

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

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

En : Génie Mécanique

Spécialité : Assemblages soudés et matériaux

Par : **M^{elle} BOUDJEMA Narimene**

Sujet

Etude conception et réalisation d'une potence de levage rotative 250 kg

Soutenu publiquement, le 20/06/2022, devant le jury composé de :

Mr BENACHOUR Mustapha	Pr	Université de Tlemcen	Président
Mr MANGOUCI Ahmed	MAA	Université de Tlemcen	Examineur
Mr HADJOUI Féthi	MCB	Université de Tlemcen	Encadreur

Année universitaire : 2021/2022

Table des matières

Remerciement	viii
<i>Dédicaces</i>	ix
Résumé	x
Abstract	xi
ملخص	xii
Introduction Générale	13
Préambule	15
1 Présentation de l'entreprise :	16
1.1 Présentation de groupe Kherbouche :	16
1.2 Les huit groupes de Kharbouche :	16
1.3 AGRO INDUSTRIE :	17
1.4 1.4 Equipement Agro Industriel :	17
1.5 1.5 Informations :	17
1.6 1.6 Structure d'une entreprise :	19
1.7 1.7 Structure d'AGRO INDUSTRIE :	19
2- Présentation du projet :	20
3- Planning prévisionnel du projet :	20
Chapitre 01 :L'état de l'art	21
Introduction :	22
1 De l'antiquité a la révolution	23
2 Les machines de levage au moyen âge	24
2.1 La chèvre	26
2.2 La grue à tympan	27
2.3 La louve et la tenaille	28
3 Les machines de chantier à la renaissance	28
4 Les avancées de la révolution industrielle	29
4.1 Le derrick	29
4.2 La grue	30
5 De nos jours	30
5.1 Grue à tour	30
5.2 Grue mobile	31
5.3 Levage aéroporté	31
5.4 Quelques records	32
6 Et demain ?	33
Conclusion :	33
Chapitre 02: Conception de la potence de levage rotative	34
Introduction :	35
1 Définition	35
2 Les composantes	36
3 Description de fonctionnement	37
4 Mise en situation :	38
5 Schéma mise en situation :	38
6 Schéma cinématique :	39
7 Montage	40
8 L'inspection d'une potence	41
9 Avantage	42

10	Définition de logiciel SolidWorks].....	43
11	Dessin d'ensemble.....	43
11.1	Nomenclature.....	46
12	Dessin de définition.....	47
	Conclusion :.....	61
	Chapitre 03: Etude de la potence de levage	62
	Introduction :.....	63
1	Généralité :.....	63
1.1	Le rôle de l'assemblage :.....	63
1.2	Types d'assemblage :.....	63
1.3	Mode d'assemblage :.....	63
1.4	Fonctions des assemblages :.....	64
2	Assemblage par boulons ordinaires.....	64
2.1	Coefficient de sécurité :.....	64
2.2	Assemblage sollicité au cisaillement :.....	64
2.3	Assemblage sollicité à la traction :.....	64
2.4	Assemblage sollicité simultanément en traction et en cisaillement :.....	64
3	Assemblage par boulon précontraint :.....	64
3.1	Précaution constructive :.....	64
4	Assemblage soudés :.....	65
4.1	Avantages de soudages :.....	65
4.2	Inconvénients de soudage :.....	65
5	Procédés de soudages :.....	65
5.1	Disposition constructive :.....	66
5.2	Précaution constructive :.....	67
5.3	Cordons de soudure :.....	68
6	Assemblage de base de poteau articulé :.....	68
6.1	Types de plaque d'assise :.....	68
6.2	Dimensionnement d'une plaque assise :.....	68
6.3	Résistance au cisaillement du scellement de la plaque :.....	69
7	Tige d'encrage :.....	69
8	Etude de la barre porteuse :.....	69
8.1	Modélisation :.....	69
8.2	Choix du matériau :.....	70
8.3	Choix du profil adéquat :.....	70
8.4	Vérification avec logiciel RDM6 :.....	72
8.4.1	Définition du logiciel RDM 6	72
8.5	Calcul de la contrainte maximale :.....	74
8.6	Calcul de la contrainte admissible :.....	75
9	Calcul le flambement du poteau :.....	76
9.1	Introduction :.....	76
9.2	Détermination de la valeur de la charge P :.....	76
9.3	Calcul le moment fléchissant :.....	76
9.4	Calcul de la contrainte maximale :.....	77
10	Calcul des axes d'articulation :.....	80
10.1	Calcul de la contrainte maximale.....	81
11	Calcul de la plaque d'encrage :.....	82
	Conclusion :.....	83

