. Cette zone contient deux cordons frontaux et deux cordons latéraux.

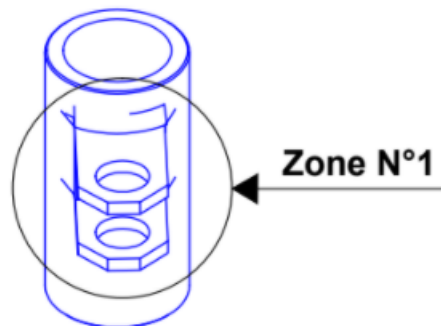


Figure V.1 — Zone N°1.

- calcul de la longueur utile L_w pour les cordons frontaux du tableau I.9 avec $L_{réelle} = 23mm$: $L_w = L_{réelle} - 2a$ $L_w = 23 - 2 \times 4$ donc $L_w = 15mm$
- calcul de l'effort

En remplaçant l'équation V.3 dans V.7 l'inéquation devient :

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\zeta_{\perp}^2)} \leq \frac{f_u}{\gamma_{MW}} \tag{V.8}$$

En remplaçant l'équation V.1 dans V.8 l'inéquation devient :

$$2\sqrt{\sigma_{\perp}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{MW}} \text{ d'où } F \leq \frac{f_u \times a \times L_w}{\sqrt{2} \times \beta_w \times \gamma_{MW}} \tag{V.9}$$

Des tableaux I.9 et V.1 :

$$\beta_w \gamma_{MW} = 1,10, f_u = 430 \text{ Mpa}, a = 4 \text{ mm} \text{ et } L_w = 15 \text{ mm}.$$

En remplaçant ces données dans l'équation V.9 on trouve :

$$F = \frac{430 \times 4 \times 15}{\sqrt{2} \times 1,10}$$

$$F = 16645,16 \text{ N}$$

– calcul de la longueur utile L_w pour les cordons latéraux

Du tableau V.1 : $L_{réelle} = 26,37 \text{ mm}$

$$L_w = L_{réelle} - 2a, L_w = 26,37 - 2 \times 4$$

$$\text{donc : } L_w = 18,37 \text{ mm}$$

– calcul de l'effort

En remplaçant l'équation V.4 dans V.7 l'inéquation devient :

$$\beta_w \sqrt{\zeta_{\parallel}^2} \leq \frac{f_u}{\gamma_{MW}} \quad (\text{V.10})$$

En remplaçant l'équation V.3 dans V.10 l'inéquation devient :

$$\sqrt{3} \zeta_{\parallel} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{MW}} \text{ D'où } F \leq \frac{f_u \times a \times L_w}{\beta_w \cdot \gamma_{MW}}$$

$$\sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{MW} \quad (\text{V.11})$$

AN :

Des tableaux I.9 et V.1 on a :

$$\beta_w \gamma_{MW} = 1,10, f_u = 430 \text{ Mpa}, a = 4 \text{ mm} \text{ et } L_w = 15 \text{ mm}$$

En remplaçant dans V.11 on trouve :

$$F = \frac{430 \times 4 \times 15}{1,10 \times \sqrt{3}} \quad F = 16583,80 \text{ N}$$

2. Zone N°2 :

La figure V.2 identifie la zone 2 qui est l'assemblage de la tige avec la bague de moyeu. Cette zone contient un seul cordon latéral.

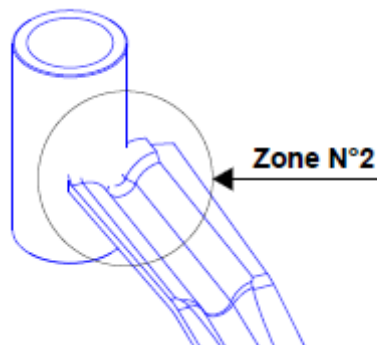


Figure V.2 — Zone N°2.

- calcul de la longueur utile L_W pour les cordons latéraux

Du tableau V.1 : $L_{réelle} = 28.81mm$

$$L_W = L_{réelle} - 2 \times a \quad L_W = 28.81 - 2 \times 4$$

donc : $L_W = 20.81mm$

- calcul de l'effort : Des tableaux I.9 et V.1 on a :

$\beta_w \gamma_{MW} = 1,20$, $f_u = 510Mpa$, $a = 4mm$ et $L_W = 20.81mm$ En remplaçant

dans (I-11) : $F = \frac{510 \times 4 \times 20,81}{\sqrt{3} \times 1,20}$

$$F = 28276,88N$$

3. Zone N°3 :

La figure V.3 identifie la zone 3 qui est l'assemblage du patin avec la bague de moyeu. Cette zone contient deux cordons obliques.

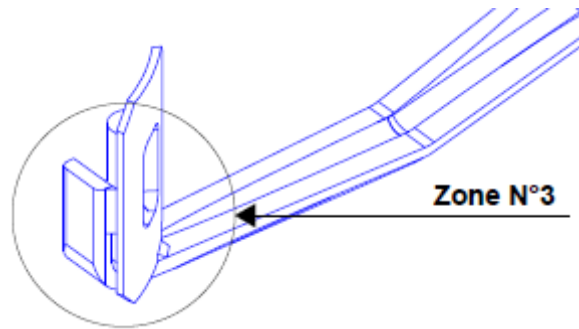


Figure V.3 — Zone N°2.

- calcul de la longueur utile L_W pour les cordons obliques :

Du tableau V.1 :

$$L_{réelle} = 23,41 \quad L_W = L_{réelle} - 2 \times a \quad L_W = 23,41 - 2 \times 4$$

donc : $L_W = 15,41mm$

- calcul de l'effort

En remplaçant l'équation V.5 et V.6 dans V.7 l'inéquation devient :

$$(V.12) \quad \sqrt{\frac{F \sin \alpha^2}{\sqrt{2} a \Sigma l} + 3 \left(\frac{F \sin \alpha^2}{\sqrt{2} a l} + \frac{F \cos \alpha^2}{a l} \right)} \leq \frac{f_u}{\gamma_{MW}}$$

D'où

$$\frac{f_u \times a \times L_W}{\sqrt{\sin \alpha^2 + 3 \cos \alpha^2} \times \beta_W \times \gamma_{MW}} \quad (V.13)$$

AN :

Des tableaux I.9 et V.1 on a :

$\beta_w \gamma_{MW} = 1,20$, $f_u = 510 \text{ Mpa}$, $a = 4 \text{ mm}$ et $L_W = 15,41 \text{ mm}$ En remplaçant dans V.13

on trouve :

$$F = 24109 \text{ N}$$

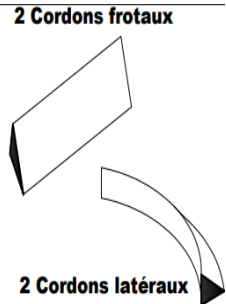
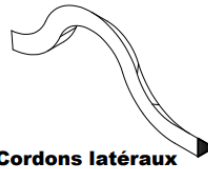

Zone de soudage	Cordons frontaux	Cordons latéraux	Cordons obliques	Forme du cordon
Zone de soudage N°1				
Matériaux	C22	C22	/	 <p>2 Cordons frontaux</p> <p>2 Cordons latéraux</p>
Gorge (mm)	4	4	/	
Longueur utile Σ longueur (mm)	15	18,37	/	
Angle	0°	90°	/	
Effort transmis par le cordon (N)	16645,16	16583,80	/	
Zone de soudage N°2				
Matériaux	/	S 235 JR	/	 <p>1 Cordons latéraux</p>
Gorge (mm)	/	4	/	
Longueur utile Σ longueur (mm)	/	28,81	/	
Angle	/	90°	/	
Effort transmis par le cordon (N)	/	28276,88	/	
Zone de soudage N°3				
Matériaux	/	/	S 235 JR	 <p>2 Cordons obliques orientés vers le haut de 30°</p>
Gorge (mm)	/	/	4	
Longueur utile Σ longueur (mm)	/	/	23,40	
Angle	/	/	30°	
Effort transmis par le cordon (N)	/	/	24109	

Table V.2 — Classification des efforts de soudage attribuée a chaque zone de soudage dans l'ensemble pédale de frein.

V.2.2 Assemblages par éléments filetés

1. Assemblage par vis :

La vis sert à réunir plusieurs pièces par pression des unes sur les autres.

2. Assemblage par boulons (vis écrous) :

Les pièces à assembler sont simplement percées de trous lisses. D'où l'assemblage économique de plusieurs pièces par pression des unes sur les autres. Pour obtenir un serrage efficace, les vis doivent être immobilisées en rotation.

Une vis est soumise à différentes contraintes de traction, Torsion et parfois cisaillement. La tension de la vis, lorsqu'elle a été serrée à un allongement calculé, correspond à la précontrainte. Les efforts extérieurs inférieurs à la précontrainte ne modifieront pas la tension de la vis. Par contre, si l'assemblage est soumis à des efforts extérieurs supérieurs à la précontrainte de la vis, l'assemblage se sépare et la tension de la vis augmente jusqu'à rupture de la vis.

3. Assemblage par serrage :

Permet l'assemblage de deux pièces grâce aux ajustements réalisés sur celles-ci. Elles doivent être ébavurées, contrôlées et elles doivent comporter un chanfrein d'entrée pour faciliter la mise en position entre elles lors de l'assemblage. L'assemblage est réalisé à la main, à l'aide d'un maillet ou d'une presse en fonction

V.3 Maintien en position

Le maintien en position d'une pièce consiste à éliminer les derniers degrés de liberté et assurée une étanchéité entre les deux pièces il est généralement réalisé par des éléments filetés. Pour assurer un bon maintien de position de la pièce soudée on doit assurée un bon serrage dans notre cas L'effort de serrage F_s est composé de deux force.

1. effort de serrage de la bride f_{s1}
2. effort de serrage de la sauterelle f_{s2}

$$\tilde{F}_S = \tilde{F}_{S1} + \tilde{F}_{S2}$$

V.3.1 bride

– Définition :

La bride est un dispositif de maintien couramment utilisée dans le serrage des éléments mécaniques [7].

– Conditions d'utilisation d'une bride :

- utiliser une bride traitée, de forme et dimension adaptées
- Placer le boulon le plus près possible de la pièce
- Choisir et régler la cale d'appui légèrement plus haute
- l'extrémité du boulon ne dépasse pas trop la bride.
- **calcul de la force de serrage FS1 :**

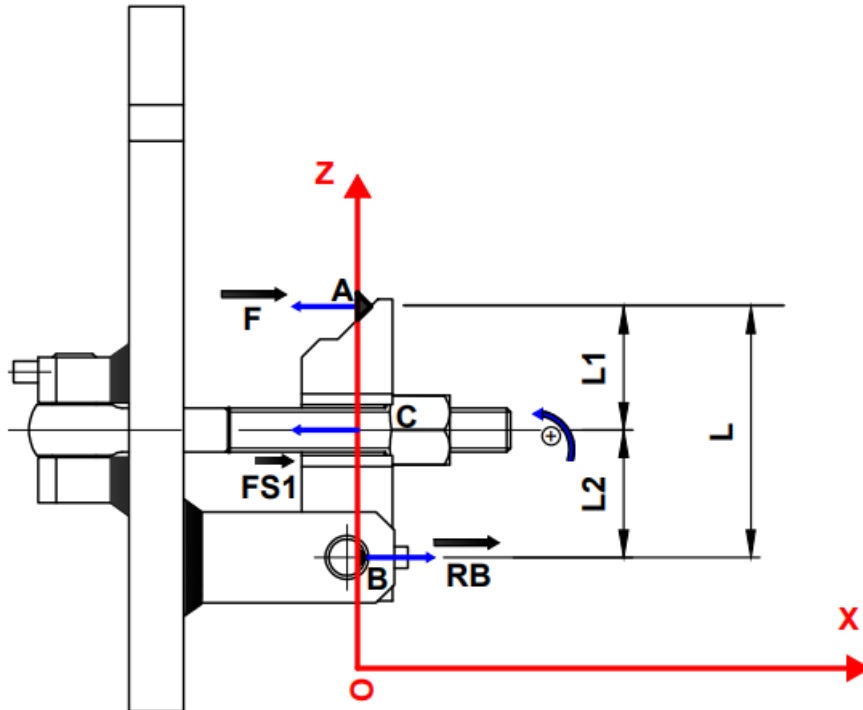


Figure V.4 — Bride pivotante.

avec $L_1 = 30mm$, $L_2 = 35mm$ et $L = 65mm$

RB : la force de la reaction au point B

Fs1 : La force de serrage de la vis

On suppose : La force de serrage \geq la force de soudage Donc $F_s \geq 28276,88N$

– $\Sigma f_{ext} = 0$

Projection sur l'axe $O\vec{X}$:

– $\vec{F} + \vec{F}_{s1} + \vec{R}_B = 0$

$RB - F - F_{s1} = 0$

– Au point c :

$\Sigma M/C = 0 \quad F \times L_1 + RB \times L_2 = 0$

Donc :

$RB = -\frac{F \times L_1}{L_2} \quad RB = \frac{-28276,88 \times 30}{35} \quad RB = -24237,32N$

– Au point c :

$\Sigma M/B = 0 \quad F \times L + F_{s1} \times L_2 = 0$

Donc :

$$F_s1 = -\frac{F \times L}{L^2} RB = \frac{-28276.88 \times 65}{35} F_s1 = -52514.20N$$

– **Choix de la vis**

Vis fabriquée en C35 avec une limite élastique $R_e = 650 \text{ Mpa}$

— **Condition de la résistance**

$$R \leq R_{max} \quad (\text{V.14})$$

$$R_{max} = \frac{R_e}{C_s} \quad (\text{V.15})$$

$$R = \frac{N}{S} \quad (\text{V.16})$$

En remplaçant V.15 et V.16 dans V.14

On trouve :

$$\frac{N}{S} \leq \frac{R_e}{C_s} \quad (\text{V.17})$$

$$S = \frac{\pi d_2}{4} \quad (\text{V.18})$$

Dans notre cas on a deux surface de cisaillement donc l'équation devient :

$$a = 2S \text{ donc } a = \frac{2\pi d_2}{4}$$

En remplaçant V.18 dans V.17 on trouve :

$$d \geq \sqrt{\frac{2C_s \times N}{\pi R_e}} \quad (\text{V.19})$$

Du tableau III.4 : $R_e = 620 \text{ MPA}$

AN :

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{2C_s \times F_s1}{\pi R_e}}$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{2 \times 1.4 \times 52514.20}{3.14 \times 245}}$$

$$d_1 \geq 14 \text{ mm}$$

On prends $d_1 = 14 \text{ mm}$ où d1 est le diamètre de la vis d'articulation, constituant N°26 dans (voir l'annexe).

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{2C_s \times RB}{\pi R_e}}$$

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{2 \times 1.4 \times 24237.32}{3.14 \times 245}}$$

$$d_2 \geq 9.39 \text{ mm}$$

On prends $d_2 = 12 \text{ mm}$ où d2 est le diamètre de l'axe de bridage , constituant N°16 dans (voir l'annexe).

V.3.2 La sauterelle

C'est un élément qui offre des solutions efficaces pour serrer ou positionner une pièce à usiner de manière économique et rapide. Il fonctionne selon le principe de la genouillère qui est actionné avec un minimum d'efforts.

Il assure un verrouillage ou un auto-serrage lorsque la position de point mort (l'alignement des trois points d'articulation) est dépassée.

Les sauterelles constituent une solution idéale lors des travaux de perçage, de soudage, de meulage et de contrôle.

Dans l'industrie du bois, par exemple lors du collage ou de l'assemblage de plaques fragiles, les sauterelles permettent d'éviter les déformations, car la force de serrage est réglable.

La figure V.5 représente un élément de serrage rapide, sauterelle NOORELEM SU11 à levier vertical à embase horizontale.



Figure V.5 — Sauterelle à levier vertical à embase horizontale.

Depuis les caractéristiques mécaniques du CuSn7Zn4Pb6 (voir l'annexe) :

$$F_{s_2} = 0.8KN = 800N$$

V.3.3 calcul de l'effort de serrage Fs

$$FS = 800 + 15226.01$$

$$FS = 16026.01N$$

V.4 Calcul des appuis

Lorsqu'une pièce repose sur son appui, elle est soumise à une pression due à l'élément de serrage, qui provoque une déformation sur la pièce. Les caractéristiques à déterminer sont :

1. La résistance à la rupture du matériau :

Loi de BOUSSINESQ [8] :

Une charge totale "p" répartie à l'intérieur d'un cercle de rayon "a" provoque la loi de densité.

$$q = \frac{p}{2\pi a(a^2 - r^2)} \quad (\text{V.20})$$

Avec p : la charge appliquée (daN), a : le rayon du cylindre d'appui (mm), r : rayon du cylindre ou la pression (moyenne)

Nota : on peut remarquer que pour "r=a", q=p/0 tel que p/0 tend vers l'infini, donc la pression q devienne infinie et en fait dans la réalité, le métal cédera tout le long du pourtour. C'est pour cela que la pression admissible (Pad) sur les appuis plan est faible. pour diminuer l'influence de cette pression infinie il faut prévoir sur le pourtour de l'appui un rayon de raccordement avec la surface de l'appui afin d'éviter que r= a.

Les pressions q admissible sont en rapport avec la résistance à la rupture Rr de la pièce.

2. Le déplacement axial α en mm :

la loi de densité provoque en tout point intérieur au cercle un déplacement vertical α .

$$\alpha = \frac{1 - \mu_2}{2E} \times \frac{P}{a} \quad (\text{V.21})$$

Avec la formule 4 on peut établir des tableaux indiquant les "charges admissibles

sur appui, en fonction du diamètre ($2a$ en mm) de l'appui et de la résistance à la rupture (R_r daN/mm²) du matériau de la pièce.

Avec la formule 2 on peut établir des tableaux indiquant les déplacements verticaux (D en mm) en fonction :

- De la pression admissible (P_{ad} en N)
- Du coefficient de poisson (μ)
- Du rayon "a" du cylindre d'appui ($\varnothing = 2a$ en mm)

Pour les appuis on a choisi un matériau de moyenne tenue en carbone, le xc38 avec une résistance à la rupture $R_r = 55 \text{ daN/mm}^2$.

i Appui N°10

La figure V.6 est la représentation de l'appui plan-plan N°10

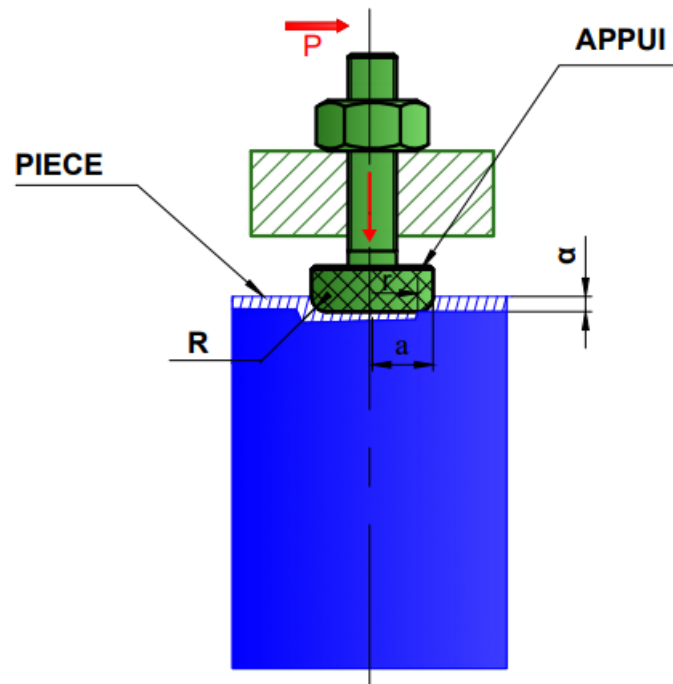


Figure V.6 — Appui-plan N°10.

• calcul de la charge appliquée :

Loi de boussinesq :

$$p = 2,07 \times R_r \times a \sqrt{2a - 1} \quad (\text{V.22})$$

avec $a = 19 \text{ mm}$ et $r = 18 \text{ mm}$

$$p = 2,07 \times 55 \times 19 \sqrt{2 \times 19 - 1}$$

$$p = 13157,92 \text{ daN}$$

- calcul du déplacement vertical (axial α) :

$$\alpha = \frac{1-0,32^2}{2 \times 20000} \times \frac{13157,92}{19}$$

$$\alpha = 0,0157 \text{ mm}$$

ii Appui N°8

La figure V.7 est la représentation de l'appui plan-plan N°8

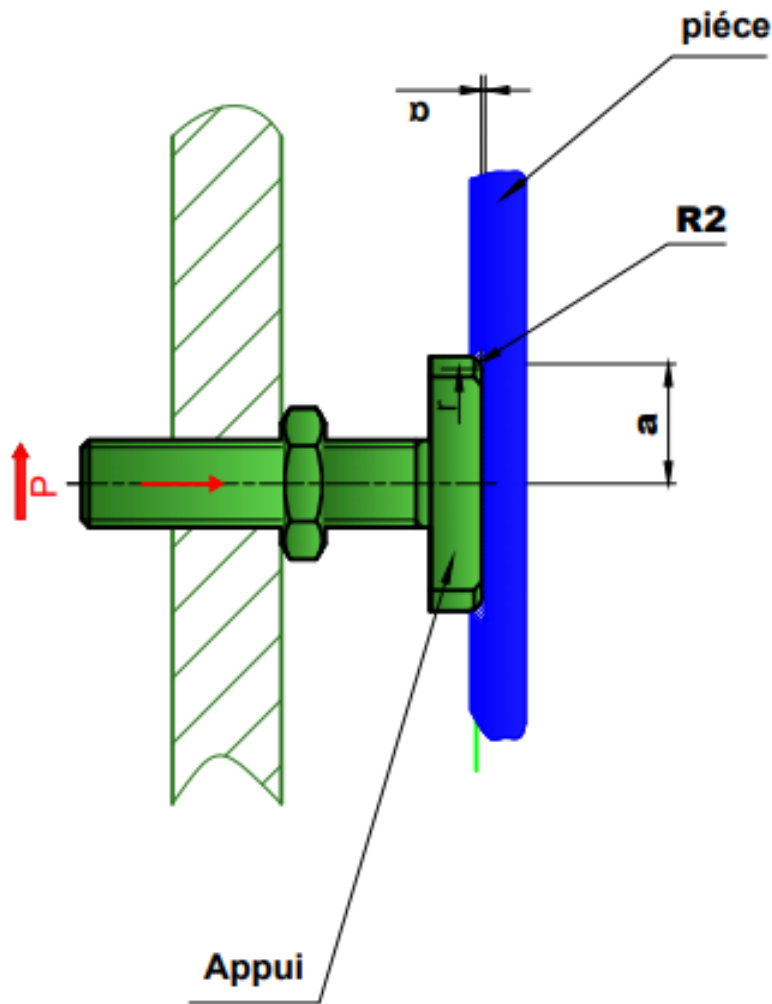


Figure V.7 — Appui-plan N°8.