Chapitre 04: Réalisation de la potence de levage.....	84
Introduction :.....	85
1 Traiter la commande :.....	85
2 Appro/achat et stock :.....	85
3 Réaliser le projet :.....	86
4 Les étapes de réalisation dans l'atelier :.....	86
4.1 Le Traçage : [12].....	86
4.2 Débitage : [12].....	87
4.3 Traçage pour perçage :[12].....	91
4.4 Le Perçage [12].....	91
4.5 Le Grattage : [12].....	94
4.6 Assemblages : [12].....	95
4.7 La peinture :.....	98
Conclusion Générale	100
Annexe.....	101
Référence :.....	104

Liste des figures

Figure 1: cordes originales de la barque solaire de Khéops	23
Figure 2: Chèvres (a) tripode (b) à haubans avec palan.....	26
Figure 3: Grues médiévales reconstituées (a) sur le chantier médiéval de Guédelon (Bourgogne), (b) devant l'abbaye de Hambye (Normandie).....	27
Figure 4: Exemples d'échafaudages en bascule sur le chantier médiéval de Guédelon (Bourgogne).....	28
Figure 5: Derricks à vapeur, Melbourne, et monté sur un navire, New-York 1920,	29
Figure 6: Grues à vapeur sur rail, Summerlee Heritage Park et sur chenilles,	30
Figure 7 : Montage d'une GME à l'aide d'une grue mobile	31
Figure 8 : Héliportages pour le montage de grues dans des lieux difficiles d'accès	32
Figure 9 : Grue mobile LTM 11200-9.1 Liebherr	32
Figure 10 : Grue SGC -140 Sarrens, source	32
Figure 11 : potence de levage rotative	35
Figure 12 : les composantes d'une potence de levage.....	36
Figure 13 : les principaux mouvements d'une potence	37
Figure 14 : Montage d'une potence	40
Figure 15 : soudage par pression	65
Figure 16 : soudage par friction	66
Figure 17 : Soudage à l'arc.....	66
Figure 18 : Soudure en L.....	66
Figure 19 : Soudure en T.....	67
Figure 20: barre encastrée sollicitée à la flexion.....	69
Figure 21 : Moment fléchissant avec logiciel RDM6	73
Figure 22 : Effort tranchant avec logiciel RDM6.....	73
Figure 23 : Contrainte admissible avec logiciel RDM6	75
Figure 24 : Opération de traçage	87
Figure 25 : Opération de débitage.....	87
Figure 26 : Scie à ruban	88
Figure 27 : Guillotine	89
Figure 28: Coupage des goussets à l'aide d'une guillotine	89
Figure 29 : Coupage d'un tube carré	90
Figure 30 : Coupage profilé IPE.....	90
Figure 31 : Traçage des pièces pour perçage	91
Figure 32 : Perceuse	92
Figure 33 : Pièce percé.....	92
Figure 34 : Plieuse.....	93
Figure 35 : Pièces pliés	93
Figure 36 : Opération de grattage	94
Figure 37 : Pièce grattée.....	94
Figure 38 : Opération d'assemblage.....	95
Figure 39 : Assemblage du tube carré avec platine en utilisant une équerre	96
Figure 40 : Soudure des cornières avec le tube carré	96
Figure 41 : Soudure des tôles avec l'IPE	97
Figure 42 : L'ajout de l'axe de rotation	97
Figure 43 : Assemblage du IPE et tube carré avec une tôle par boulon	97
Figure 44 : L'assemblage final.....	98
Figure 45 : Produit finie (potence de levage capacité 250 kg)	98

Liste des tableaux

Tableau 1 : Planning prévisionnel du projet	20
Tableau 2 : Caractéristiques d'acier S235	70
Tableau 3: Coefficient de réduction.[11]	78

Symboles utilisés

RDM : Résistance de matériaux

M_f : Moment fléchissant

σ_{max} : Contrainte maximale

$\sigma_{admissible}$: Contrainte admissible

F : La force

Re : réaction

T : effort tranchant

f_e : Limite élastique (daN/mm²)

γ_s : Coefficient de sécurité

Remerciement

" من لم يشكر الناس لم يشكر الله "

Au nom d'Allah le tout miséricordieux, le très miséricordieux, et l'oraison et la salutation sur le messager d'Allah.

Nous remercions avant tout le Bon Dieu de nous avoir gardés en bonne santé afin de mener à bien ce projet de fin d'étude. Nous remercions également notre mère pour les sacrifices qu'elle a faits pour que nous terminions nos études.

Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de *Mr HADJOUI Féthi*, nous le remercions pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, pour sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de mémoire.

Le travail présenté dans ce PFE a été réalisé au sein de l'entreprise Agro-Industrie, Groupe KHERBOUCHE, sous la direction de Monsieur KHERBOUCHE Kamel, nos remerciements s'adressent à *Mr KADI-BELGAID* Houcine pour son aide pratique ainsi toute l'équipe de l'entreprise pour le soutien moral et ses encouragements.

Nous remercions aussi tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Enfin, nos remerciements également aux membres du jury, Monsieur BENACHOUR Mustapha le président de jury, et monsieur MANGOUCI Ahmed l'examineur du jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Dédicaces

A mon très cher Papa

Ce travail est dédié à mon cher père paix à son âme, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère qu'il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour que le Bon Dieu l'accueille dans son vaste paradis

A ma très chère Maman

Quoi je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A ma très chère cousine

Qu'elle m'a toujours soutenue et elle m'a chaleureusement supportée et encouragée durant mon travail.

Résumé

Avec le développement de la technologie industrielle, et pour faciliter la manutention des différents organes, la réalisation des potences de levage est devenue une nécessité et qui a aussi évolué. Ces engins de levage sont utilisés par multiples entreprises.

Dans ce contexte, étudier le projet de la potence en vérifiant et en répondant à toutes les normes et contraintes de l'environnement de travail permet à l'entreprise concernée de gagner en termes de satisfaction client et développement personnel. En effet, l'exploitation des potences de levage est principalement axée sur : le déplacement d'une charge d'un endroit à un autre en veillant à un ensemble de critères (sécurité, consommation, prix, etc...)

Notre projet de recherche de fin d'étude a pour objectifs :

- D'une part, étudier le fonctionnement de la potence.
- D'autre part, réaliser une étude détaillée de potence selon un ensemble de critères et de norme permettant de valider le calcul et l'assemblage des matériaux utilisés, afin de faire la réalisation.

Mots clés : Levage, Potence, Grue, manutention, conception.

Abstract

With the development of industrial technology, and to facilitate the handling of different organs, the realization of lifting cranes has become a necessity and has also evolved. Many companies use these lifting devices.

In this context, studying the project of the jib crane by checking and meeting all the standards and constraints of the working environment allows the company concerned to gain in terms of customer satisfaction and personal development. Indeed, the operation of lifting cranes is mainly focused on the movement of a load from one place to another while ensuring a set of criteria (safety, consumption, price, etc. ...)

Our research project of end of study has for objectives:

- On the one hand, to study the functioning of the stem.
- On the other hand, to carry out a detailed study of the stem according to a set of criteria and standard allowing validating the calculation and the assembly of the materials used, in order to make the realization.

Keywords: Lifting, jib crane, crane, handling, design.

ملخص

مع تطوير التكنولوجيا الصناعية، تطور أيضاً تصنيع الرافعات الرفعية. يتم استخدام هذه الرافعات من قبل شركات متعددة.

وفي هذا السياق، فإن دراسة مشروع الجذع من خلال التحقق من جميع معايير وقيود بيئة العمل واستيفاء هذه المعايير والقيود تتيح للشركة المعنية تحقيق مكاسب من حيث رضا العملاء وتطورهم الشخصي. في الواقع، يركز تشغيل الرافعات الرفعية بشكل أساسي على: نقل الحمل من مكان إلى آخر مع ضمان مجموعة من المعايير (السلامة والاستهلاك والسعر) يهدف مشروعنا البحثي في نهاية الدراسة إلى: من ناحية، دراسة أداء عمود الرفع. من ناحية أخرى، إجراء دراسة مفصلة عمود الرفع وفقاً لمجموعة من المعايير والمعايير التي تسمح بالتصديق على حساب وتجميع المواد المستخدمة، من أجل تحقيق ذلك.

الكلمات المفتاحية: الرفع ، الرفع ، الرفع ، المناولة ، التصميم .

Introduction Générale

Dans le cadre de notre formation de master en génie mécanique option assemblages soudés et matériaux à la faculté de technologie, et à l'issue de la fin de notre cursus dans le projet de fin d'étude (PFE) , nous proposons une étude et une réalisation en entreprise, dont le thème « Etude et réalisation d'une potence de levage rotative», ou nous sommes capables d'être confrontés à une situation professionnelle réelle. Les besoins et les exigences de l'entreprise doivent être satisfaits ; le travail est à la fois individuel et d'équipe.

La réalisation de notre projet nécessite le volet scientifique et technique mais aussi le côté administratif et financier. A ce titre, il rassemble toutes les qualités qu'un ingénieur doit avoir dans son travail quotidien.

Les structures métalliques ont beaucoup évolué au cours de l'histoire, leurs règles de conceptions et leurs techniques de constructions, les matériaux utilisés ont évolué avec l'industrie de l'utilisation de la fonte à l'utilisation de l'acier, et les méthodes d'assemblage, comme dans les années 1930 avènement de la soudure.

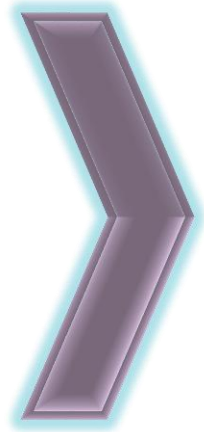
Or, les potences sont de plus en plus courantes dans le domaine industriel, elles s'utilisent pour la manutention et le levage de charge dans une zone circulaire autour du poste de travail et qui se distingue par certains avantages tel que ; la facilité de son installation et son déplacement ; elle peut être installée presque partout si nécessaire.