- calcul de la charge appliquée P

Avec $a = 17,5 \text{ mm}$ et $r = 16,5 \text{ mm}$

$$p = 2,07 \times 55 \times 17,5 \sqrt{2 \times 17,5 - 1}$$

$$p = 11617,44 \text{ daN}$$

• calcul du déplacement vertical (axial α) :

$$\alpha = \frac{1-0,32^2}{2 \times 20000} \times \frac{11617,44}{17,5}$$

$$\alpha = 0.0151mm$$

V.5 choix du ressort

Le choix du ressort doit ce fait en fonction du diamètre de la vis , pour assurer la fonction de rappel il faut choisir un ressort de compression avec des spires non jointives a fin de facilité le retour du moyeu à sa position initial.

La figure V.8 illustre un ressort de compression (ou de rappel).

1. calcul du nombre de spires :

$$f = \frac{8PD^3n}{Gd} \quad (V.23)$$

$$K = \frac{P}{f} = \frac{Gd^4}{8nD^3} \quad (V.24)$$

AN :

$$n = \frac{81500 \times 2^4}{8 \times 4 \times (16.5)^3} \quad n = \frac{1304000}{143748} \quad n = 9$$

2. calcul de la flèche : En remplaçant la valeur de n dans l'équation V.23 on trouve :

$$f = \frac{8 \times 40 \times 9 \times (16.5)^3}{81500 \times 16} \quad f = \frac{64686600}{1304000} \quad f = 9.92mm$$

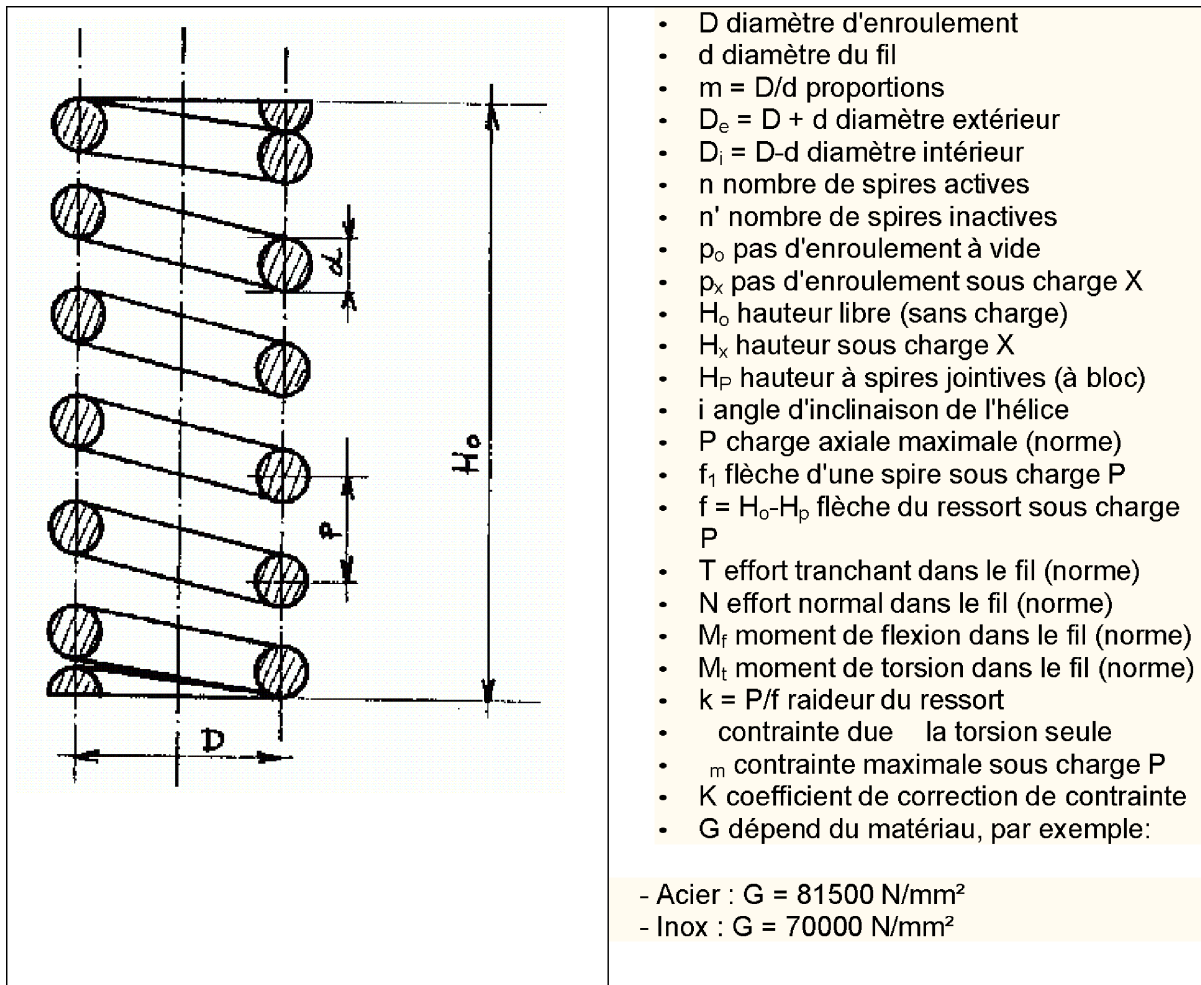


Figure V.8 — Ressort de compression NOORELEM.

V.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons déterminé quelques dimensions que nous avons jugées importantes ; afin d'avoir une rigidité et pour éviter tout accident de mal fixation de la pièce, les différentes dimensions calculées répondent aux différents critères de fonctionnement. Nous nous sommes basées dans nos calculs uniquement sur les diamètres des vis, les filetages ainsi que l'assemblage par soudure. Pour les autres dimensions nous nous sommes basées sur les dimensions de des pièces à assembler et l'emplacement réserver à cet ensemble.

**CONCLUSION
GENERALE**

Ce projet, réalisé à l'entreprise SNVI, consiste à concevoir un montage de soudage pour une pédale de frein puis procéder à sa validation en utilisant l'outil SOLIDWORKS.

La validation de notre montage a été concentrée sur l'équilibrage de l'ensemble (montage et pièce) en se servant de l'outil SOLIDWORKS.

L'analyse fonctionnelle établie au cours de ce travail nous a permis d'analyser le besoin de l'entreprise et d'aboutir à des solutions techniques qui mènent toutes à l'adoption d'un gabarit de soudage.

Après avoir étudié les liaisons à respecter, nous avons procédé au dimensionnement des éléments nécessaires à la conception du montage de soudage pour la pédale de frein.

La période de stage que nous avons passé au sein de l'entreprise SNVI nous a été fructueuse, elle nous a rapproché du monde réel de l'entreprise ; celui-ci convoité par les jeunes étudiants, que nous sommes, afin de concrétiser nos connaissances acquises durant le cycle de formation à l'université.

En se basant sur les connaissances acquises durant notre cursus universitaire et des données récoltées au cours de l'élaboration de notre PFE, nous proposons d'autres perspectives pour la conception de cette pièce, d'autres solutions de montage et de réalisation pouvant servir d'objet à une prochaine étude.

Parmi les solutions de montage nous citons le montage modulaire, c'est un assemblage rapide, démontable, des éléments standards fabriqués à haute précision pour répondre aux contraintes de maintien et de mise en positions. Il nous permet de réduire le temps d'étude et de réalisation du montage, il est facile à appliquer cependant il nous a été fortement recommandé par l'SNVI de réaliser un gabarit de soudage.

Parmi les solutions de réalisation l'injection plastique qui est un procédé de mise en œuvre de matière thermoplastique qui permet l'obtention des pièces finies de formes complexes en une seule opération. La productivité de cette méthode est liée au nombre d'empreintes et à la durée du cycle, celle-ci liée essentiellement à la nature de la matière injectée, à la qualité des pièces à réaliser ainsi qu'à vitesse de refroidissement. Cette méthode est utilisée dans le travail sériel à grande cadence de production.

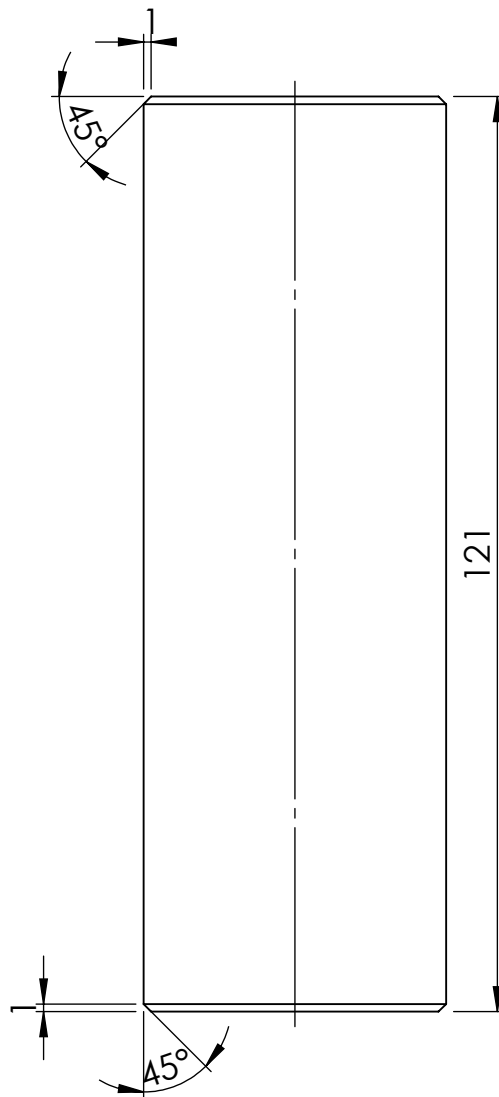
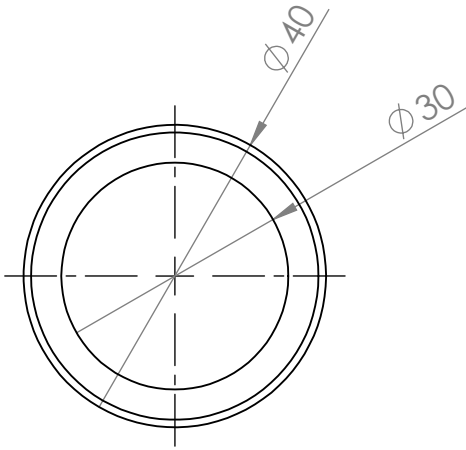
Pour conclure, nous espérons que notre modeste étude puisse apporter un plus à l'entreprise ainsi qu'à l'université.

Bibliographie

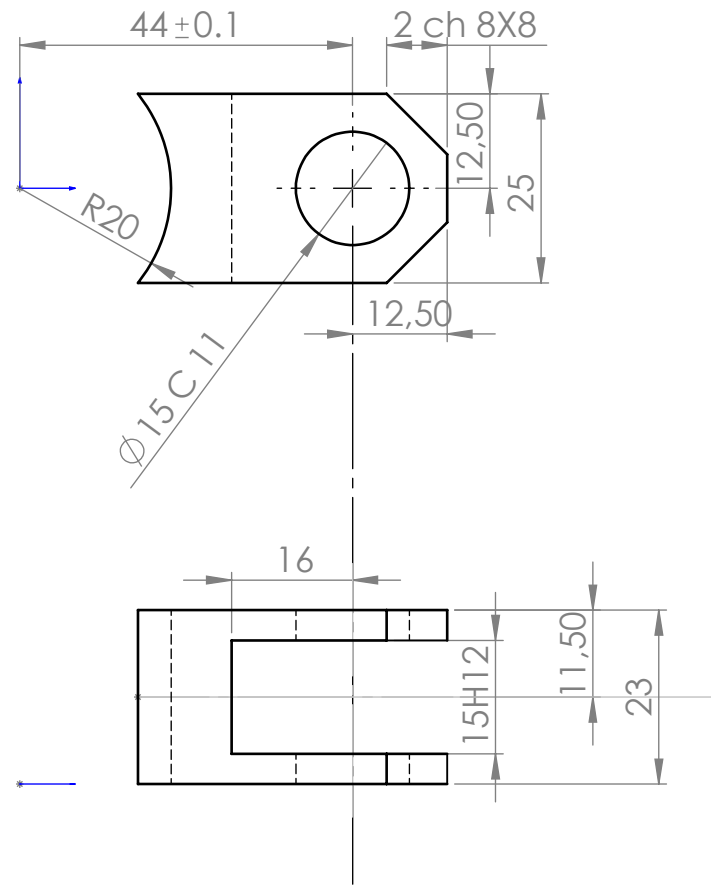
- [1] L. BOCHINKSY, “Métaux détail services.” [Online]. Available : <http://www.metaux-detail.com/caracteristique-metaux.php>
- [2] B. BENRRAHO, “Étude et conception d’un bon de soudage longitudinal des pièces cylindriques,” *Mémoire de fin d’étude Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Fès*, 2017.
- [3] J. Morel, *Calcul des structures métalliques selon l’Eurocode 3*, 1994.
- [4] R. Bachelet, “Outils projet : Analyse fonctionnelle,” *cour de l’école Centrale de Lille*. Disponible[En ligne] : http://rb.eclille.fr/l/Projets/Projet_Analyse_fonctionnelle.pdf.
- [5] A. Chevalier, *Guide du dessinateur industriel : pour maîtriser la communication technique*. Hachette, 2003.
- [6] Y. BRECHET, M. F. ASHBY, M. DUPEUX, and F. LOUCHET, “Choix et usage des matériaux,” *Techniques de l’ingénieur. L’Entreprise industrielle*, vol. 3, no. T5100, pp. T5100–1, 1996.
- [7] J. Bohan and A. CHEVALIER, “Guide du technicien en productique,” *Hachette Technique*, 2006.
- [8] T. LABADI, “Étude et conception d’un montage d’usinage de fraisage pour pièce ferrure droite sur cabine de camion k66 n°1164673,” *Mémoire de fin d’étude Faculté de technologies Boumerdes*, 2017.


Annexes

V.7 Dessin de définitions et d'ensemble de la pièce

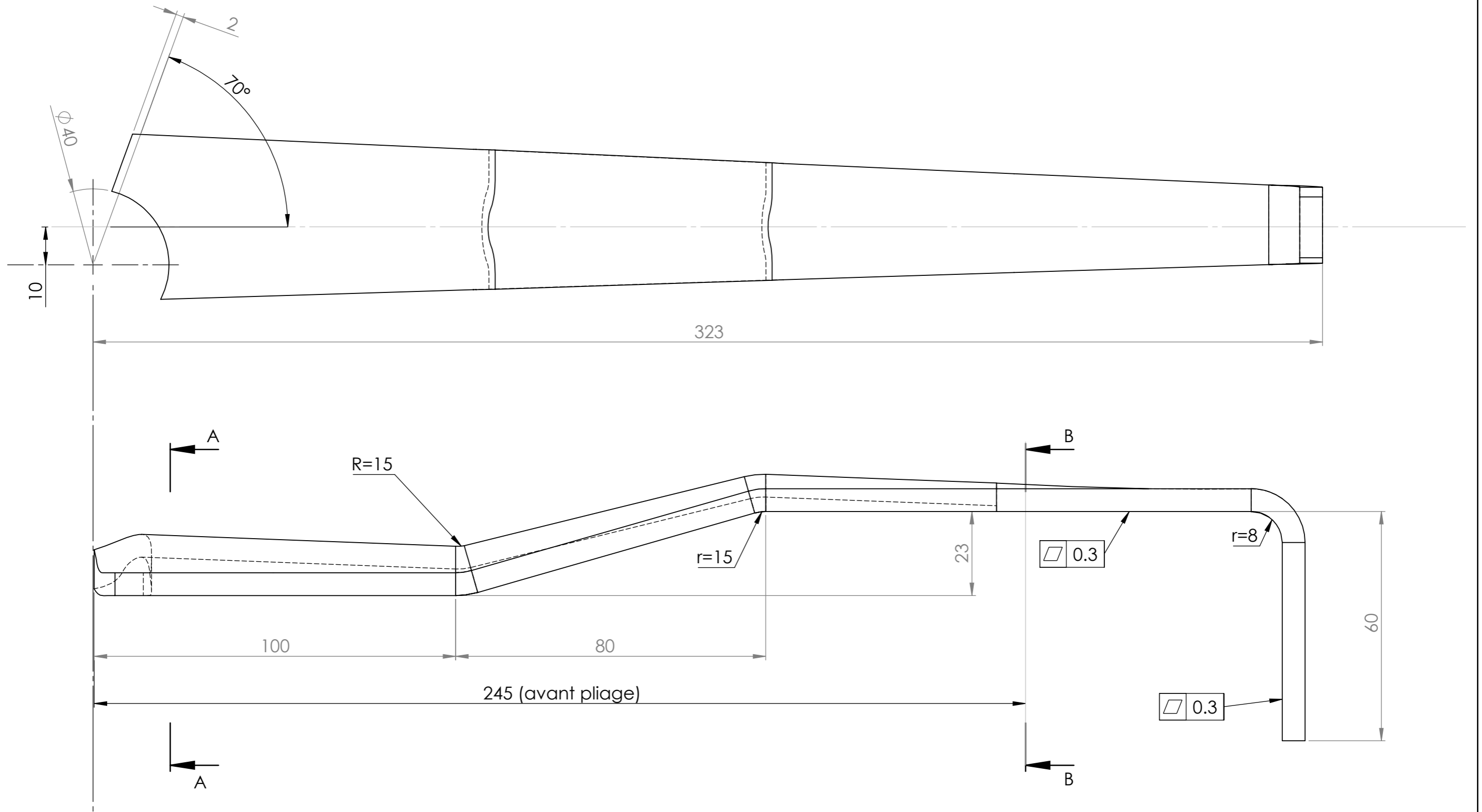


Echelle:1:1	FACULTE DE TECHNOLOGIE - BOUMERDES	N°:482193
matière: S 235JR	Tolérance générale Js 13	Date: 11/04/2020
	<h1>MOYEU</h1>	REHAMNIA.A SENSJAKEDDIE.A
Format :A4		

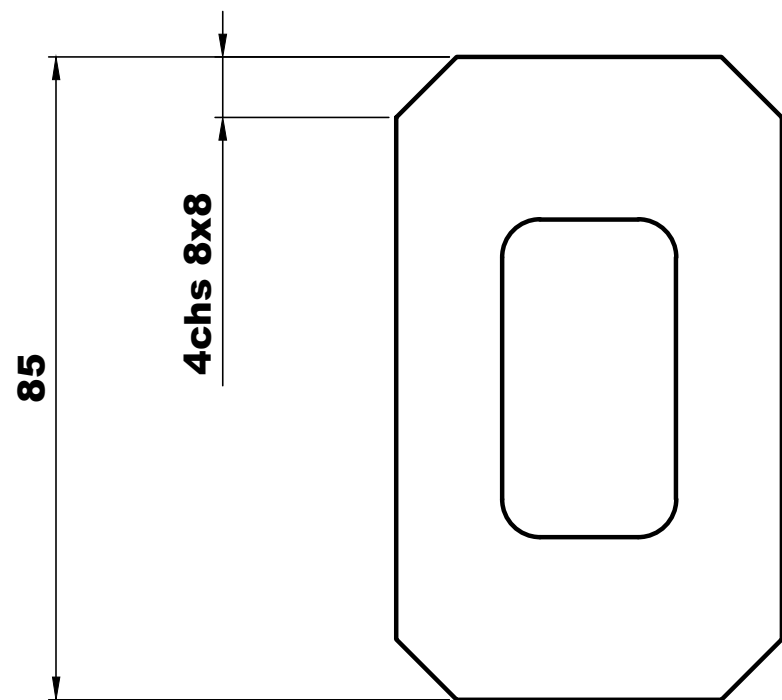
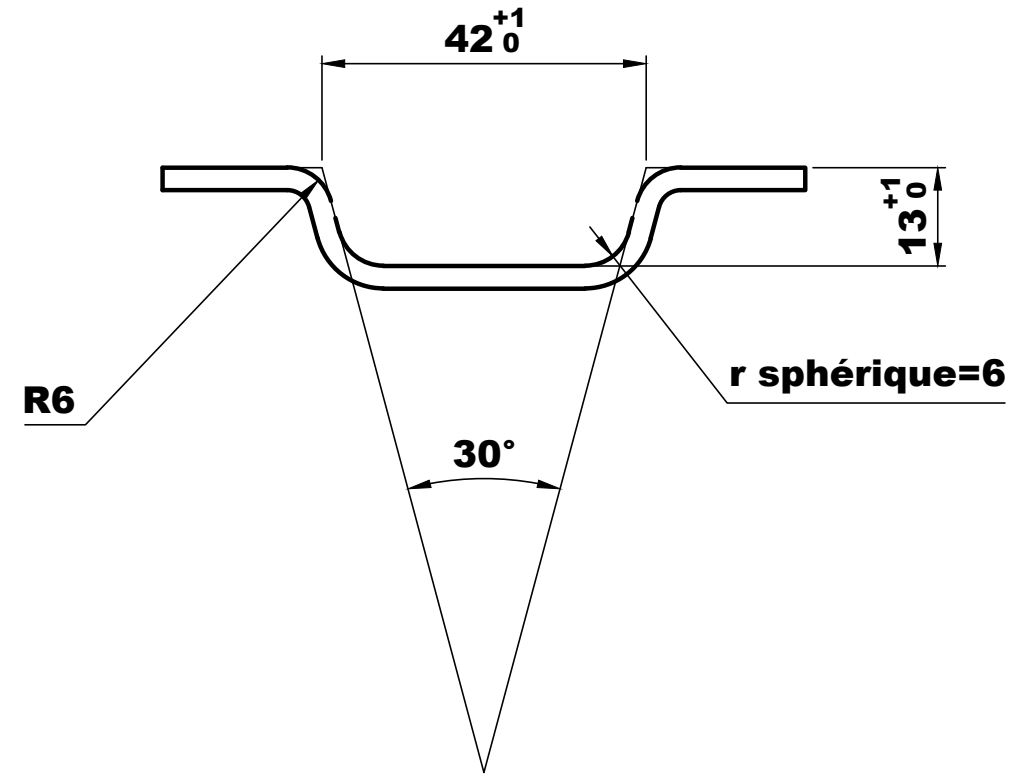
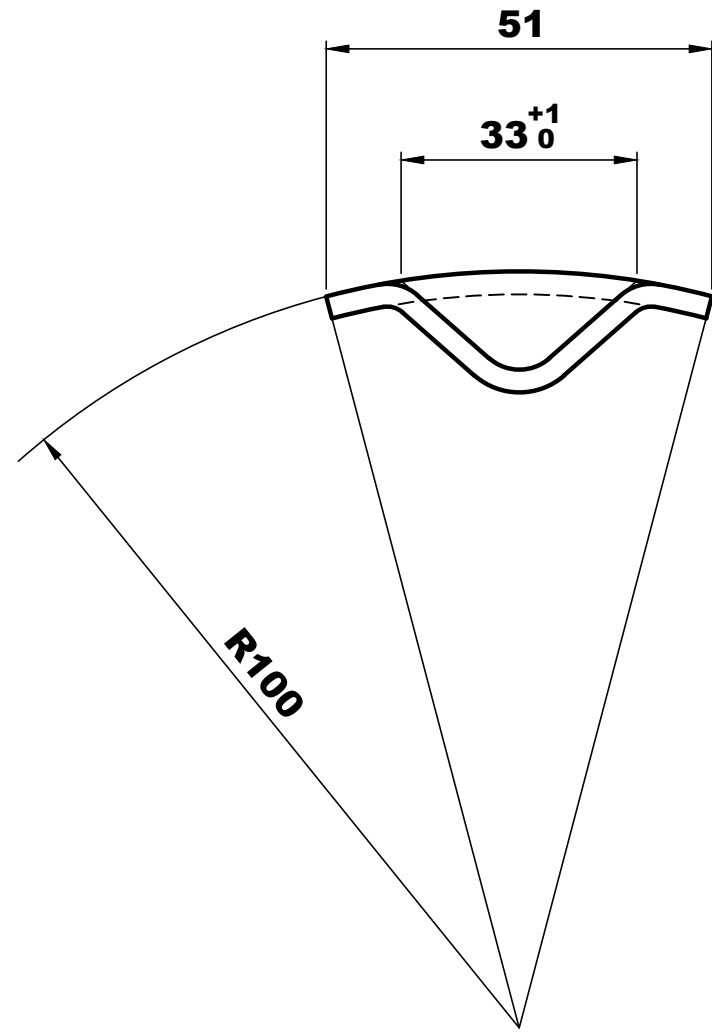