Dans ce projet de fin d'étude, nous allons appliquer et compléter les connaissances et les informations acquises tout le long de notre formation, et pour mettre notre recherche en valeur nous avons effectué notre stage dans l'entreprise **SPA AGRO INDUSTRIE GROUPE KHERBOUCHE**, c'est une entreprise spécialisée en étude et fabrication des équipements agricoles utilisant les règles de constructions de cette dernière, ainsi que le moyen de conception par ordinateur et le moyen de calcul informatique.

Ce travail se compose de quatre parties majeures :

- ✓ Le premier chapitre est consacré à l'état de l'art de levage, il a pour but de présenter l'histoire et le développement des engins de levage.
- ✓ Le deuxième chapitre va décrire la potence, son fonctionnement, ainsi que sa conception.
- ✓ Le troisième chapitre traite les calculs des différentes parties de la potence.
- ✓ Le quatrième chapitre va aborder les étapes de la réalisation.
- ✓ Et nous terminons par une conclusion et une perspective.

Préambule



- I. Présentation de la société**
- II. Présentation du projet**

Préambule

1 Présentation de l'entreprise :

1.1 Présentation de groupe Kherbouche :

Le groupe KHERBOUCHE, spécialisée dans l'agro-industrie, l'ingénierie de l'eau et les réalisations hydrauliques englobe huit filiales, qui activent sur l'ensemble du territoire national. D'une complémentarité et interopérabilité avérées, les filiales du groupe chacune dans sa spécialité, c'est dans ce cadre que le groupe s'est investi dans la réalisation de partenariats avec des différentes firmes internationales, lui permettant l'acquisition de know how et de satisfaire son portefeuille clients. Le groupe emploie un effectif de plus de 2000 employés, toute spécialité confondue.



1.2 Les huit groupes de Kharbouche :

- INTER ENTREPRISE (HYDRAULIQUE, TRAVAUX PUBLICS ET BATIMENT)
- AQUATEC
- AGRO DEEL
- CANAL PLAST
- HUILE D'OLIVE TLEMCEN
- EL ALF (L'INGENIERIE DE LA NUTRITION ANIMALE)
- ARBOR ACRES ALGÉRIE
- AGRO INDUSTRIE

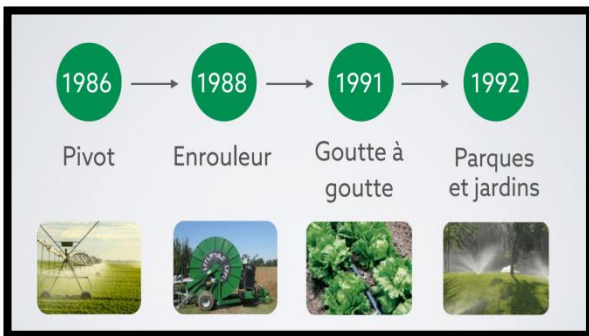
Préambule

1.3 AGRO INDUSTRIE :

Créée en 1985, sous forme de SNC, Agro-Industrie s'est durablement installée dans l'équipement agro industriel à savoir l'ingénierie, la fabrication et la distribution.



1.4 1.4 Equipement Agro Industriel :



1.5 1.5 Informations :

Raison Sociale :	ALG AGRO INDUSTRIE SPA
Siège social :	Direction générale : Zone industrielle Desserte N°3 Chetouane – TLEMCEN Tél. : 043 27 23 62 / 64/ 043 27 60 50 Fax. : 043 27 43 44
Forme juridique:	SPA
Activité :	Etude Et Fabrication De Matériel Agricole.
Capital social :	305 000 000.00 DA
Email :	canalplast@groupekherbouche.com
Site web :	www.groupekherbouche.com

Préambule

1.6 1.6 Structure d'une entreprise :

Les entreprises peuvent adopter différents types de structures selon la manière dont elles organisent la division interne du travail (degré de départementalisation).

On distingue généralement deux grands types de structures qui se distinguent par le fait que l'une est centrée sur la notion de fonction (administration) alors que l'autre repose sur l'idée de produit (atelier).

1.7 1.7 Structure d'AGRO INDUSTRIE :

a. Structure de l'administration :

Elle se divise en six bureaux qui sont les suivant :

- Bureau personnel : concerne recrutement, la paie, note service, l'absence, pointage...
- Bureau de direction : directeur PDG (Président Directeur Général)
- Bureau relation client : consultation des prix, les devis, cahier de charge, les archives...
- Bureau de dessin : étude, bureau méthode, dessin technique, consultation, contrôle, suivie....
- Bureau de comptabilité : la saisie, finances, facturation, recouvrement, gestion de stocke
- Bureau achat/vente : la saisie, gestion de stocke, approvisionnement, achat...

b. Structure de l'atelier :

L'atelier de chaudronnerie et la fabrication métallique

La superficie : 6000 m² (utile : 4200 m²)

Dans l'atelier existe 5 zones, sont les suivantes :

- La zone N°01 représente la zone de stockage et magasin,
- La zone N°02 spécialité peinture,
- Les deux zones N°03 et N°04 contiennent la fabrication mécanique et la soudure,
- La dernière zone représente la fabrication par machines.

Préambule

2- Présentation du projet :

La gamme de matériel de levage comprend des machines qui permettent de lever, déplacer ou soulever des objets lourds en toute sécurité. Divers équipements de levage tels que des grues, des charriots élévateurs ou des potences, sont conçus pour faciliter ces opérations, leur point commun : la portance verticale.

Dans notre projet nous avons choisis d'étudier la potence de levage rotative, c'est une potence fixée à deux supports soudés sur une colonne dont la flèche permet une rotation par rapport à la colonne. Elle autorise des manutentions dans un secteur angulaire et des portées précises.

3- Planning prévisionnel du projet :

La planification consiste à prévoir le déroulement du projet tout au long des différentes phases. Lors des réunions avec notre co-encadreur de l'entreprise, nous avons pu tracer les étapes de réalisation de ce projet.

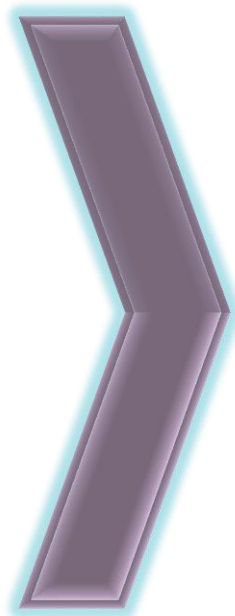
Tableau 1 : Planning prévisionnel du projet

Désignation	Date de début	Date de fin
L'étude de projet	18/01/2022	02/02/2022
Conception avec SolidWorks	06/02/2022	26/02/2022
Recherches documentaires	28/02//2022	30/04/2022
Calcul RDM	02/05/2022	20/05/2022
Réalisation du projet	25/05/2022	30/05/2022
Rédaction du projet	18/01/2022	02/06/2022

1^{er} chapitre

L'état de l'art

Introduction



- I. De l'antiquité à la révolution
- II. Les systèmes de levage en Grèce, Rome et Alexandrie
- III. Les grues de Héron d'Alexandrie
- IV. Les machines de levage au Moyen Âge
- V. Les machines de chantier à la Renaissance
- VI. Reconstitutions 3D
- VII. Système de levage et de montage de l'affût des pièces d'artillerie
- VIII. Les avancées de la révolution industrielle
- IX. De nos jours
- X. Et demain ?

Conclusion

Chapitre 01 : l'état de l'art

Introduction :

L'être humain à toujours voulait satisfaire ses besoins et rendre sa vie meilleure. Pour cette raison,

Sa curiosité perpétuelle à découvrir et d'innover différents moyens l'a poussée à choisir la facilité dans la vie ; ce qui a conduit à faire des découvertes évoluant dans le temps en subissant différentes modifications.

Pour atteindre la hauteur désirée, et généralement le plus haut possible, les constructeurs sont incités à inventer différentes façons de soulever des poids charges à la hauteur ciblée.

L'évolution de la hauteur des édifices est passée par trois (03) périodes des plus hauts construits de l'antiquité à la révolution industrielle.

Durant la période du XIX, ils ont enregistré la limite de la hauteur de 150m qui semblait infranchissable.

Vient après la révolution industrielle, l'amélioration des propriétés était remarquable notamment le plateau des matériaux de constructions suivi d'une croissance exponentielle en hauteur chantier jusqu'à nos jours.

Dans ce chapitre, nous optons à définir les divers engins de levage depuis l'antiquité jusqu'à aujourd'hui.

Chapitre 01 : l'état de l'art

1 De l'antiquité a la révolution : [1]

Cette période est caractérisée par la nécessité des machines qui maitrisent mal le chargement pour réussir la construction de bâtiment.

Ils ont utilisé les mêmes principes pour soulever des charges au sol quel que soit l'emplacement des bâtiments.

Aux 18ième siècles, le bois était le matériau privilégié sur les chantiers de construction car il est facile à trouver et à utiliser. Structure en bois faite de poutre le dispositif de levage est facile à démonter et moins cher. Il y'a même des cordes en fibres végétales tel que jonc, palme, laine...etc.

Au cours de cette période, ils ont utilisé des matériaux ferreux pour fabriquer de nombreux objets comme : les armes, les armures et même les ustensiles de cuisine moins belliqueux.

Cependant leur utilisation dans les engins de levage semble n'apparaître que dans d'éléments d'assemblage structuraux en bois.

Avant la révolution industrielle au XIX siècle, l'énergie disponible sur les chantiers était très limitée.

Ils ne pouvaient pas utiliser des énergies propres comme l'eau ou le vent. En plus, l'être humain et l'animal sont des énergies qui ne peuvent être utilisée que pour soulever la charge. Ils ont mis en œuvre plusieurs solutions d'instruments de levage sous la forme sans pour autant les énumérer tous, leurs descriptions resteront donc générales.