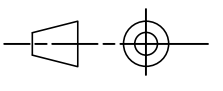
FACULTE DE TECHNOLOGIE		
matière :C22	Tolérance générale Js 13	N°707429
		REHAMNIA.A SENDJAKEDDINE.A
format : A4		MFMP18

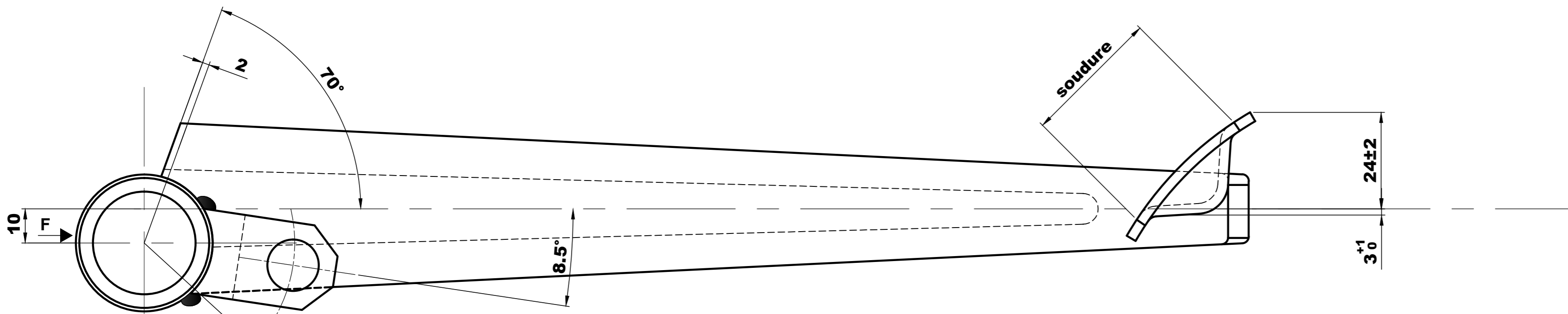
CHAPE



Faculté de technologie		
Matière : S235 JR	Tolérance générale Js 13	N°:1168190
Echelle:1:1		Rehamnia Senjakeddine
	tige de pédale frein	Date :29/04/2020
A3		MFMP-18



Echelle 1:1	Matiere S 235 JR	FACULTÉ DE TECHNOLOGIE-BOUMERDES	Dessiner par : REHAMNIA SENDJAKDDINE
 Format A3	Patin		DATE:29/02/2020
			Ep =3mm
			N° 5010371



MOYEU
N°482193

$r=44\pm0.1$

TIGE
N°1168190

PATIN
N°5010371

CHAPE
N°707429

121H13

A

6

48.5 ± 0.5

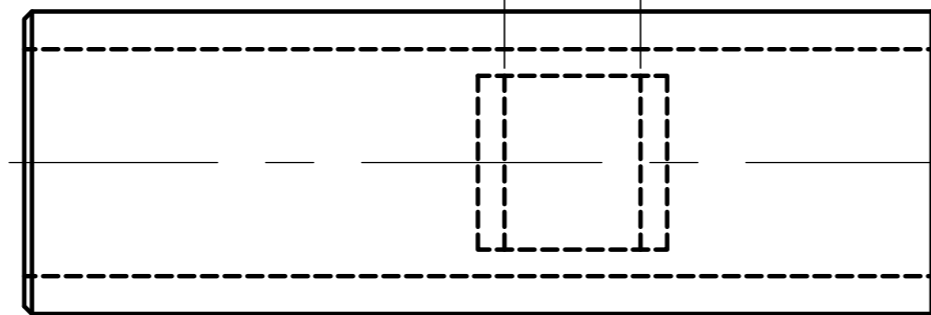
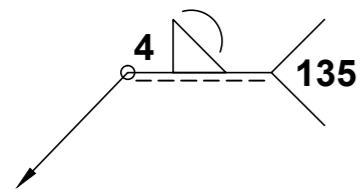
72.5 ± 0.5

18

Procédé de soudage a l'arc électrique

MAG du fil Ø1,6 gorge a=4 mm

partout

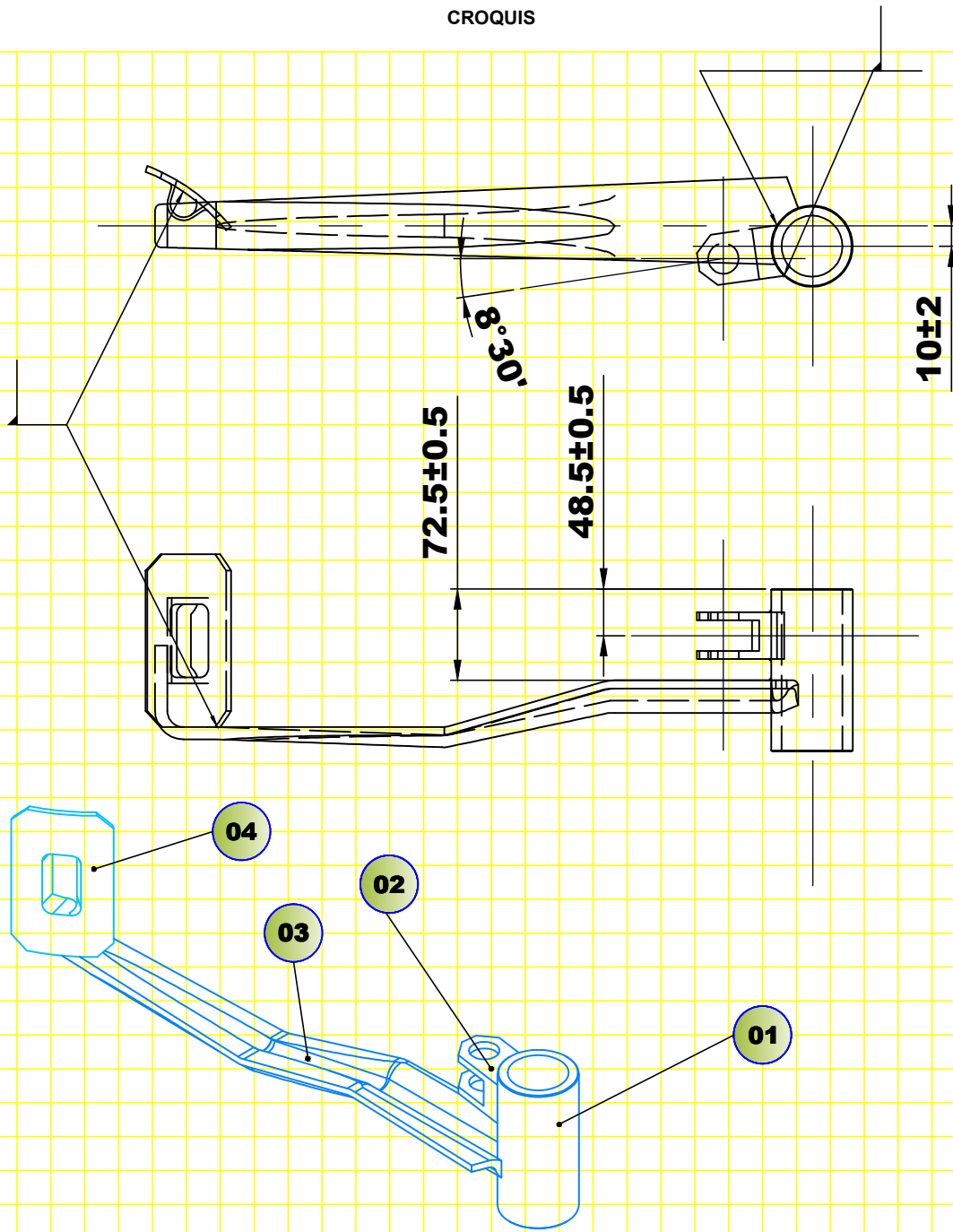


VUE PARTIELLE SUIVANT F

N°5010371	1	patin	S 235 JR	stabilisation
N°1168190	1	tige	S 235 JR	stabilisation
N°707429	1	chape	C 22	
N°482193	1	moyeu	S 235 JR	stabilisation
repere	nbr	designation	Matiere	observation
Echelle 1:1	Matiere /	FACULTÉ DE TECHNOLOGIE-BOUMERDES		Dessiner par : REHAMNIA SENDJAKDDINE
Format A2	COMMANDE DE DEBRAYAGE ENSEMBLE PEDALE DE FREIN			DATE:29/02/2020
				N° 1168192

V.8 Gamme de soudage

CROQUIS



MATRICE DES CONTRAINTES

COMPOSANTS	DIMENSIONNELLE	CONTRAINTES GEOMETRIQUE			ASSEMBLAGE ANTERIORITE
		FORME	POSITION	ORIENTATION	
5010371	24±2	[0.1]		[0.3 A]	482193
	3 ⁺¹ ₀				707429
	1168190	-	-	1168190	1168190
707429	48.5±0.1			[0.3 A] [0.2 A]	
	8°30'				482193
	r=51±0.2	-	-	482193	482193
482193	-	-	-	A	-
1168190	72.5±0.1	[0.2]			
	10±2				482193
	323±0.2	1168190			707429
	482193	1168190			

MATRICE DES NIVEAUX

	5010371	707429	482193	1168190	S(X)	1	2	3	4	NIVEAUX
5010371		x	x	x	3	[diagonal]	[diagonal]	[diagonal]	[red]	4
707429			x		1	[diagonal]	[red]			2
482193					0					1
1168190	x	x			2	[diagonal]	[diagonal]	[red]		3

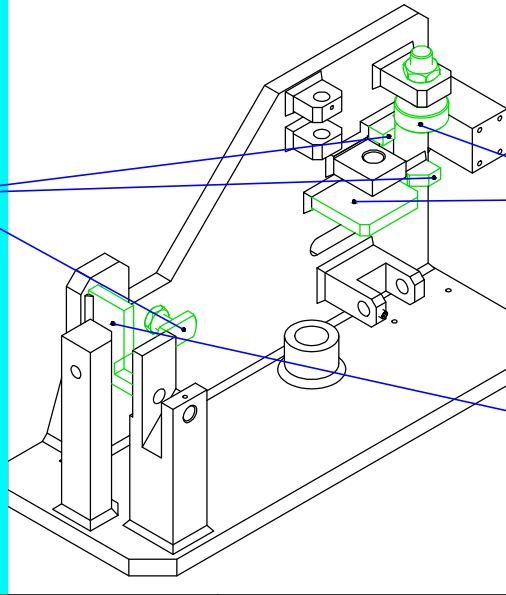
Type d'organe

Rep	N° article	Désignation	Qté
①	482193	MOYEU	01
②	707429	CHAPE	01
③	1168190	TIGE	01
④	5010371	PATIN	01

V.9 Solutions techniques

ST11

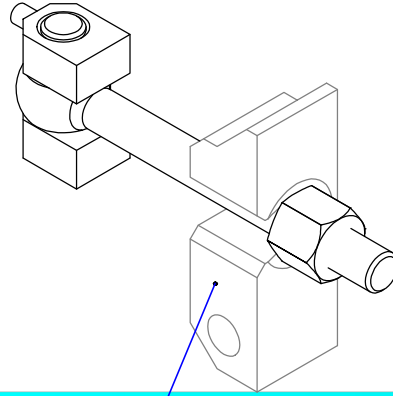
Orientations



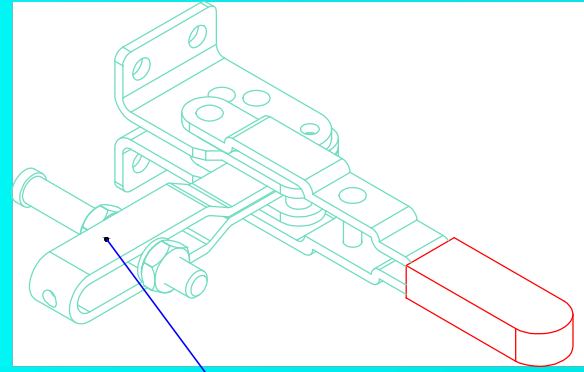
Appui plan

Butée

ST12

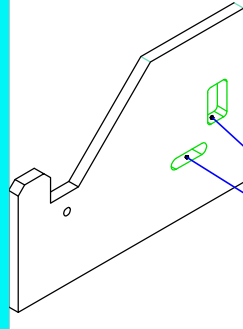


Bride



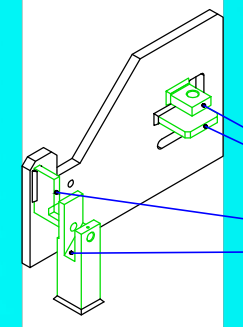
système de serrage rapide SU 11

ST2



2 lumières

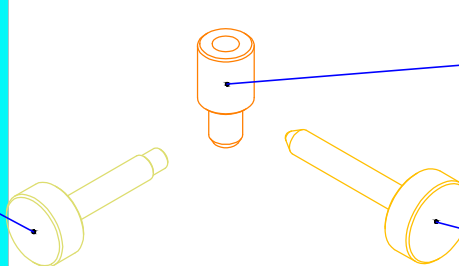
ST3



Entaille

ST4

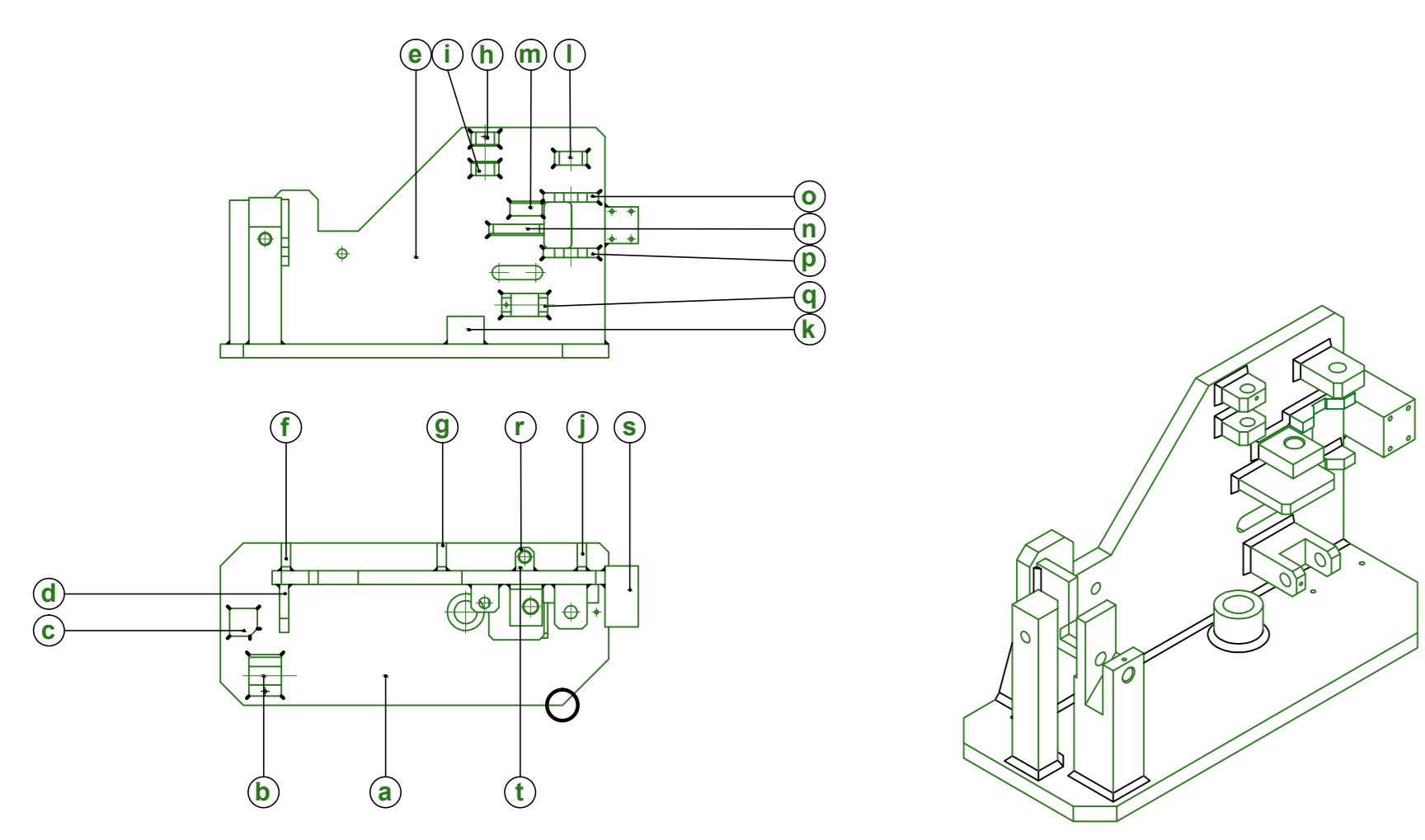
Vis



Broche en bronze

Positionneur

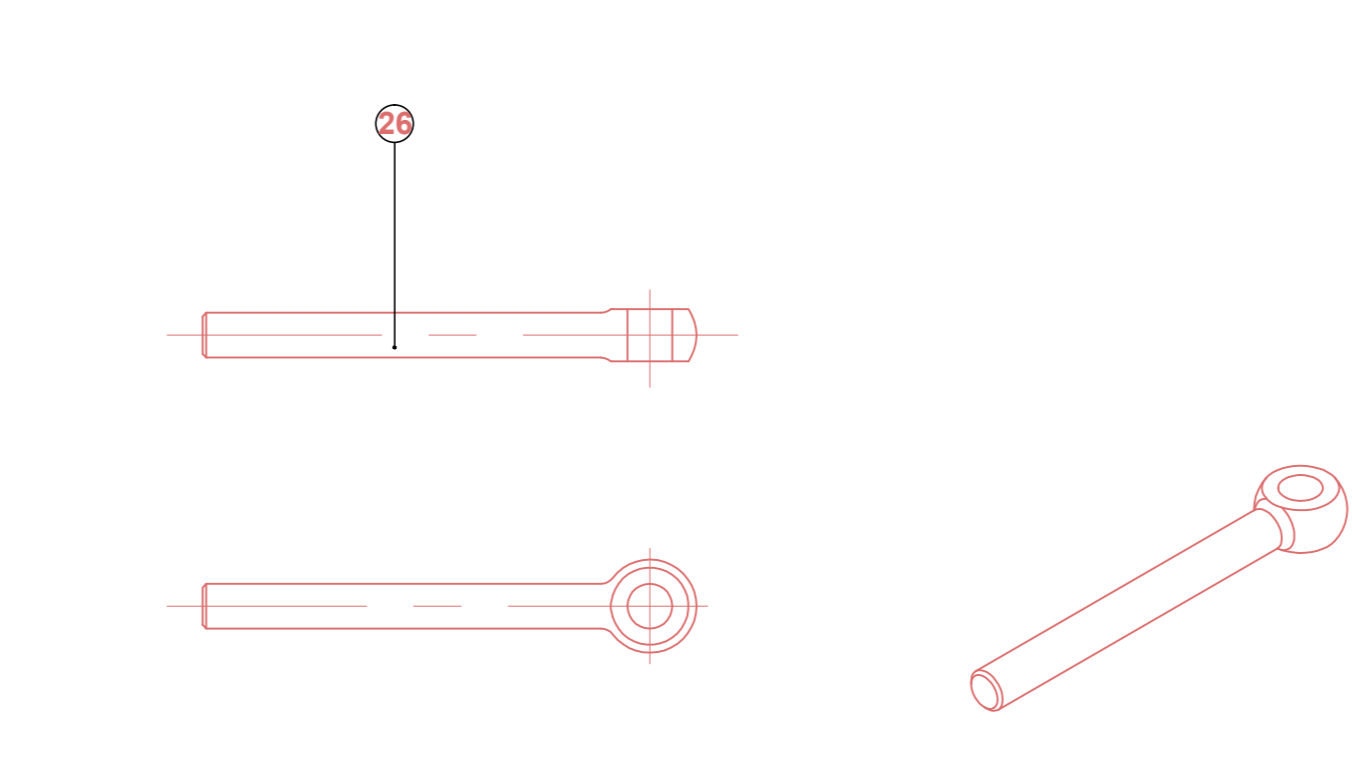
V.10 Liaisons cinématiques



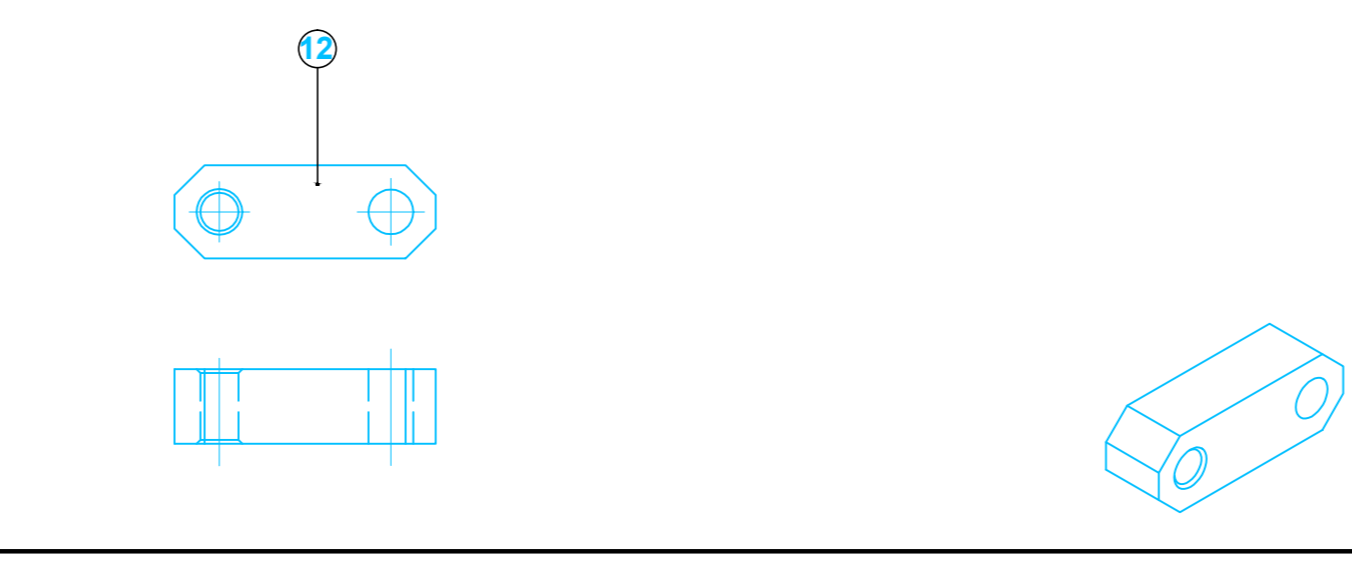
Les pièces élastique telque ressort repère 21 sera exclu pendant la phase de l'étude.
 Le repère 1 est formé de {a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q,r,s,t }



La classe d'équivalence F est formée de repère 7



La classe d'équivalence G est formée de repère 26



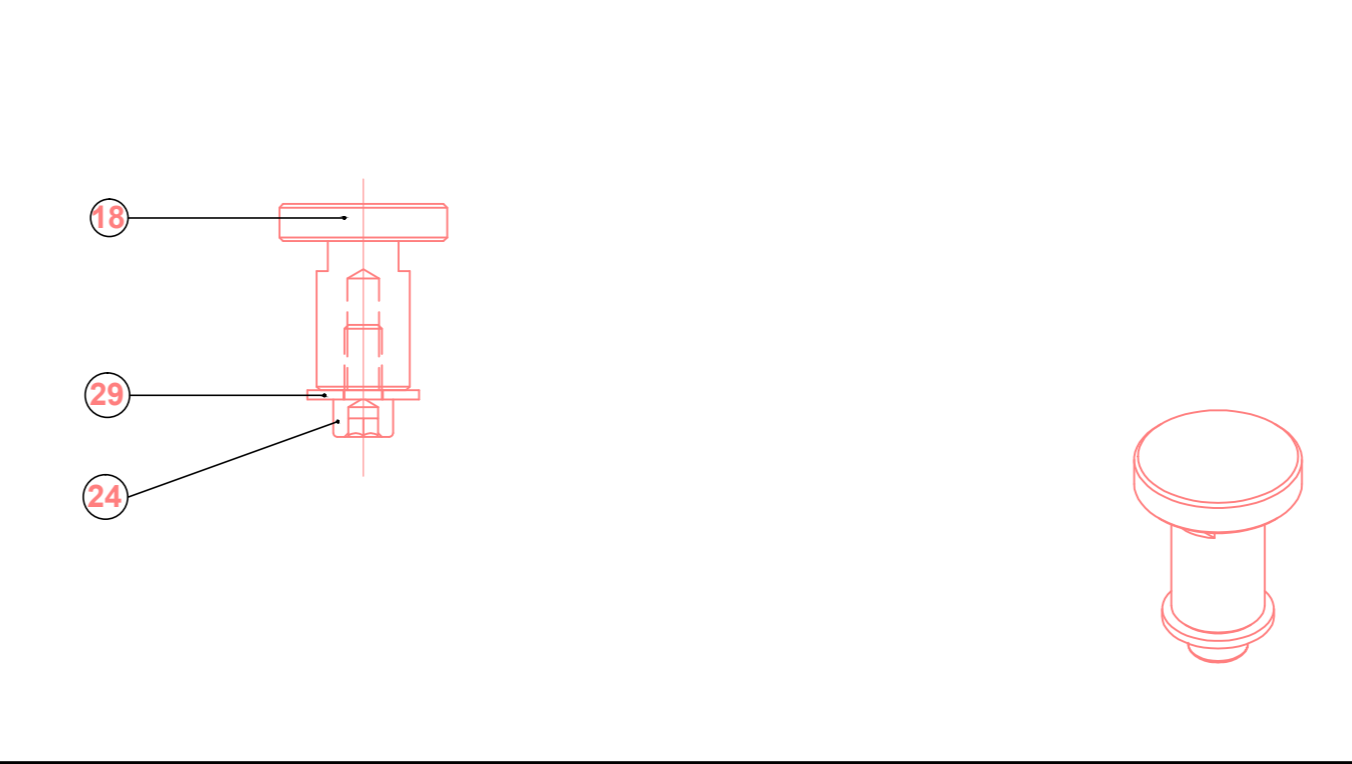
La classe d'équivalence H est formée de repère 12



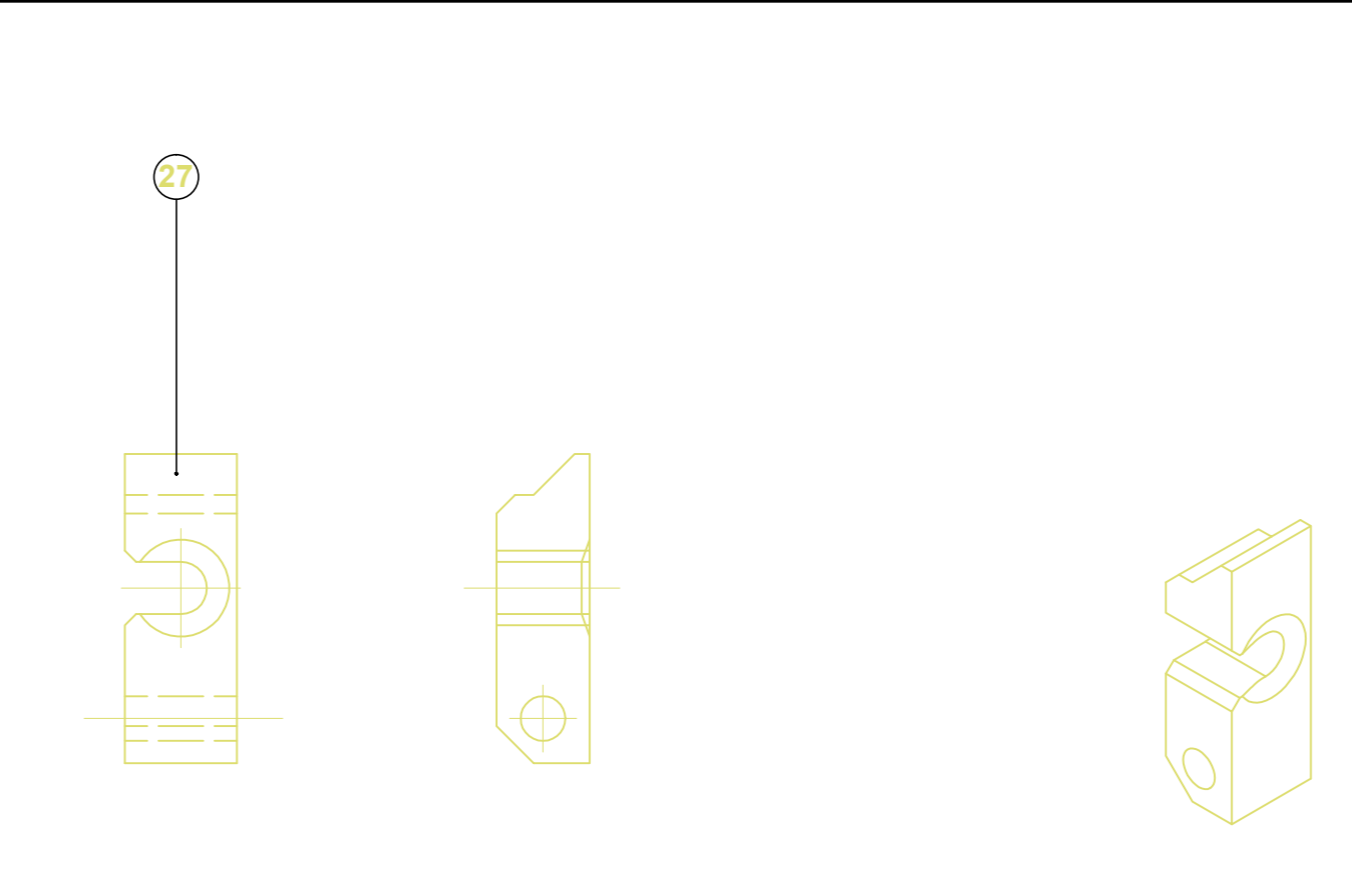
La classe d'équivalence I est formée de repère 13



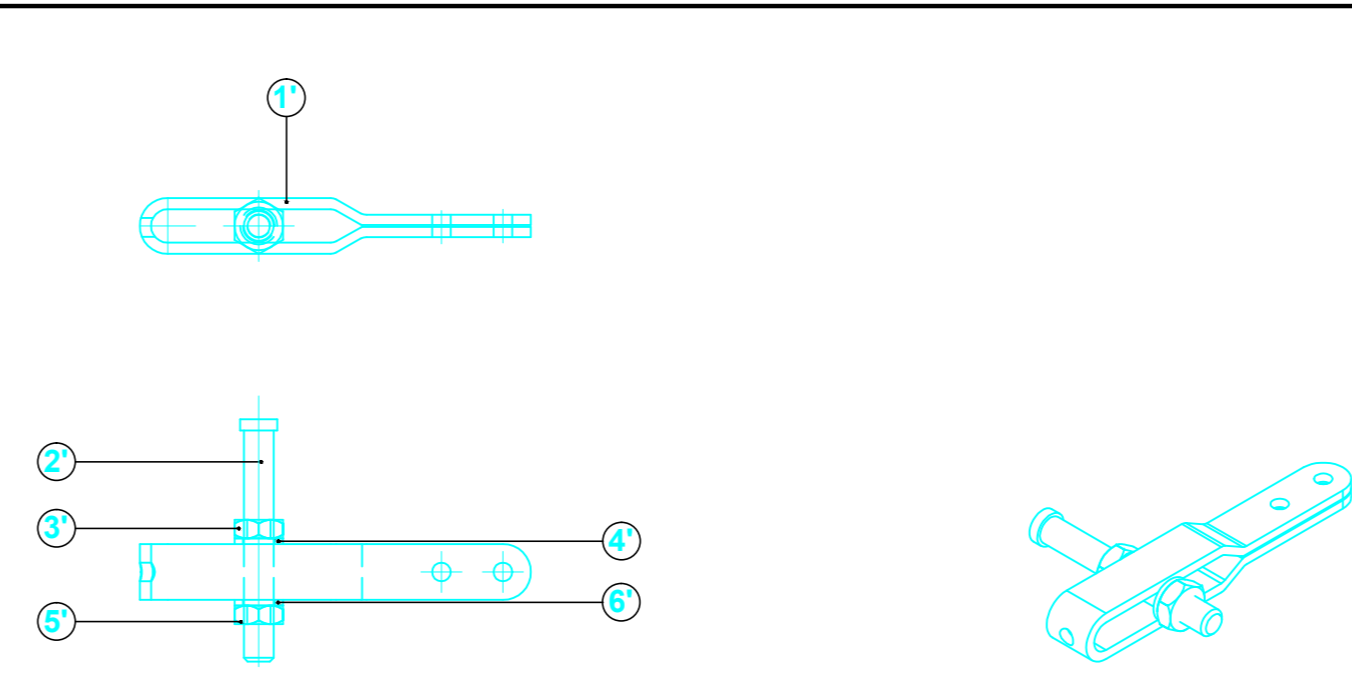
La classe d'équivalence J est formée de repère 17



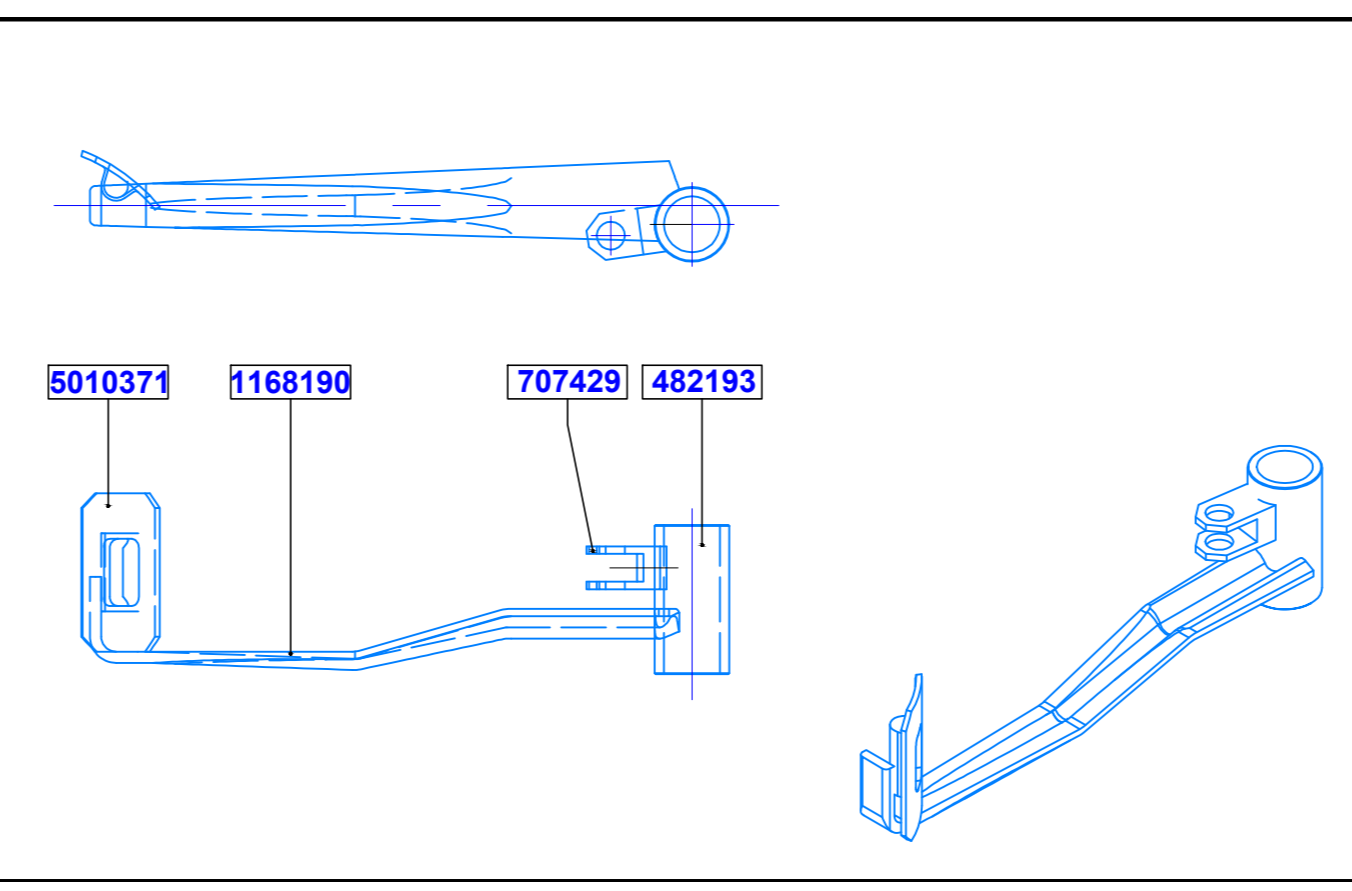
La classe d'équivalence K est formée des repères
 K={18,24,29}



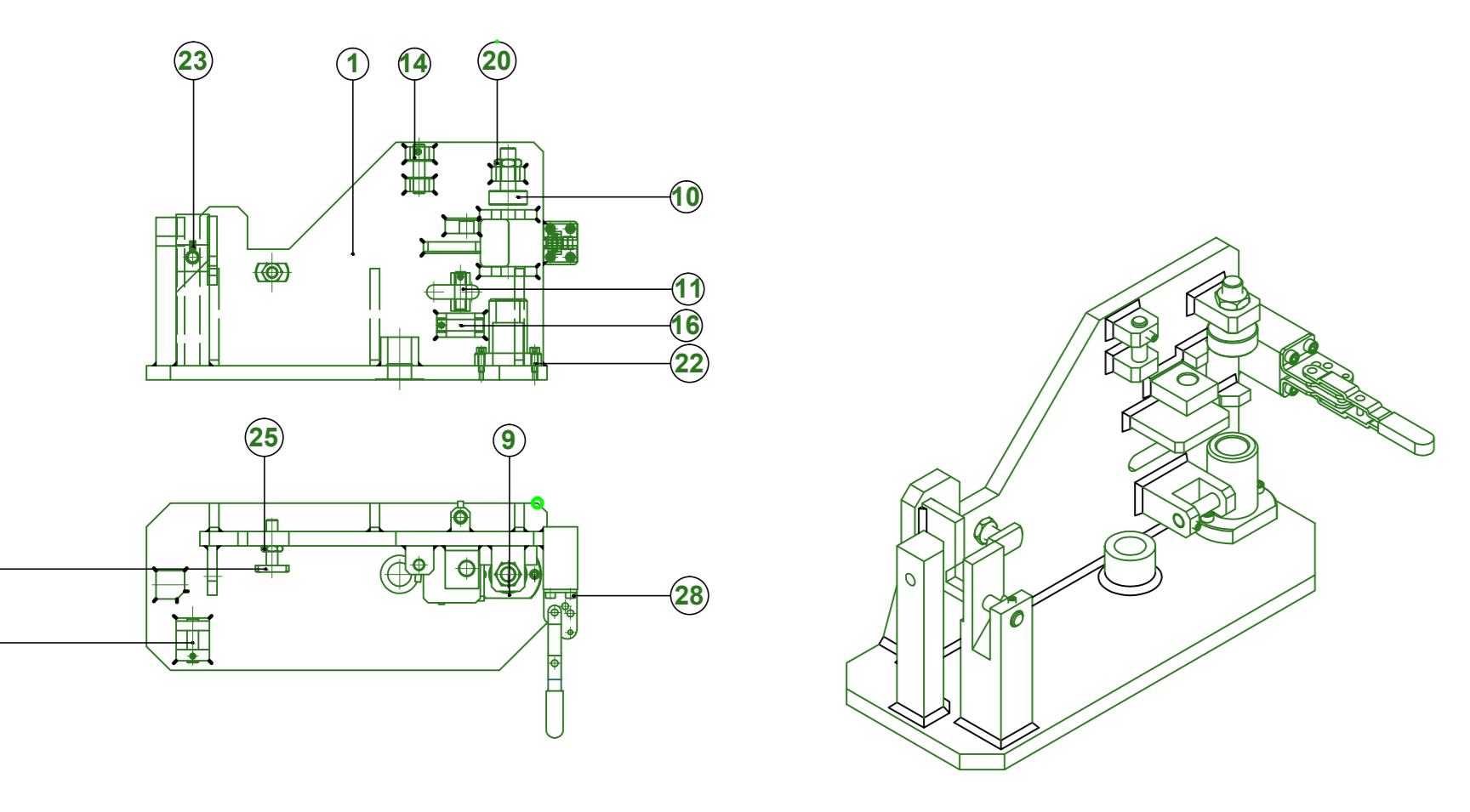
La classe d'équivalence L est formée de repère 27



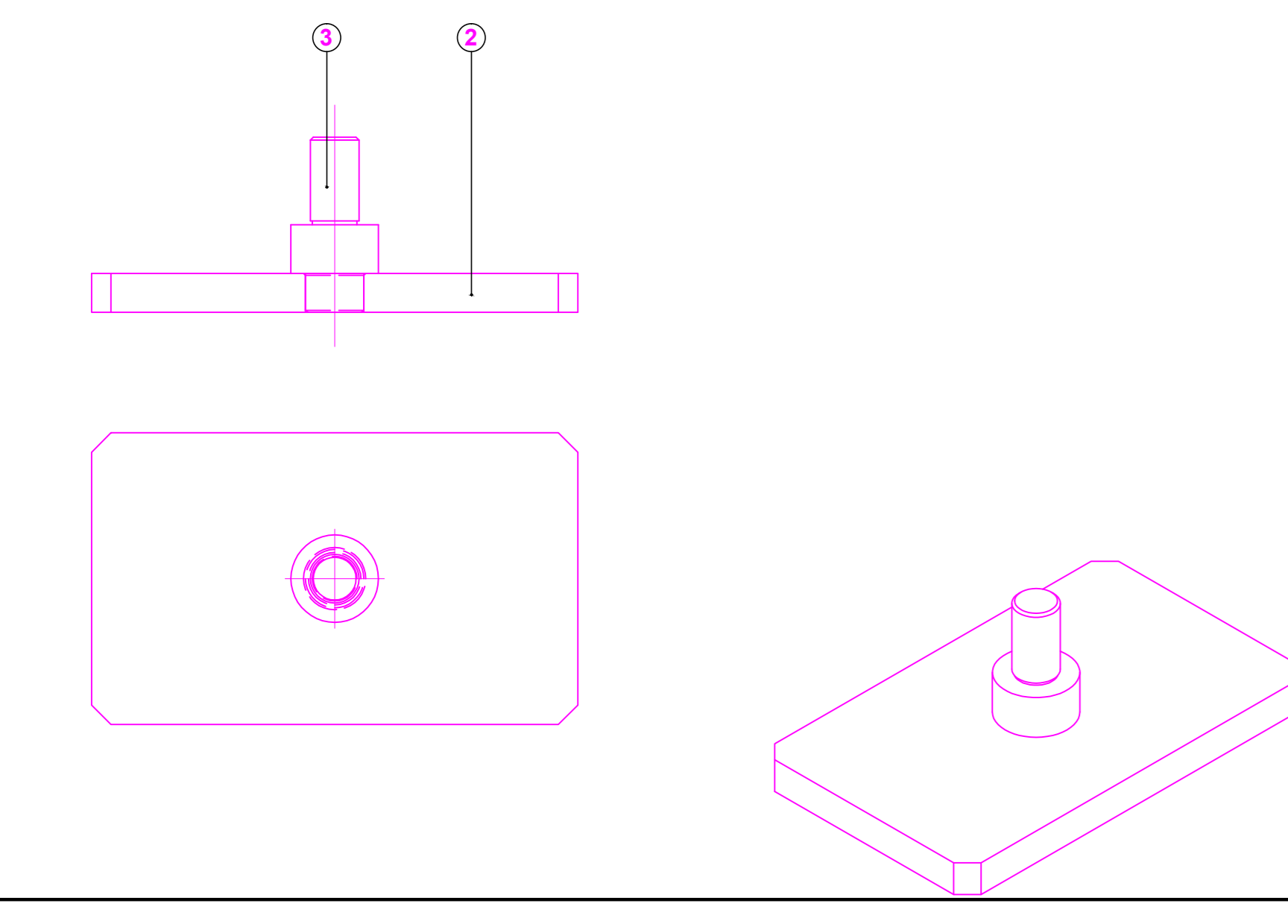
La classe d'équivalence M est formée des repères
 M={1',2',3',4',5',6'}