Figure 1: cordes originales de la barque solaire de Khéops

Chapitre 01 : l'état de l'art

2 Les machines de levage au moyen âge : [2]

Les témoignages relatifs aux techniques utilisées au Moyen Âge sont rares. D'après ce que l'on sait de la formation des techniciens, il est raisonnable de supposer qu'avant la diffusion de l'école, dès le milieu du XIVe siècle, la plupart des artisans et ingénieurs étaient analphabètes et pensaient qu'ils n'avaient pas besoin d'écrire pour transmettre leur savoir.

Ces arts sont appris dans le cadre d'une formation à long terme en studio, et non à travers des livres. Après les périodes romaine et alexandrine où des ouvrages tels que Vitruve et Héron sont apparus, ces traités sont restés confinés aux bibliothèques et n'ont pas circulé. Les témoignages relatifs aux techniques utilisées au Moyen Âge sont rares.

Les magnifiques cathédrales gothiques construites entre les XIIe et XIVe siècles parlent d'elles-mêmes, et nous ne pouvons que spéculer sur la technologie et les machines utilisées pour les construire. Cependant, des ascenseurs ont été retrouvés dans les combles d'une vingtaine d'églises d'Europe du Nord : les roues des cathédrales de Peterborough, Tewkesbury et Salisbury, dont les dates de construction peuvent se situer entre la fin du XIIe et le XIIIe siècle. et Canterbury datant de la fin du XVe siècle.

La roue trouvée dans le grenier de la basilique de Santa Maria Maggiore à Bergame est également très intéressante, car c'est le seul exemple connu d'une telle machine en Italie jusqu'à présent.

Elle remonte à la seconde moitié du XIIe siècle. Une curieuse source picturale permet de retracer l'histoire de ces dispositifs : une illustration de l'intrigue biblique de la tour de Babel, qui comprend au moins quatorze miniatures dans lesquelles on voit divers systèmes de levage à l'œuvre (Matthies, 1992, p.535). Dès la première moitié du XVe siècle, on retrouve certaines illustrations d'ascenseurs à cage d'écureuil dans des manuscrits d'un auteur surnommé "Anonyme des guerres hussites" et des auteurs italiens Mariano di Jacopo dit Taccola et Francesco di Giorgio.

Au cours des derniers siècles, si l'on exclut le monde arabe - surtout emprunté des sciences et techniques aux Grecs, et qui était à l'âge d'or -, les manuscrits et cahiers illustrés de l'architecte français Villard de Honnecourt (XIIIe siècle) sont une source de connaissances fondamentales importantes pour l'histoire de l'architecture et des machines.

Le manuscrit contient de beaux dessins architecturaux de la cathédrale et quelques machines en état de marche, que Villard a réalisées au cours de ses voyages. Ces machines sont dessinées à l'aide de techniques de représentation en deux dimensions, parfois incompréhensibles car ces dessins ne respectent pas le principe de la perspective linéaire avec un point de fuite central et n'ont donc pas été théorisés. Il existe deux dessins de scies automatiques - dont l'un a été conçu

Chapitre 01 : l'état de l'art

pour fonctionner sous l'eau - et ils constituent la source la plus ancienne de cet appareil, qui était très courant au Moyen Âge et a également été signalé dans des ouvrages ultérieurs tels que les Papiers de Francesco di Giorgio. Et Léonard de Vinci.

Le seul système de levage possible pour les chantiers de construction rapporté par Villard est un vérin à vis, qui est certainement entraîné par la traction animale.

Si l'on considère que le tableau est dessiné à l'échelle, l'espace pour le carrousel ne peut être qu'à une hauteur inférieure à deux mètres.

Cela impliquerait que la machine ait une hauteur totale d'environ six mètres, avec une vis d'au moins quatre mètres de longueur. Il s'agit d'un témoignage iconographique exceptionnel d'une technologie – la vis dans les systèmes de levage – qui anticipe certaines solutions analogues que Brunelleschi introduisit sur le chantier de la coupole du Dôme de Florence. Francesco di Giorgio représente un élévateur à vis similaire à celui de Villard de Honnecourt, qui sert à soulever un marchepied à l'intérieur d'un colombier.

Chapitre 01 : l'état de l'art

2.1 La chèvre : [1]

Observons la figure 2, la chèvre est une simple structure amovible qui se constitue de pattes surnommée de hanches, poulies, cordes et treuil à main enroulement la corde.

La corde qui soulève le poids est passée à travers des poulies suspendues à l'intérieur, et le haut est enroulé autour du tambour du treuil à levier pour limiter son dur labeur. L'enroulement peut également être réalisé à l'aide d'un chariot ou d'une grue. Cela réduit l'effort nécessaire pour soulever la charge (Figure 2b). Le cliquet unidirectionnel empêche la charge d'inverser le sens de rotation du treuil.