La classe d'équivalence N est formée des repères
 N={482193,707429,1168190,5010371}



La classe d'équivalence A est formée des repères
 A={1,8,9,10,11,14,15,16,20,22,23,25,28}



La classe d'équivalence B est formée des repères
 B={2,3}



La classe d'équivalence C est formée de repère 4



La classe d'équivalence R est formée de repère 21



La classe d'équivalence D est formée de repère 5

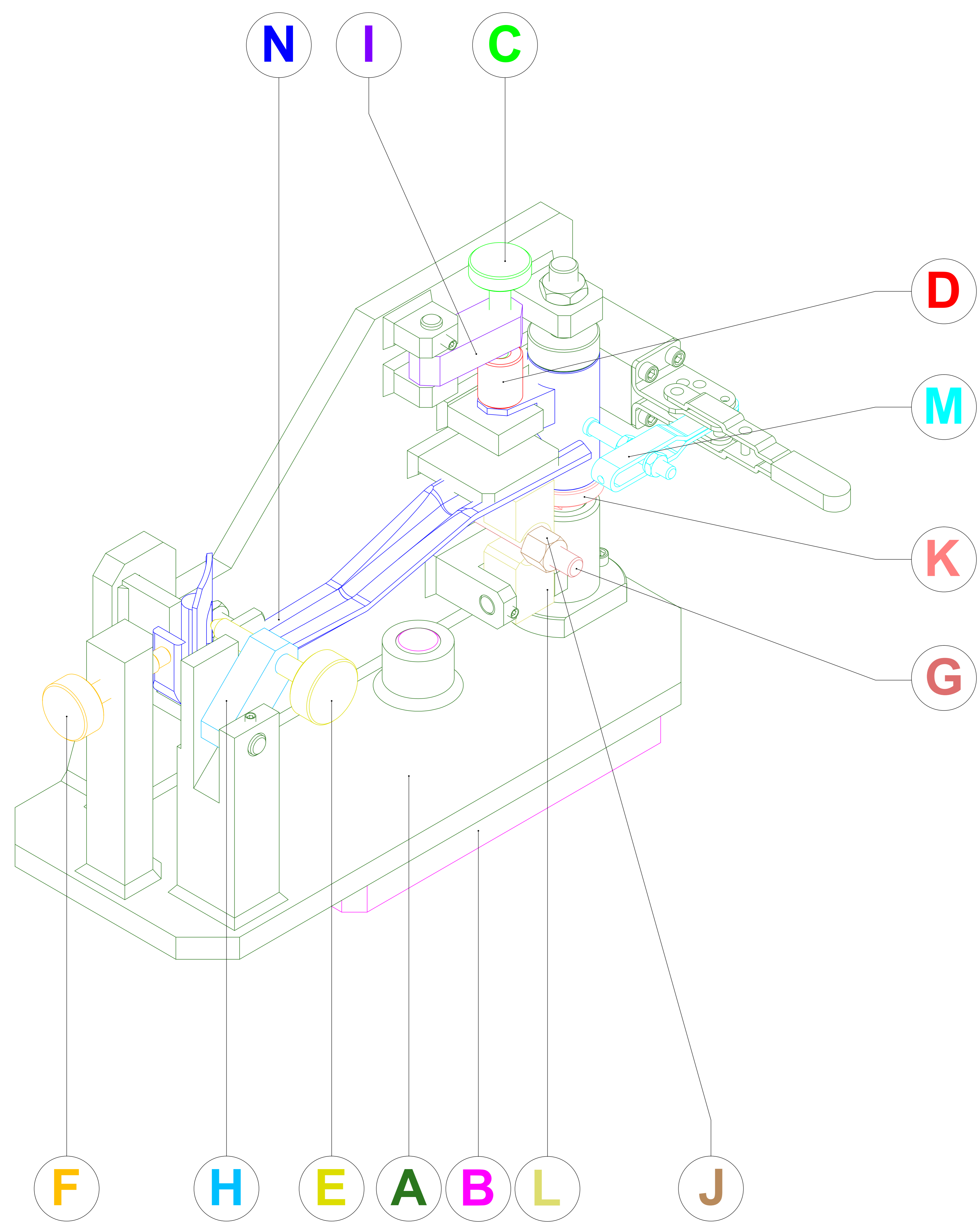


La classe d'équivalence E est formée de repère 6

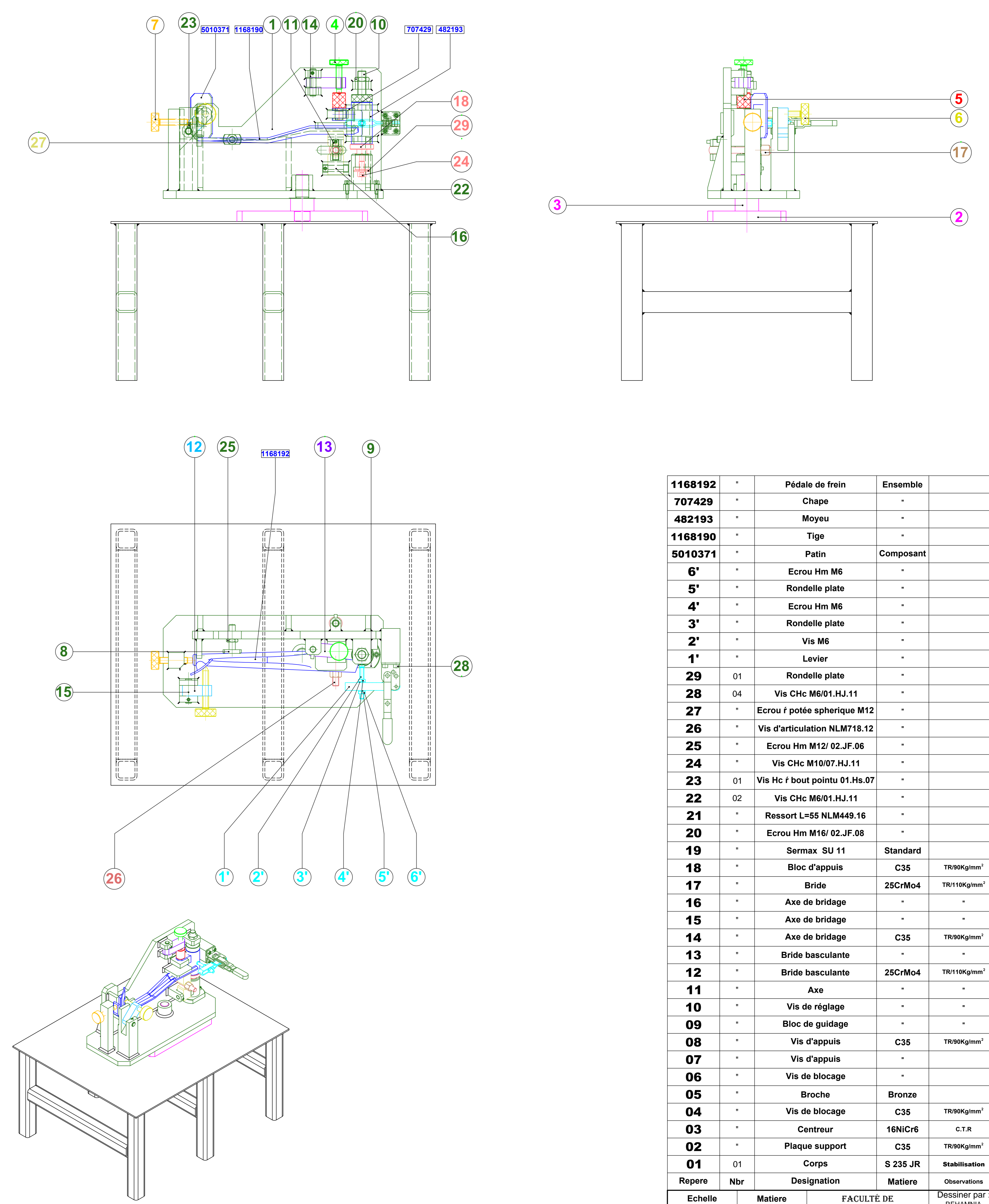
TABLEAU DES LIAISONS ENCASTREMENTS CONSTITUANT LES CLASSES D'EQUIVALENCES DU GABARIT DE SOUDAGE

SYMBOL	ENTRE	TRANSLATIONS			ROTATIONS			DEGRES DE LIBERTE	DEGRES DE LAISON	TORSEUR CINEMATIQUE	TORSEUR STATIQUE
		X	Y	Z	X	Y	Z				
	(a) (b)	0	0	0	0	0	0	6	$\mathbf{V} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_1$ $\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_1$	$\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_1$	
	(a) (c)	<p align="center">Les encadrements suivants représentent le repère ① ils sont obtenus par soudage à l'électrode enrobée(basique).</p>									
	(a) (e)										
	(a) (f)										
	(a) (g)										
	(a) (j)										
	(a) (k)										
	(e) (d)										
	(e) (f)										
	(e) (g)										
	(e) (h)										
	(e) (i)										
	(e) (j)										
	(e) (l)										
	(e) (m)										
	(e) (n)										
	(e) (o)										
	(e) (p)										
	(e) (q)										
	(e) (r)										
	(e) (s)										
	(e) (t)										
	(1) (8)	0	0	0	0	0	0	6	$\mathbf{V} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A$ $\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A$	$\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_A$	
	(1) (9)	<p align="center">Les encastrements suivants représentent la classe d'équivalence { A } ils sont obtenus par filetage système vis écrou et liaison pivot avec arrêt en rotation par vis Hc à bout pointu.</p>									
	(1) (10)										
	(1) (11)										
	(1) (14)										
	(1) (15)										
	(1) (16)										
	(1) (20)										
	(1) (22)										
	(1) (23)										
	(1) (25)										
	(2) (3)							0			0
Les encastrements suivants représentent la classe d'équivalence { B } ils sont obtenus avec ajustement serré à la presse Ø30H7p6.											
	(18) (24)	0	0	0	0	0	0	6	$\mathbf{V} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_K$ $\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_K$	$\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_K$	
	(18) (29)	<p align="center">Les encastrements suivants représentent la classe d'équivalence { K } ils sont obtenus par filetage système vis- rondelle M10.</p>									
	(29) (24)										
	(2') (1')	0	0	0	0	0	0	6	$\mathbf{V} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_M$ $\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_M$	$\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_M$	
	(2') (3')	<p align="center">Les encastrements suivants représentent la classe d'équivalence { M } ils sont obtenus par filetage système vis écrou M6.</p>									
	(2') (4')										
	(2') (5')										
	(2') (6')										
		0	0	0	0	0	0	6	$\mathbf{V} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_N$ $\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_N$	$\mathbf{T} = \begin{Bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & N \end{Bmatrix}_N$	
		<p align="center">Les encastrements suivants représentent la classe d'équivalence { N } ils sont obtenus par soudage MAG(metal actif gas).</p>									

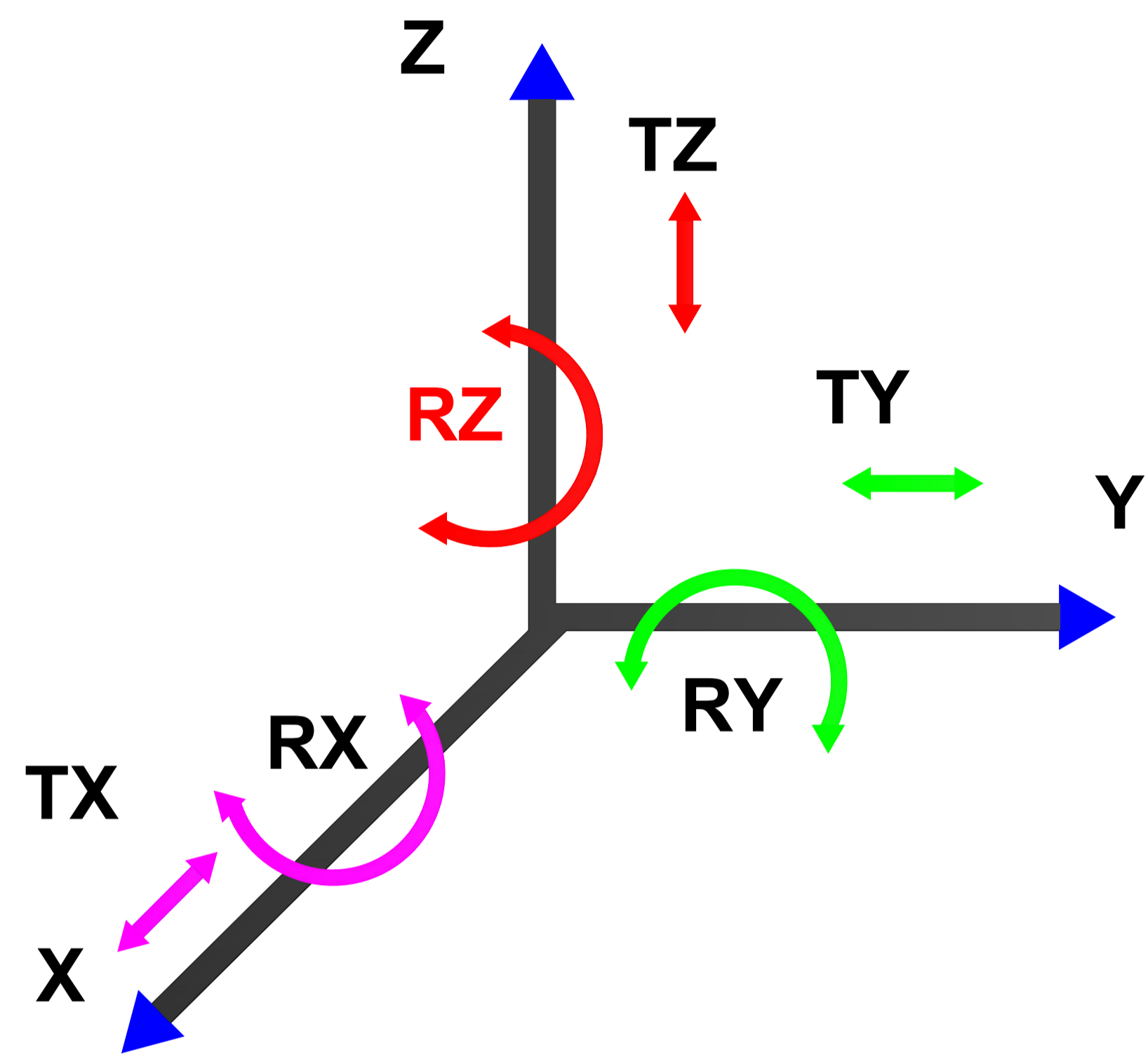
CLASSES D'EQUIVALENCE



ENSEMBLE GABARIT DE SOUDAGE



1168192	"	Pédale de frein	Ensemble	
707429	"	Chape	-	
482193	"	Moyeu	-	
1168190	"	Tige	-	
5010371	"	Patin	Composant	
6'	"	Ecrou Hm M6	-	
5'	"	Rondelle plate	-	
4'	"	Ecrou Hm M6	-	
3'	"	Rondelle plate	-	
2'	"	Vis M6	-	
1'	"	Levier	-	
29	01	Rondelle plate	-	
28	04	Vis CHc M6/01.HJ.11	-	
27	"	Ecrou f potée spherique M12	-	
26	"	Vis d'articulation NLM718.12	-	
25	"	Ecrou Hm M12/ 02.JF.06	-	
24	"	Vis CHc M10/07.HJ.11	-	
23	01	Vis Hc f bout pointu 01.Hs.07	-	
22	02	Vis CHc M6/01.HJ.11	-	
21	"	Ressort L=55 NLM449.16	-	
20	"	Ecrou Hm M16/ 02.JF.08	-	
19	"	Sermax SU 11	Standard	
18	"	Bloc d'appuis	C35	TR90Kg/mm ²
17	"	Bride	25CrMo4	TR110Kg/mm ²
16	"	Axe de bridage	-	-
15	"	Axe de bridage	-	-
14	"	Axe de bridage	C35	TR90Kg/mm ²
13	"	Bride basculante	-	-
12	"	Bride basculante	25CrMo4	TR110Kg/mm ²
11	"	Axe	-	-
10	"	Vis de réglage	-	-
09	"	Bloc de guidage	-	-
08	"	Vis d'appuis	C35	TR90Kg/mm ²
07	"	Vis d'appuis	-	-
06	"	Vis de blocage	-	-
05	"	Broche	Bronze	
04	"	Vis de blocage	C35	TR90Kg/mm ²
03	"	Centreur	16NiCr6	C.T.R
02	"	Plaque support	C35	TR90Kg/mm ²
01	01	Corps	S 235 JR	Stabilisation
Reperer	Nbr	Designation	Matiere	Observations
Echelle	1:2	Matiere voir nomenclature	FACULTE DE TECHNOLOGIE-BOUMERDES	Dessiner par : REHAMNIA SENDJAKDOINE
Format		GABARIT DE SOUDAGE POUR ENSEMBLE PEDALE DE FREIN N°1168192		DATE:02/07/2020 N° 1168192



TROIS ROTATIONS { RX :Rotation suivant l'axe X
RY :Rotation suivant l'axe Y
RZ :Rotation suivant l'axe Z

TROIS TRANSLATIONS { TX :Translation suivant l'axe X
TY :Translation suivant l'axe Y
TZ :Translation suivant l'axe Z

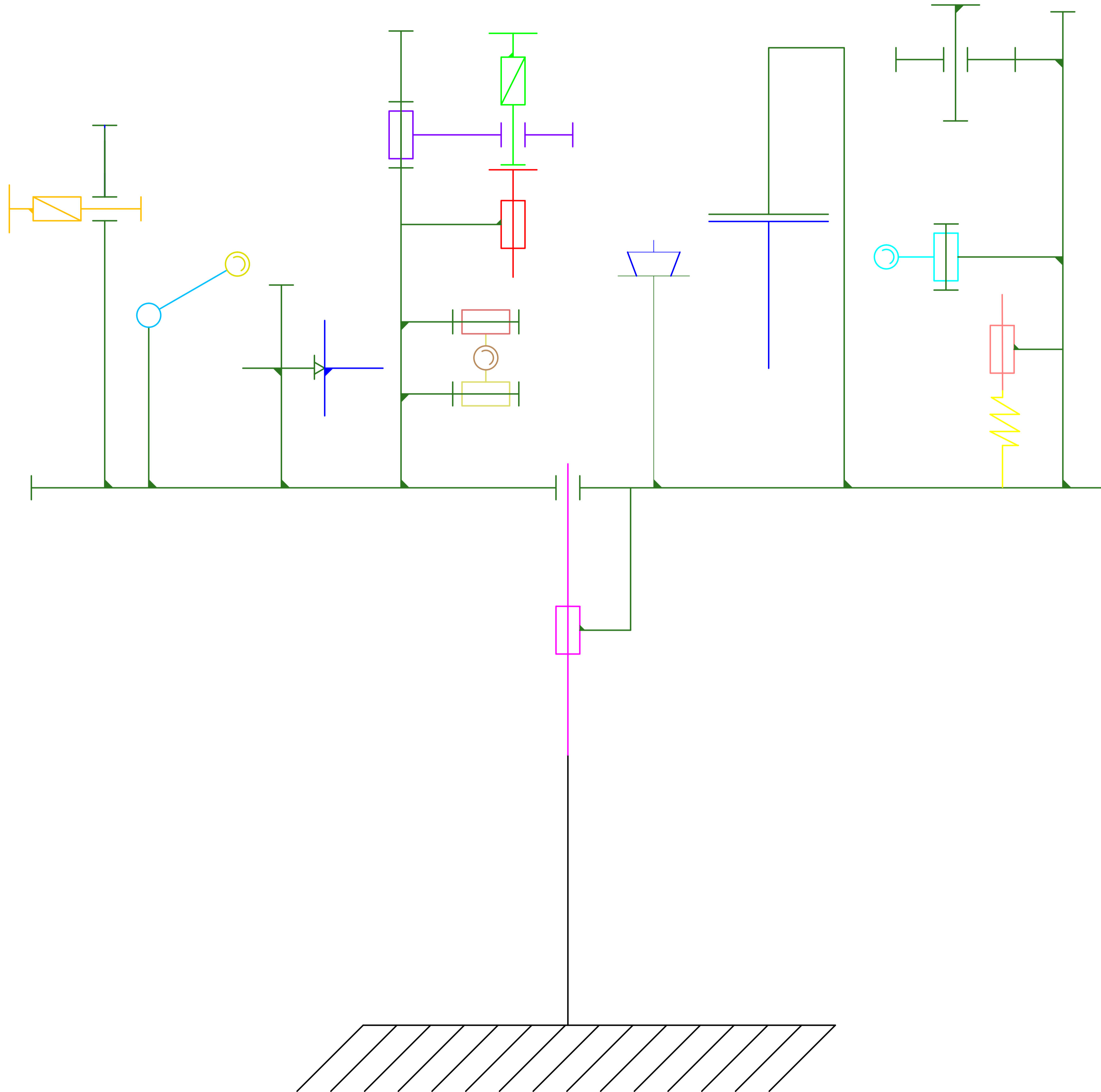
LIAISONS MECANIQUES

- L1
- L2
- L3
- L4
- L5
- L6
- L7
- L8
- L9
- L10
- L11
- L12
- L13
- L14
- L15

TABLEAU DES LIAISONS MECANIQUES

DESIGNATION DE LA LIAISON	SYMBOLES	ENTRE	TRANSLATIONS			ROTATIONS			DEGRES DE LIBERTE	DEGRES DE LIAISON	TORSEUR CINEMATIQUE	TORSEUR STATIQUE
			X	Y	Z	X	Y	Z				
LIAISON PIVOT GLISSANT L1		(A) (B)	1	1	0	1	1	0	2	4	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & W \end{bmatrix}_{A,B}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,B}$
LIAISON HELICOIDALE L2		(A) (F)	1	0	1	1	0	1	1 ROTATION ET TRANSLATION CONJUGUEES	5	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta & V \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,F}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ K,L & M \\ Z & N \end{bmatrix}_{A,F}$
LIAISON PIVOT L3		(A) (H)	1	1	1	0	1	1	1	5	$v = \begin{bmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,H}$	$T = \begin{bmatrix} X & 0 \\ Y & M \\ Z & N \end{bmatrix}_{A,H}$
LIAISON HELICOIDALE L4		(H) (E)	0	1	1	0	1	1	1 ROTATION ET TRANSLATION CONJUGUEES	5	$v = \begin{bmatrix} \alpha & U \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{H,E}$	$T = \begin{bmatrix} K,L & L \\ Y & M \\ Z & N \end{bmatrix}_{H,E}$
LIAISON PIVOT L5		(A) (I)	1	1	1	0	1	1	1	5	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & 0 \end{bmatrix}_{A,I}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & 0 \end{bmatrix}_{A,I}$
LIAISON HELICOIDALE L6		(I) (C)	1	1	0	1	1	0	1 ROTATION ET TRANSLATION CONJUGUEES	5	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & W \end{bmatrix}_{I,C}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ K,L & N \end{bmatrix}_{I,C}$
LIAISON PIVOT GLISSANT L6		(A) (D)	1	1	0	1	1	0	2	4	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & W \end{bmatrix}_{A,D}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,D}$
LIAISON PIVOT L7		(A) (G)	1	1	1	1	1	0	1	5	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & 0 \end{bmatrix}_{A,G}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & 0 \end{bmatrix}_{A,G}$
LIAISON HELICOIDALE L8		(G) (J)	0	1	1	0	1	1	1 ROTATION ET TRANSLATION CONJUGUEES	5	$v = \begin{bmatrix} \alpha & U \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{L,J}$	$T = \begin{bmatrix} K,L & L \\ Y & M \\ Z & N \end{bmatrix}_{L,J}$
LIAISON PIVOT L9		(A) (L)	1	1	1	1	1	0	1	5	$v = \begin{bmatrix} \alpha & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,L}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & 0 \end{bmatrix}_{A,L}$
LIAISON PIVOT GLISSANT L10		(A) (K)	1	1	0	1	1	0	2	4	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & w \end{bmatrix}_{A,K}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,K}$
LIAISON PIVOT L11		(A) (M)	1	1	1	1	1	0	1	5	$v = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Y & 0 \end{bmatrix}_{A,M}$	$T = \begin{bmatrix} X & L \\ Y & M \\ Z & 0 \end{bmatrix}_{A,M}$
LIAISON APPUI PLAN L12		(A) (N)	0	0	1	1	1	0	3	3	$v = \begin{bmatrix} 0 & U \\ 0 & V \\ Y & 0 \end{bmatrix}_{A,N}$	$T = \begin{bmatrix} 0 & L \\ 0 & M \\ Z & 0 \end{bmatrix}_{A,N}$
LIAISON LINEAIRE RECTILIGNE L13		(A) (N)	1	0	0	0	0	1	4	2	$v = \begin{bmatrix} \alpha & 0 \\ \beta & v \\ 0 & w \end{bmatrix}_{A,N}$	$T = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & N \end{bmatrix}_{A,N}$
LIAISON PONCTUELLE L14		(A) (N)	0	1	0	0	0	0	5	1	$v = \begin{bmatrix} \alpha & U \\ \beta & 0 \\ Y & w \end{bmatrix}_{A,N}$	$T = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ Y & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}_{A,N}$

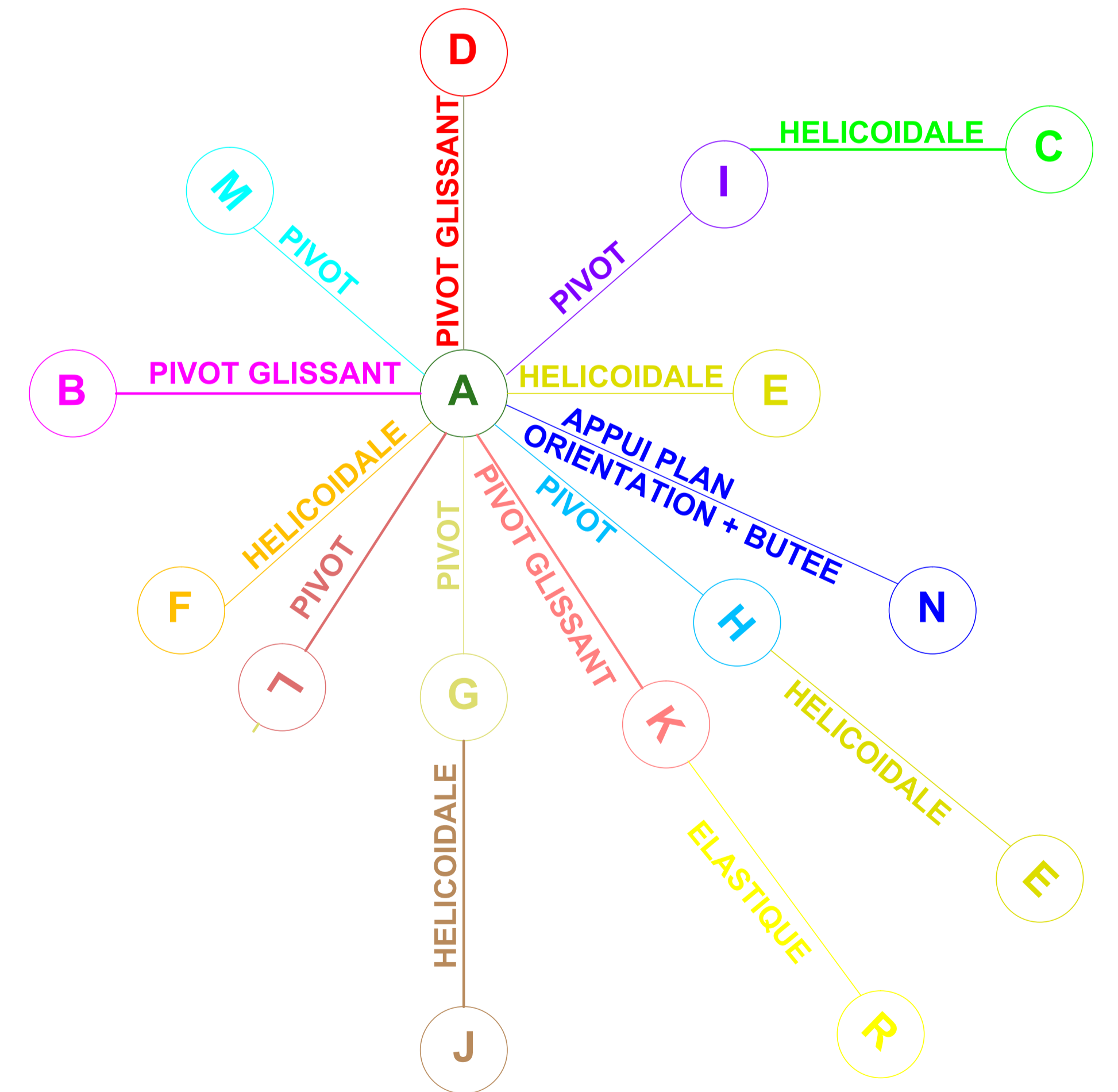
SCHEMA CINEMATIQUE DU GABARIT DE SOUDAGE



CLASSES D'EQUIVALENCES

- A={1,8,9,10,14,15,16,20,22,23,25,28}
- B={2,3}
- C={4}
- D={5}
- E={6}
- F={7}
- H={12}
- I={13}
- L={26}
- J={17}
- G={27}
- K={18,24,29}
- M={1',2',3',4',5',6'}
- N={482193,707429,1168190,5010371}
- R={21}

GRAPHE DE LIAISONS



V.11 Sauterelle SU11 Ref 005020 – 060023_1 NOORELEM

Description de l'article/illustrations du produit

Description

Matière :

Tôle DD11 1.0332.

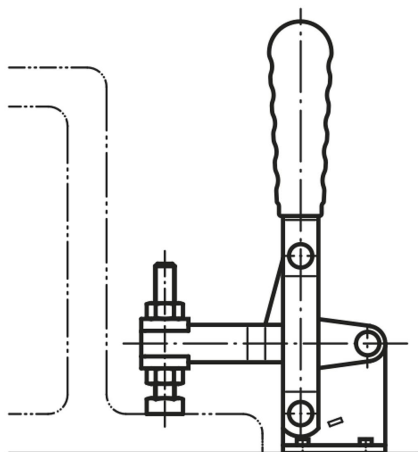
Finition :

Acier : zingué.

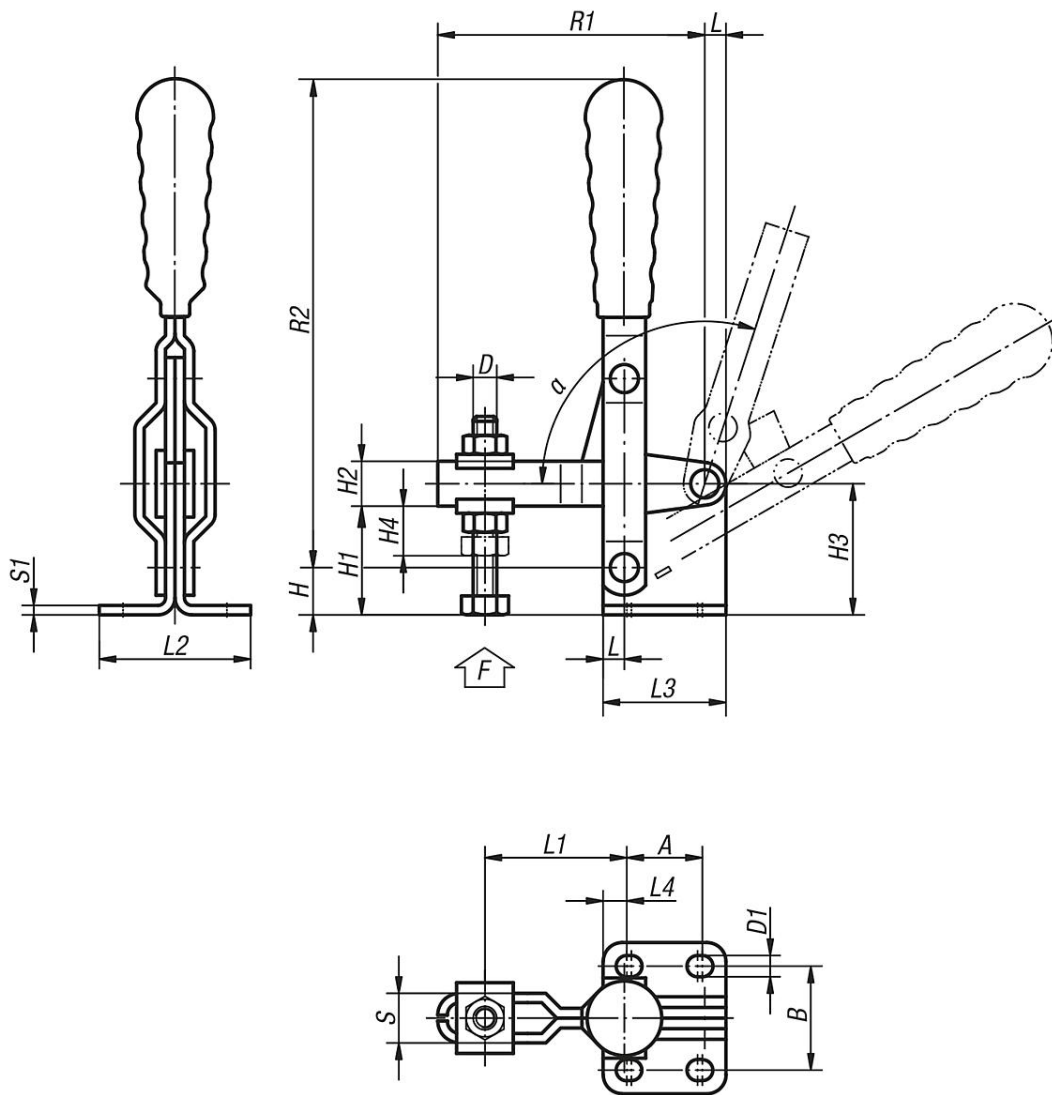
Poignée plastique résistante à l'huile.

Nota :

Accessoires, voir 05200 – 05280



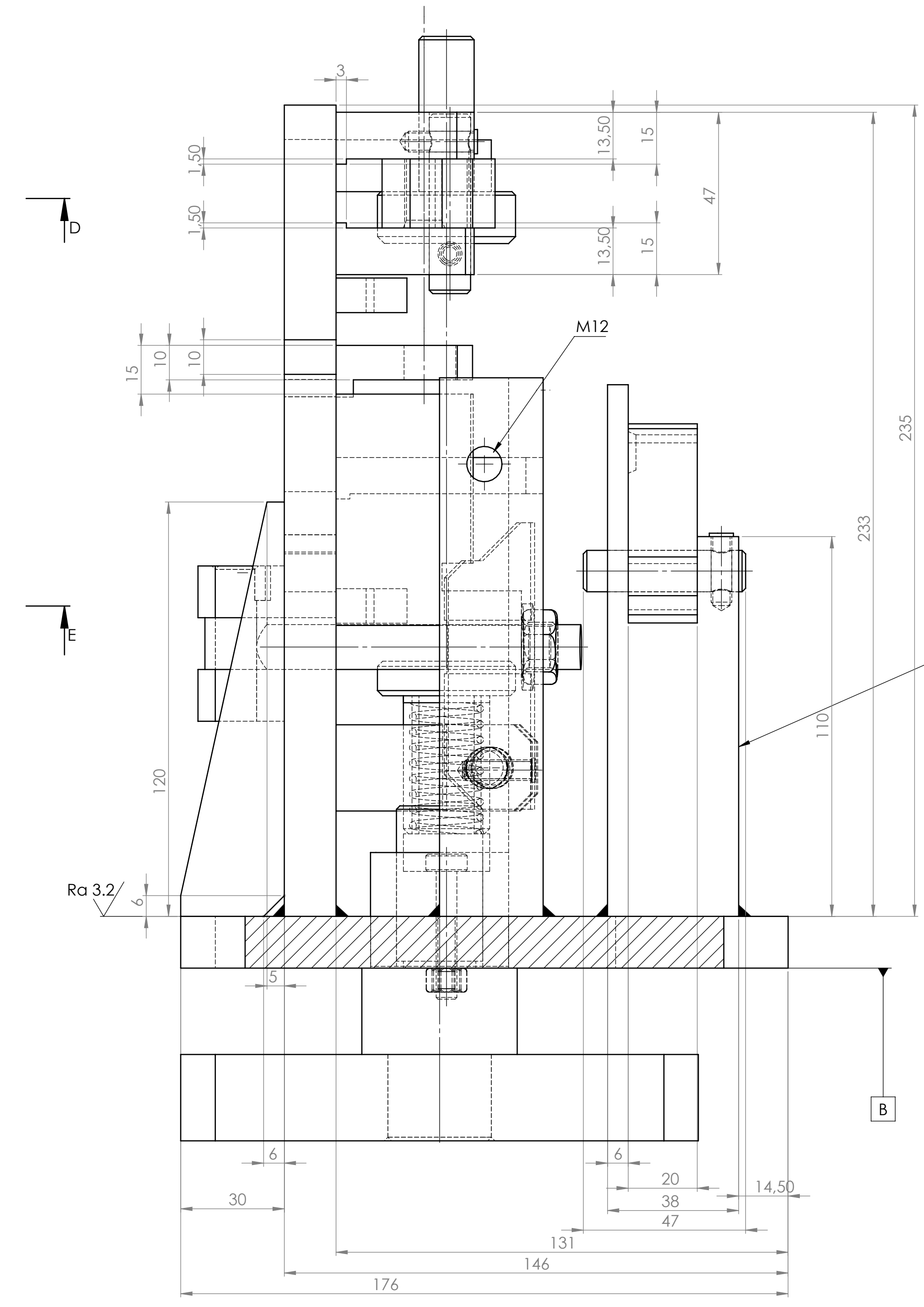
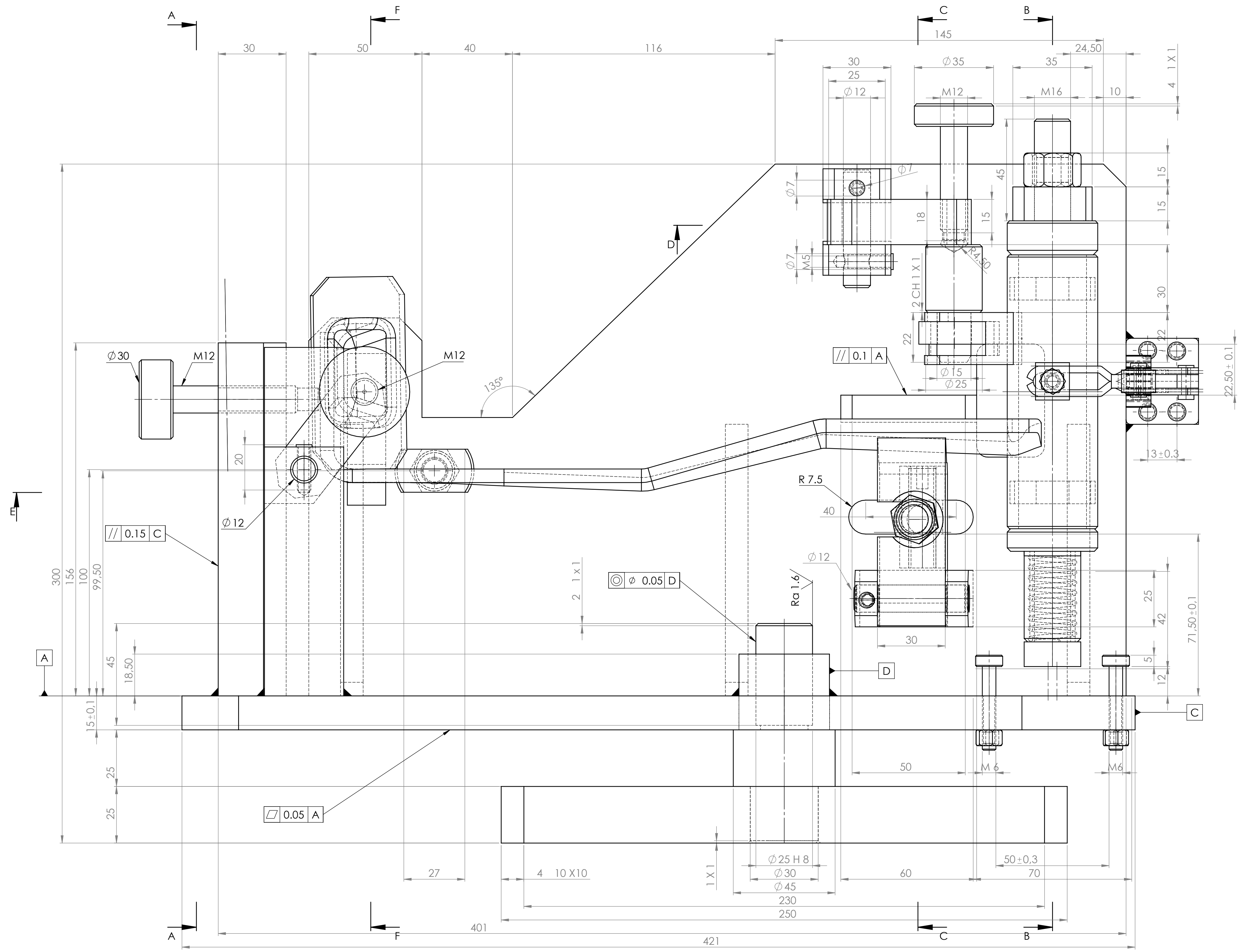
Dessins



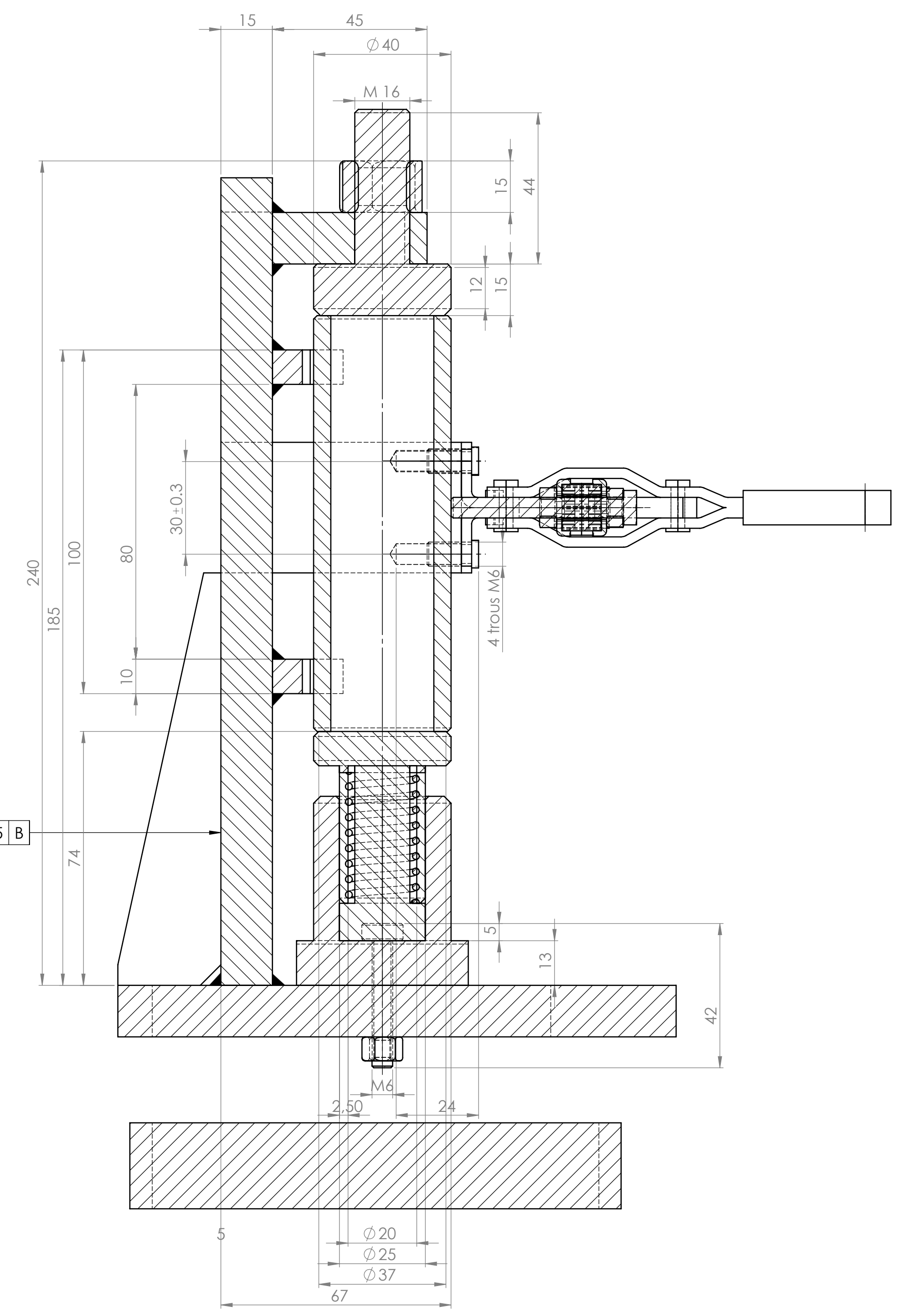
Aperçu des articles

Référence	L	L1 min.	L1 max.	L2	L3	L4	B	H	H1	H2	H3	H4	A min.	A max.	D	D1	R1	R2	S	S1	F kN	α	Poignée plastique
05020-05	4,5	16	35	32	26	5	22	10	23	9,5	28	10	14	16	M5x35	4,5	56,5	96	10,5	2	0,8	108°	05200-100
05020-06	5,5	23	46	38	32	9	27	13	29	11,5	35	11	12	14	M6x50	5,5	70,5	121	13,5	3	1	108°	05200-105
05020-08	7	27	55	45	39	9	32	16	35	14	42	14	19	21	M8x50	6,5	86	143	16	3	2,3	108°	05200-115
05020-10	8	33	74	56	43	7,5	38	20	39	18	48	18	26	28	M10x70	8,5	110	177	18	3,5	3,5	108°	05200-120
05020-12	10	45	100	68	50	9	45	25	45	22	56	21	32	32	M12x80	8,5	140	215	23	4	4	90°	05200-135