Il existe différentes variantes de cette technique, comme le bouc à trois pattes constitué de deux longues hanches qui se rejoignent au sommet de la troisième patte (Fig. 2a). Le bouc haubané est composé de deux arêtiers longs et d'un dossier haubané sur le dossier porteur (Fig. 2b), l'extrémité verticale étant constituée d'une poutre verticale appuyée sur une potence et maintenue par des entretoises et positionnée au-dessus de l'horizontale poulie de support de poutre autorisée par le système à charger la charge.



Figure 2: Chèvres (a) tripode (b) à haubans avec palan.

L'utilisation des chèvres revient à l'antiquité mais leur structure en bois était insuffisante il est à suivre en complément des écrits descriptifs de romains et des grecs. Rappelons que les chèvres étaient utilisées pour les aqueducs romains.

Chapitre 01 : l'état de l'art

2.2 La grue à tympan : [1]

Une grue se distingue d'une chèvre par la présence du tympan, qui est une roue en bois dans laquelle un ou plusieurs personnes (ou animal) marche, permettent au treuil de se déplacer.

Système de levage semblable à une chèvre. Egalement connue sous le nom de roue porteuse en raison de la largeur pour maçonnerie.

On la trouve décrite dans le fief de Vauban utilisé pour puiser l'eau des puits de stockage au 17^{ème} siècle.



(a)



(b)

Figure 3: Grues médiévales reconstituées (a) sur le chantier médiéval de Guédelon (Bourgogne), (b) devant l'abbaye de Hambye (Normandie)

Un dispositif de sécurité, comme un cliquet, empêche l'inversion de rotation du tympan dans lesquels marchent hommes ou animaux. Un seul marcheur pouvait sans effort majeur soulever une charge de 180 kg sur 4 m, pouvait même soulever 500 kg en fonction des rayons du tambour du treuil et du tympan (l'effort à fournir = charge x rayon tambour/rayon tympan, sans tenir compte des frottements). Comme pour la chèvre, la charge soulevée peut être plus importante avec l'utilisation d'une moufle. Le tympan permet donc d'augmenter considérablement les charges levables par rapport à une chèvre, néanmoins le temps nécessaire au levage est plus long.

Chapitre 01 : l'état de l'art

2.3 La louve et la tenaille : [1]

Ils ont modifié les échafaudages avec le développement d'équipement de levage. La pierre, n'est pas le fini le stockage, la structure en bois devient une simple plate-forme de travail action d'escalader un mur.



Figure 4: Exemples d'échafaudages en bascule sur le chantier médiéval de Guédelon (Bourgogne)

3 Les machines de chantier à la renaissance : [2]

La 1^{ère} moitié du XVI est caractérisée par une renaissance culturelle qui a touché tous les domaines du savoir humain notamment l'ingénierie des machines et les techniques de travail. Durant cette période, les principaux traités de technologie antique que nous avons vus dans les pages précédents tels que Vitruve et Héron dans la bibliothèque des couvents ou emportés en Europe passant par les pays arabes. Les machines de chantier n'ont pas évolué bien à la centaine, elles sont toujours équivalentes à celles élaborées dans l'antiquité et perfectionnées au moyen âge.

En revanche, dans la technologie militaire la renaissance coïncide avec le perfectionnement des techniques de fusion des armes à feu et l'introduction des canons à charge par la gueule qui, réalisés en fusion, se sont révélés plus résistants et performants que les bombards médiévaux réalisés dans le fourneau ou fondus en plusieurs parties. A partir du début du XVI^e siècle, les armes à feu constituent le moteur du développement industriel et technico scientifique.

Le développement technologique de la renaissance fut important puisqu'il amena une requalification sociale et culturelle des techniciens qui à leur tour ont compilé et ont élaboré de traités sur les machines et les arts.

En se basant sur la tradition manuscrite qui a beaucoup aidé l'élargissement des frontières du débat technologique.

Chapitre 01 : l'état de l'art

4 Les avancées de la révolution industrielle : [1]

Le XIXe siècle voit l'émergence de nouvelles sources d'énergie (charbon et machines à vapeur puis pétrole et électricité) puis le développement de l'aciérie permet de nouvelles méthodes de construction, l'utilisation de nouveaux matériaux. Toutes ces révolutions ont permis une grande évolution des engins de levage.

En effet, l'utilisation de nouveaux moyens de conversion d'énergie permet le déplacement de charges plus importantes. Au début du XIXe siècle la machine à vapeur permet de remplacer le travail humain ou animal pour soulever des charges, A partir du milieu du XIXe siècle, les systèmes hydrauliques font leur apparition et permettent d'améliorer encore le maniement des systèmes de levage. L'utilisation des premiers moteurs électriques sur des grues fera son apparition à la fin du XIXe siècle.

Les matériaux métalliques sont préférés au bois, ce qui permet des plus résistants. La fonte remplace naturellement le bois dans la production levage. Ce n'est que plus tard que la fabrication de l'acier pourra être entièrement maîtrisée pour atteindre dispositif de levage pour ce matériel.