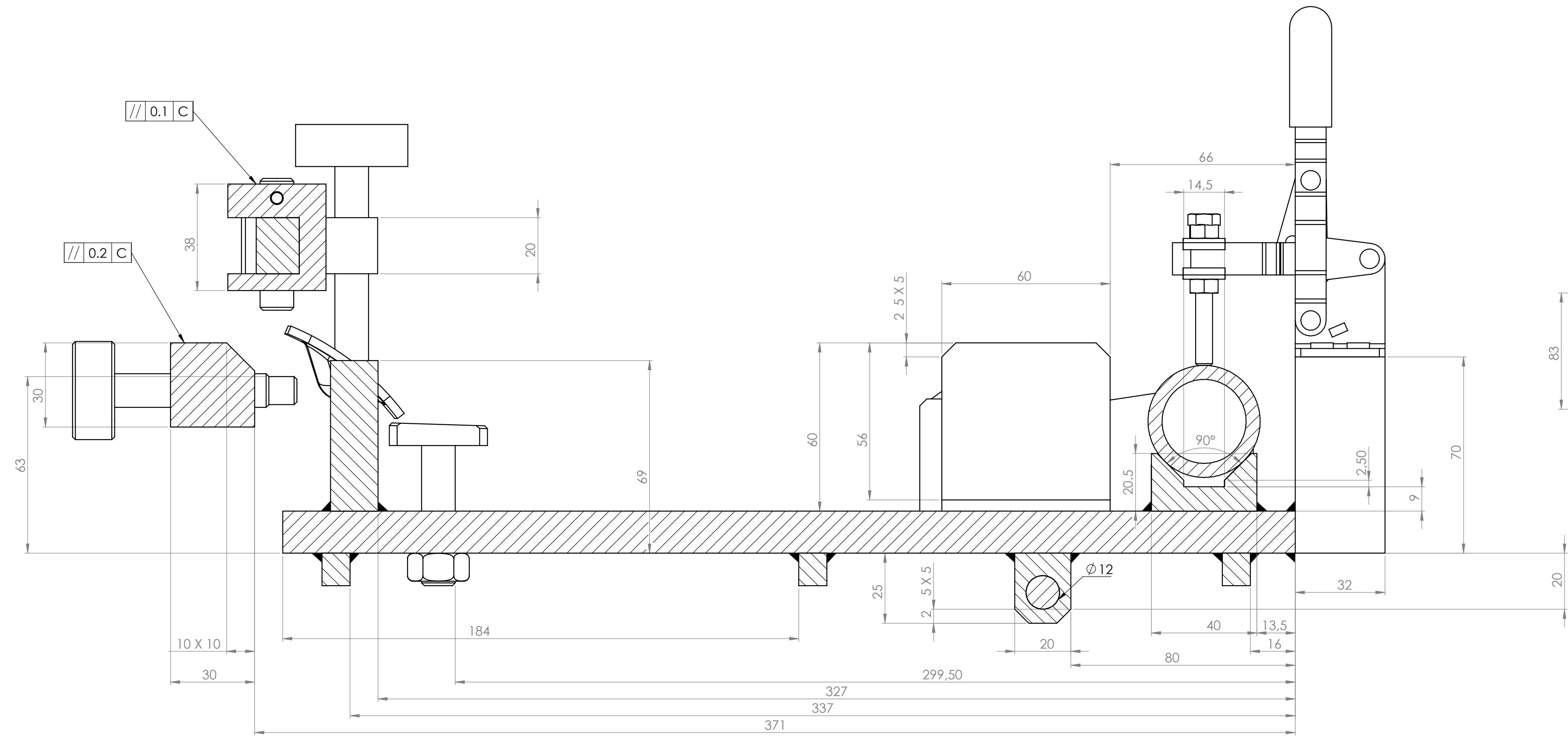
V.12 Dessin de définition du montage avec cotation GPS



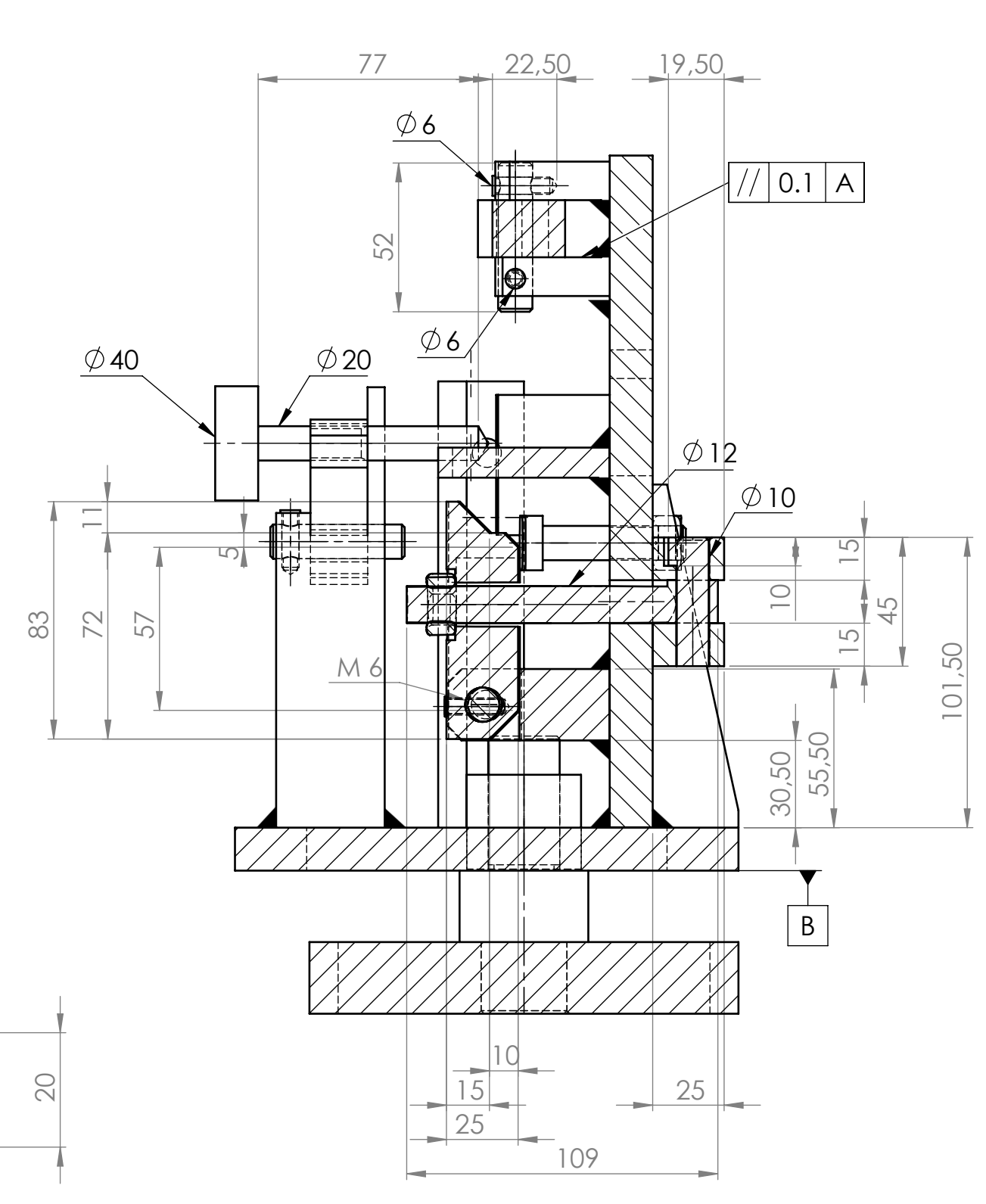
COUPE A-A
ECHELLE 1:1
(Certains composants ne sont montrés)



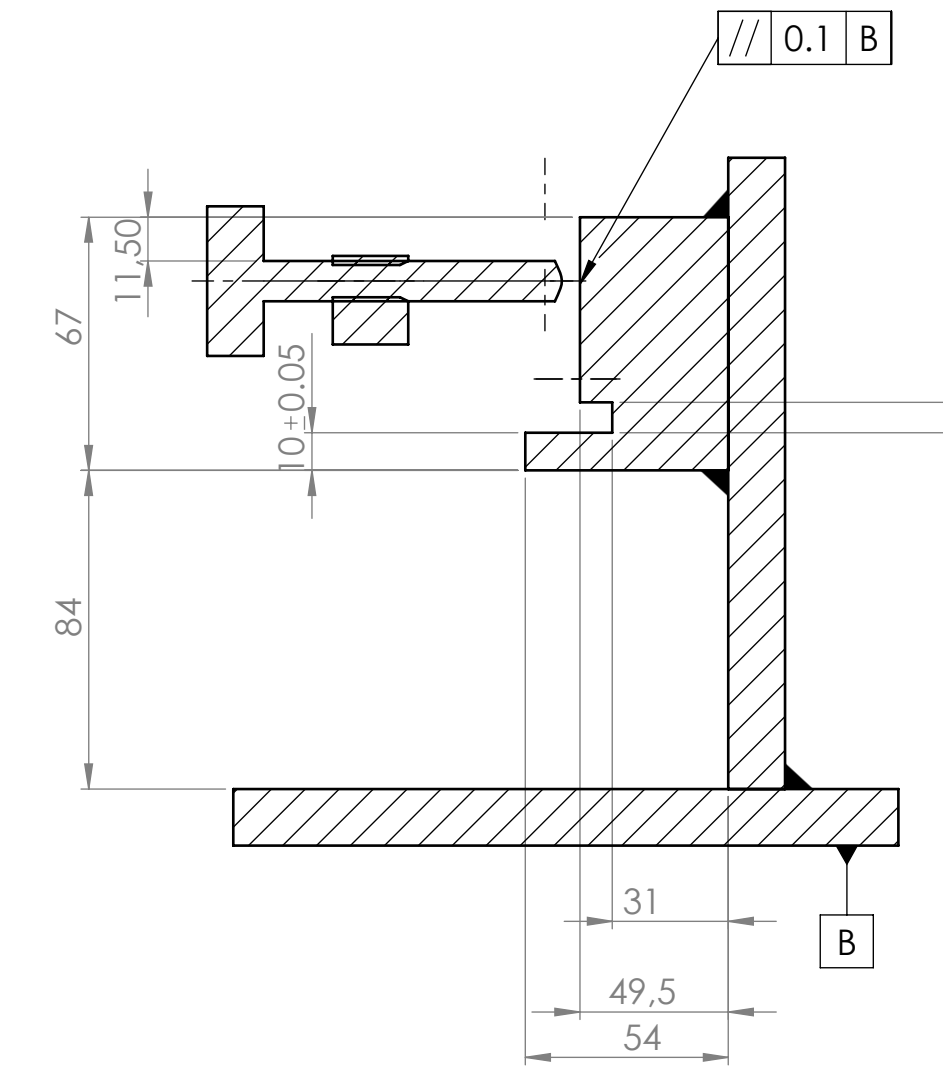
COUPE B-B
ECHELLE 1:1



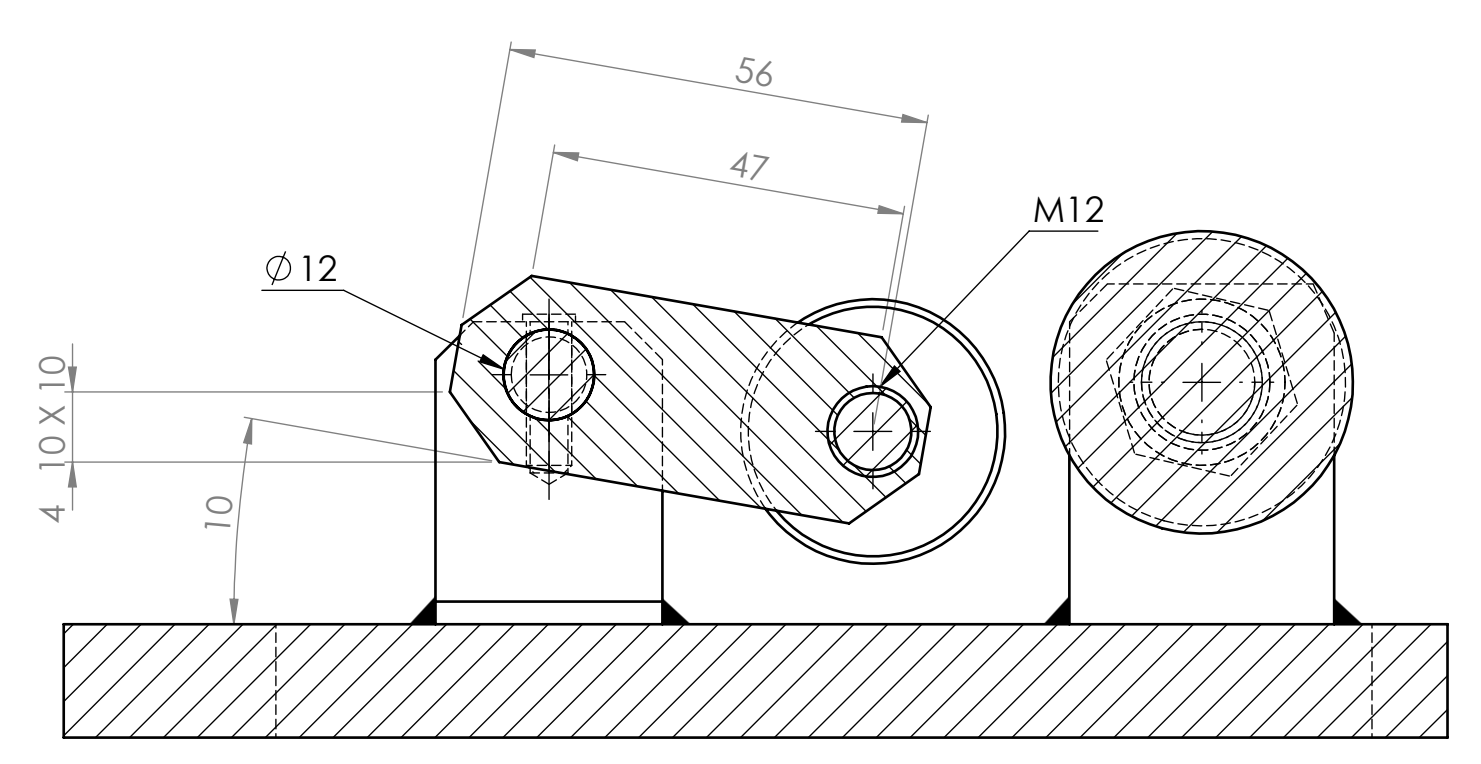
COUPE E-E
ECHELLE 1:1



COUPE C-C
ECHELLE 1:2

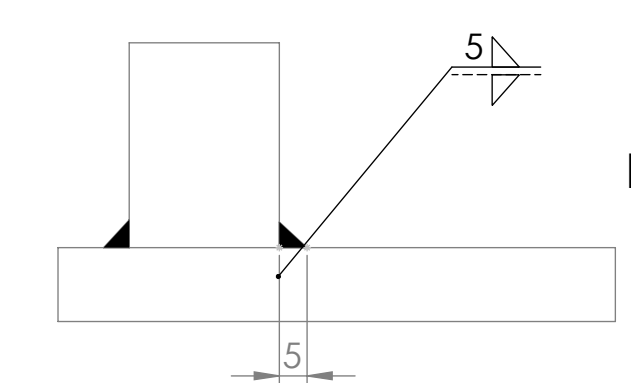


COUPE F-F
ECHELLE 1:2



COUPE D-D
ECHELLE 1:1

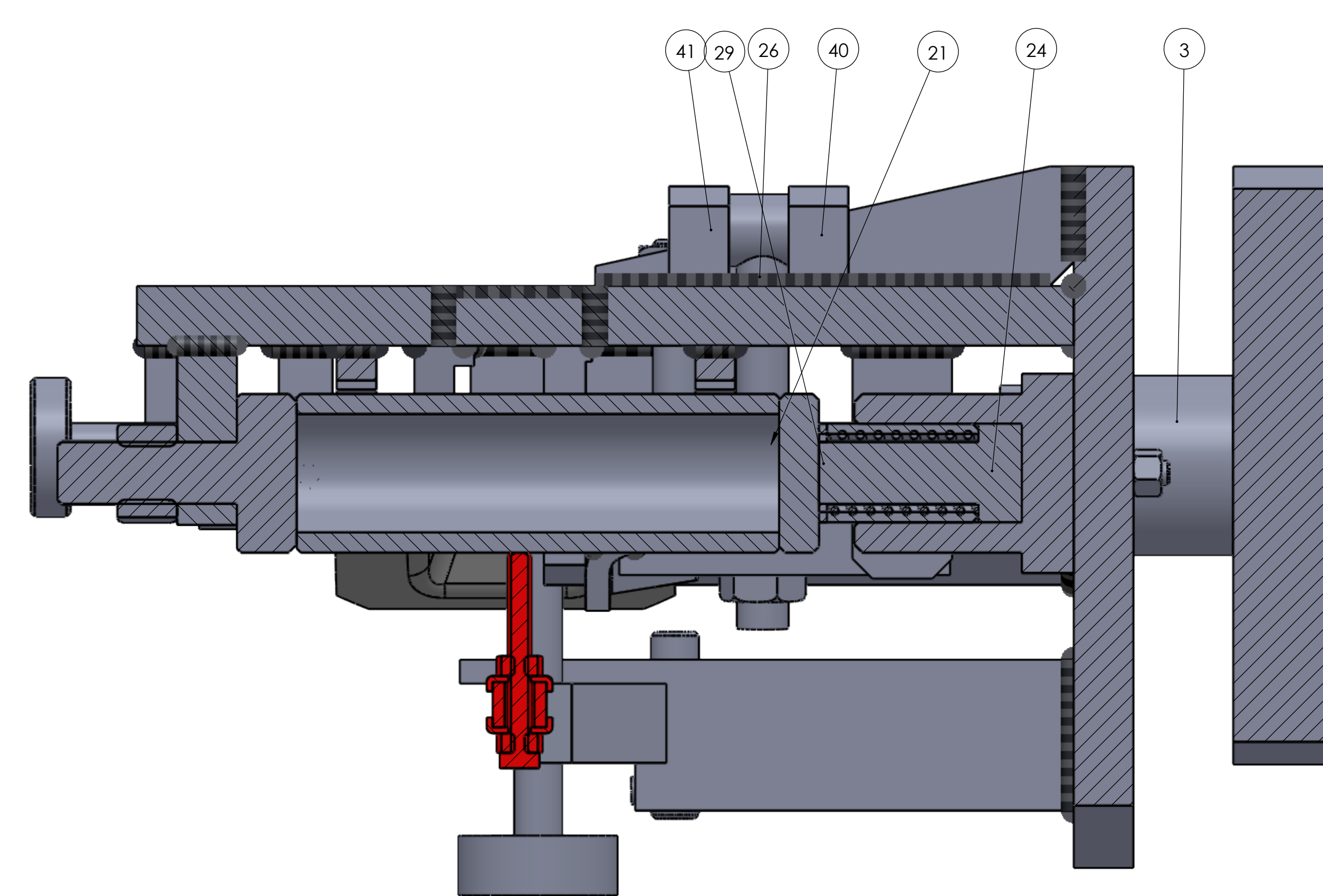
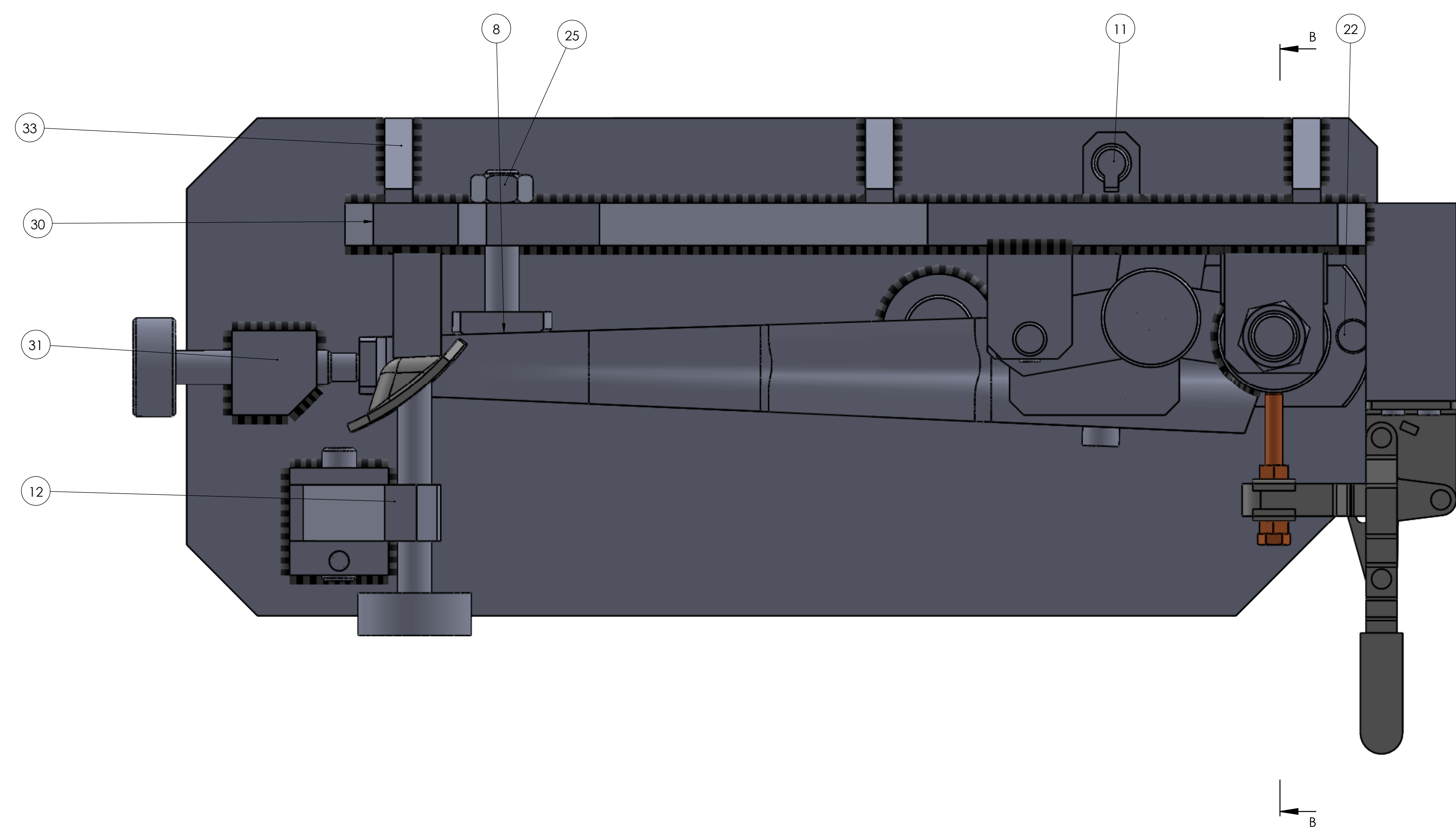
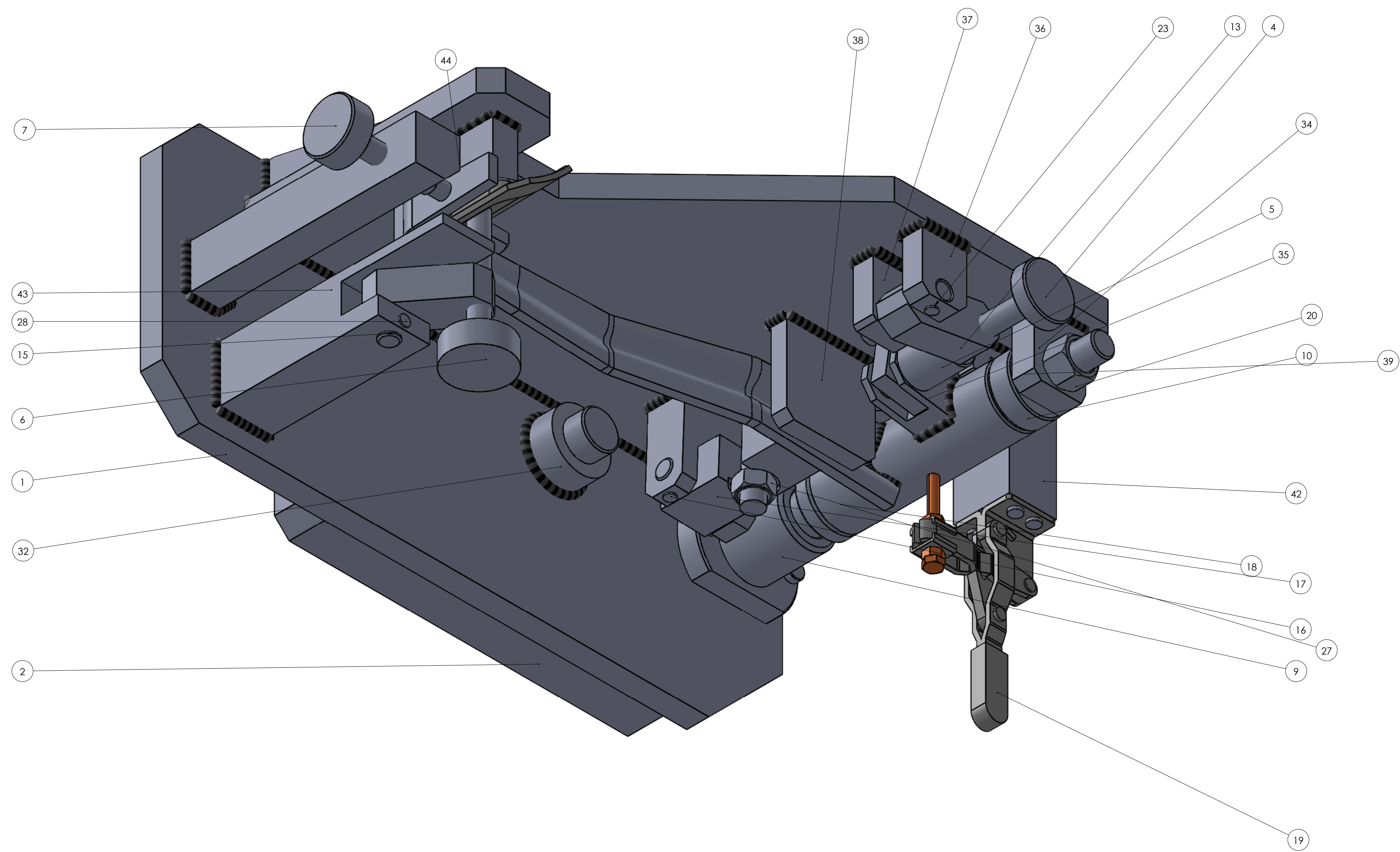
Procédé de soudage à l'arc électrique à l'électrode enrobée basique Ø4mm.



Partout sauf indication

FACULTE DE TECHNOLOGIE U.M.B. BOUMERDES		
N°:1168192	Désignation : Gabarit de soudage pour ensemble pédale de frein	Date :02/09/2020
	Tolérance globale : ±0,15 Etat de surface : Ra 3,2	Rehamnia Asma & Senjakeddine Amina
A0	Echelle:1:1	MFMP-18

V.13 Dessin du montage et nomenclature



COUPE B-B

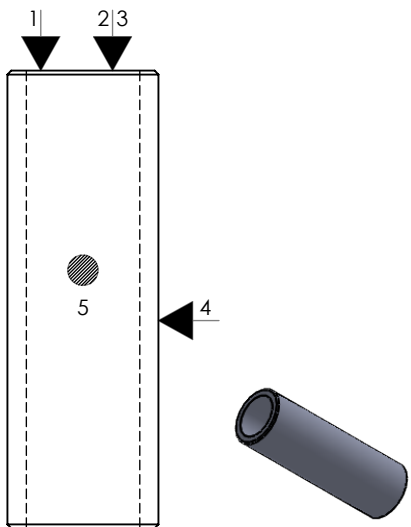
42	01	Bloc s	S235 JR	"
41	01	Bloc lateral r	S235 JR	"
40	01	Bloc lateral t	S235 JR	"
39	02	Bloc d'orientation p	S235 JR	"
38	01	Bloc d'appui n	S235 JR	"
37	01	Bloc lateral l	S235 JR	"
36	01	Bloc lateral h	S235 JR	"
35	01	Bloc lateral m	S235 JR	"
34	01	Bloc i	S235 JR	"
33	03	Bloc f	S235 JR	"
32	01	Bloc de guidage k	S235 JR	"
31	01	Bloc verticale c	S235 JR	"
30	01	Bloc e	S235 JR	"
29	01	Rondelle plate	"	"
28	04	Vis CHc M6 /01.HJ.11	"	"
27	01	Ecrou r portée sphérique M14	"	"
26	01	Vis d'articulation NLM 718.12	"	"
25	01	Ecrou HM12 / 02. JF.06	"	"
24	01	Vis CHc M10 /07.HJ.11	"	"
23	03	Vis Hc bout pointu 01.Hs.07	"	"
22	02	Vis CHc M6 /01.HJ.11	"	"
21	01	Ressort L-55 NLM449.16	"	"
20	01	Ecrou HM16 / 02. JF.08	C35f	"
19	01	Sermax SU 11	Standard	"
18	01	Bloc d'appui	C35f	TR90Kg/mm ²
17	01	Bride	25CrMo4	TR110Kg/mm ²
16	01	Axe de bridage	"	"
15	01	Axe de bridage	"	"
14	01	Axe de bridage	"	TR90Kg/mm ²
13	01	Bride basculante	"	"
12	01	Bride basculante	25CrMo4	TR110Kg/mm ²
11	01	Axe	"	"
10	01	Vis de réglage	"	"
09	01	Bloc de guidage	"	"
08	01	Vis d'appuis	"	"
07	01	Vis d'appuis	C35f	TR90Kg/mm ²
06	01	Vis de blocage	"	"
05	01	Broche	CuSn7Zn4Pb6	"
04	01	Vis de blocage	C35f	TR90Kg/mm ²
03	01	Centreur	16NiCr6	C.T.R
02	01	Plaque support	C35f	TR90Kg/mm ²
01	01	Bloc horizontal a	S235 JR	Stabilisation
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observations

N°:1168192	Désignation :	Date :02/03/2020
Echelle:1:2	Gabarit de soudage pour ensemble pédale de frein	Rehamnia Asma & Senjakeddine Amina
E	INGM-UMBB	M2 MFMP-18
A0		

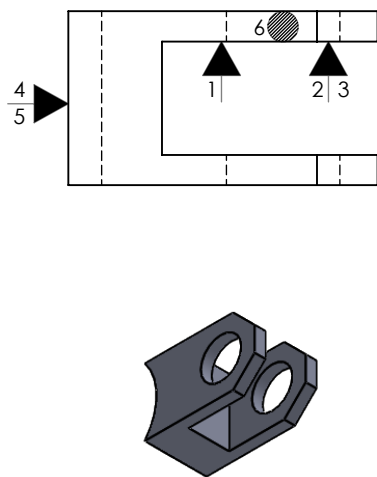
V.14 Mise en position

MISE EN POSITION

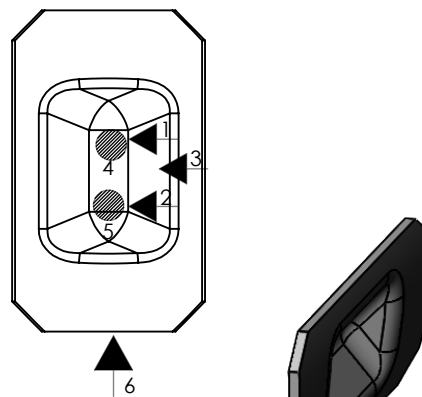
MOYEU N°482193



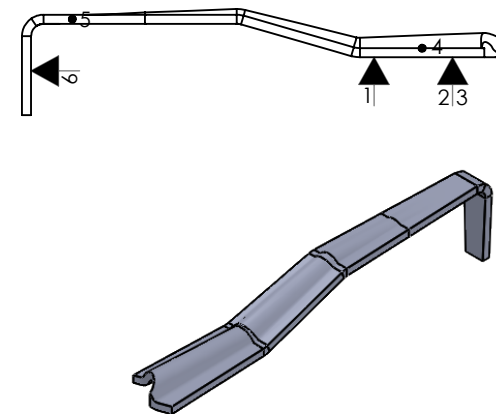
CHAPE N°707429



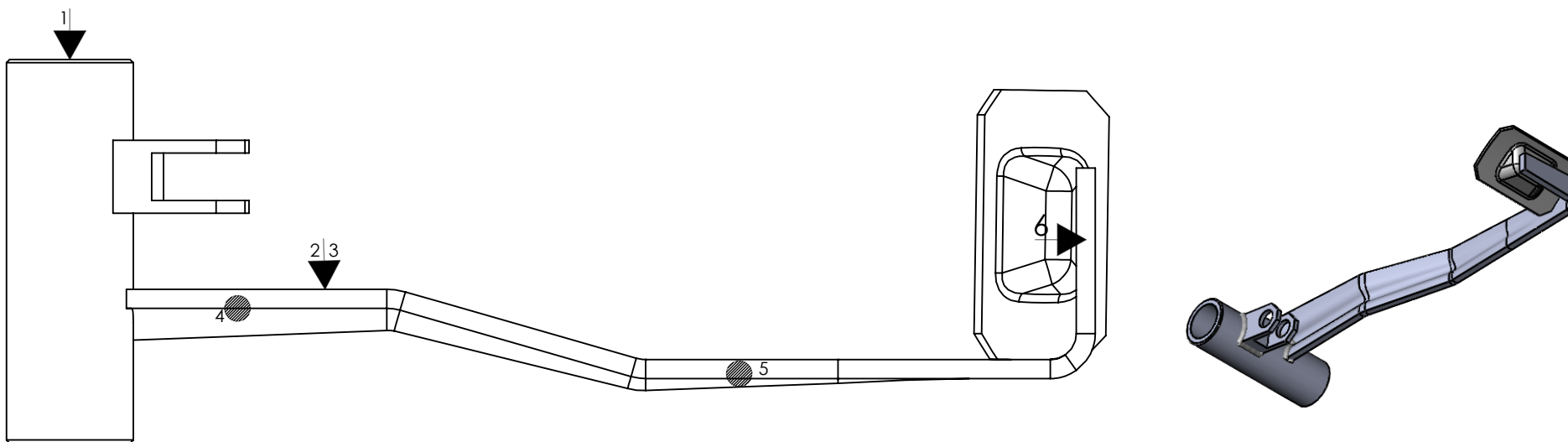
PATIN N° 5010731



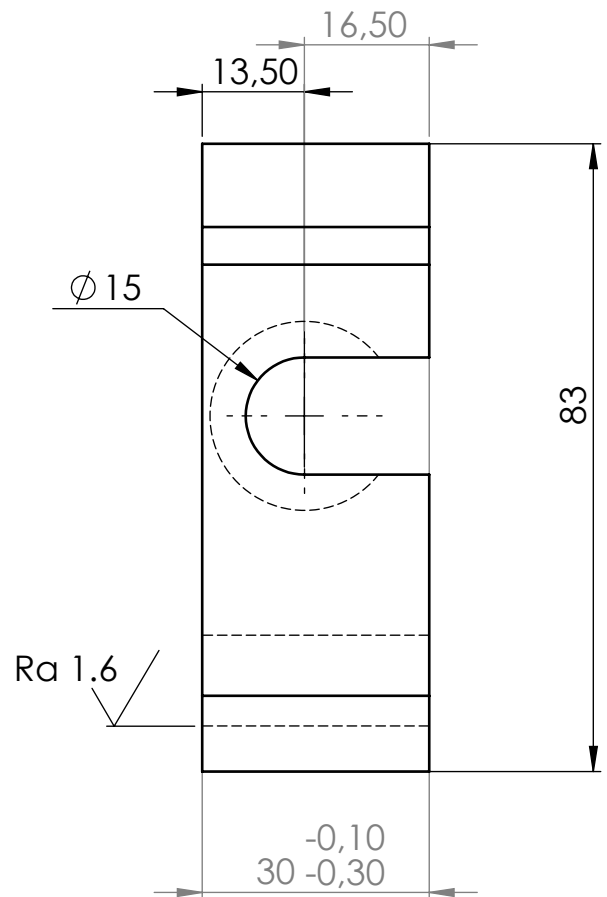
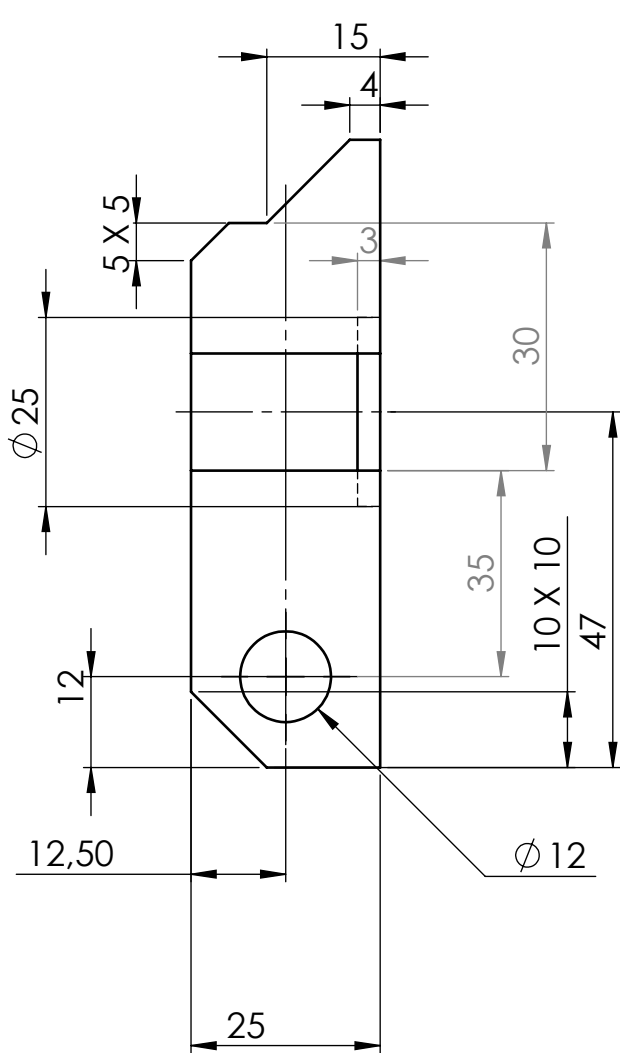
TIGE N° 1168190



ENSEMBLE PEDALE DE FREIN N° 1168192



V.15 Dessins de définition des pièces principales du montage



FACULTE DE TECHNOLOGIE

Echelle 1:1

Bride

Date: 11/09/2020

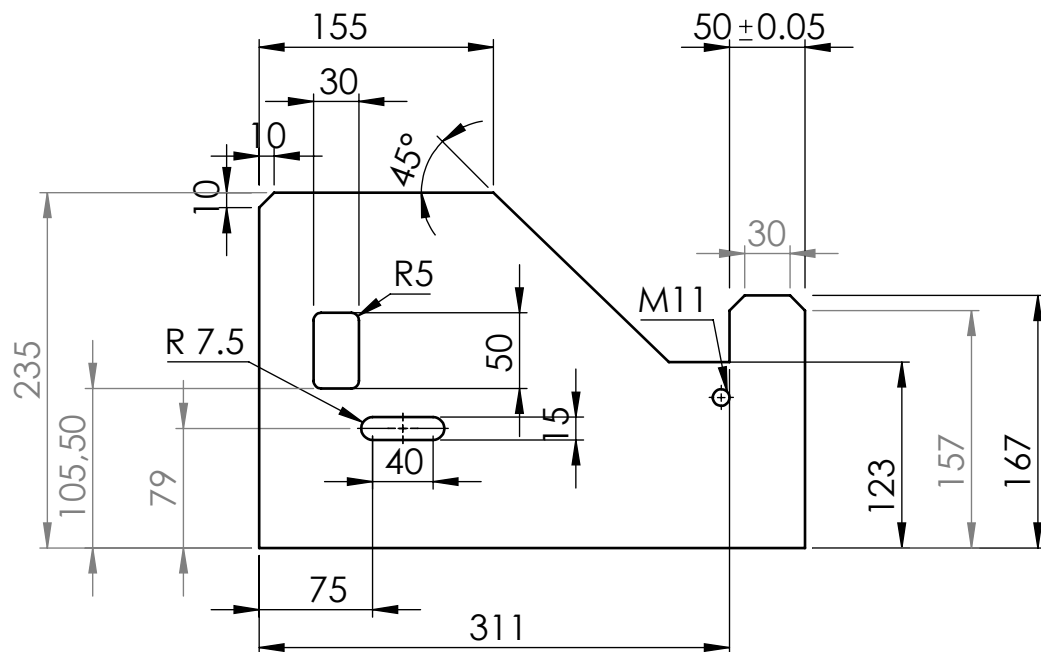


Tolérance générale : js13

REHAMNIA.A
SENSJAKEDDIE.A

Format :A4

Etat de surface $Ra 6.3$ sauf indications



Faculté de technologie

Echelle 1:5

bloc e

Date: 11/04/2020

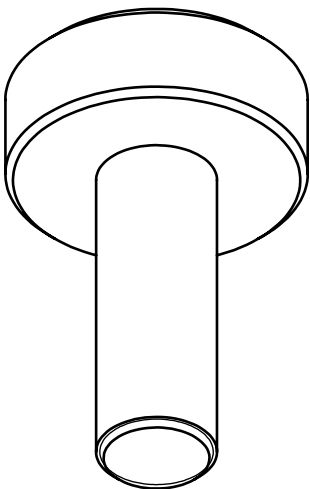
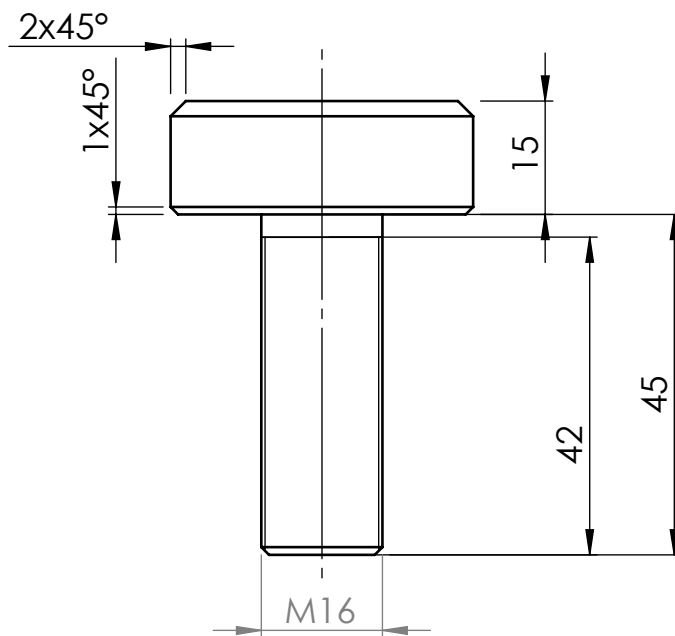
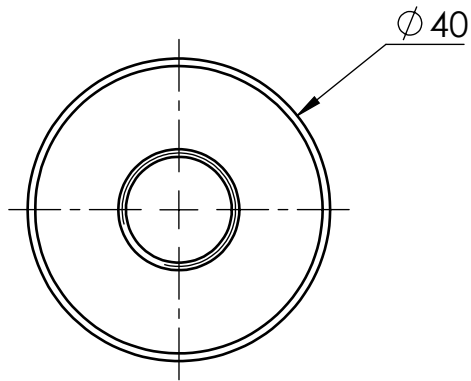


Tolérance générale : js13

REHAMNIA.A
SENSJAKEDDIE.A

Format :A4

Etat de surface $Ra 6.3$ sauf indications



Echelle:1:1	Faculté de technologie	MFMP/18
matière:C35	Vis de réglage	Date: 11/04/2020
Format :A4		REHAMNIA.A SENSJAKEDDIE.A
Tolérance générale: Js 13 Etat de surface $\sqrt{Ra\ 6.3}$ sauf indications		