4.1 Le derrick : [1]

Derrick est le premier équipement de levage utilisant une machine à vapeur et des matériaux Le métal est dans leurs conceptions. Ils consistent généralement en un mat vertical sur lequel Articulé, près de la base, flèche. La flèche peut être inclinée ou relevée à l'aide d'un treuil Mécanique, propulsé par une machine à vapeur. L'extrémité de la flèche est équipée de poulies l'élingue est passée à travers l'élingue, elle-même entraînée par un treuil à vapeur.

Un derrick pouvait développer une puissance de 5KW pour lever une charge de 20 tonnes et faisait une hauteur de 20m.



Figure 5: Derricks à vapeur, Melbourne, et monté sur un navire, New-York 1920,

Chapitre 01 : l'état de l'art

4.2 La grue : [1]

Les grues désignent les engins de levage mobiles en ce moment, sur rails, sur voie, sur pneus ou sur le porche. Les premières grues seront alimentées à la vapeur (Figure 6). L'appareil de levage porté par le châssis tournant lui-même, reposant sur un châssis support fourni avec le système fluidité.

Les premières grues à vapeur pouvaient développer une puissance de 5KW pour une charge de 20 Tonnes à hauteur de 10 m.



Figure 6: Grues à vapeur sur rail, Summerlee Heritage Park et sur chenilles,

5 De nos jours : [1]

Le 20^{ème} siècle a vu le développement de solutions de levage performantes. Peu de développement Matériaux autres que la transition de la fonte à l'acier, plus disponibles plus léger et plus durable.

Le principal changement est l'énergie, ou deux sources sont principalement utilisées pour outil de levage. L'électricité est utilisée tant qu'elle peut être raccordée au réseau, et quand l'autonomie est requise, le plus courant est l'énergie thermique privilégié. Ajoutons que l'énergie hydraulique produite par les deux premiers peut être utilisée pour cric ou treuil.

5.1 Grue à tour : [1]

Les grues à tour peuvent soulever des objets lourds en hauteur. Ils consistent en un mat (ou tour) auquel sont attachées des flèches. Cette charge est soulevée par le câble, qui est enroulé autour du treuil et passé à travers la poulie. Le dernier est à hauteur du chariot, ce dernier peut être déplacé le long de la flèche.

Chapitre 01 : l'état de l'art

Les grues à tour peuvent avoir un contrepoids installé dans le bras de contrepoids pour équilibrer le poids flèches et leurs charges. La bôme est orientée par rapport au mat au moyen d'un pivot situé sous le cockpit.

5.2 Grue mobile : [1]

Plus maniable que les grues à tour ; les grues mobiles peuvent être mises en place très rapidement sur le chantier. Bien que les grues mobiles standard soient limitées par la portée et les charges ils peuvent être soulevés et ils sont largement utilisés sur les chantiers car ils polyvalence.

Les grues mobiles sont constituées d'un porteur (à roues, sur chenilles) permettant déplacement de la grue, ainsi qu'une flèche relevable et télescopique générale, qui permet levage.

Notez qu'il est important de vérifier le sol sur lequel la grue placera les stabilisateurs. Les grues mobiles peuvent être utilisées comme alternative aux petites grues à tour de chantier et sont généralement utilisées pour ériger des GME (Figure 7). Il est également possible que la configuration sur site ne permette pas l'installation d'une grue à tour, ce qui oblige parfois à recourir à une grue mobile.

Une grue mobile classique a une puissance de 120 KW et peut lever des charges jusqu'à 100 tonnes à une hauteur de 30 m.



Figure 7 : Montage d'une GME à l'aide d'une grue mobile

5.3 Levage aéroporté : [1]

Dans certains endroits, des hélicoptères sont utilisés pour permettre la construction dans la zone conditions sensibles ou difficiles, telles que la province du Zhejiang en 2018 (Figure 8) ou plus généralement, dans les zones difficiles d'accès (en notamment les stations de sports d'hiver).

Chapitre 01 : l'état de l'art



Figure 8 : Hélicoptages pour le montage de grues dans des lieux difficiles d'accès

5.4 Quelques records : [1]

La plus grande grue mobile actuelle a une puissance de 270 KW et peut soulever 1200 tonnes. Il s'agit du LTM 11200-9.1 de Liebherr (20). Sa flèche télescopique mesure 100m, la hauteur de levage maximale est de 188m et la distance de travail maximale est de 136m.



Figure 9 : Grue mobile LTM 11200-9.1 Liebherr



Figure 10 : Grue SGC -140 Sarrens, source

Chapitre 01 : l'état de l'art

6 Et demain ? : [1]

Après des siècles de développement, les engins de levage semblent avoir atteint des sommets inégalés. La compétition en hauteur ne nécessite plus d'augmenter la hauteur de l'engin de levage car il s'accroche à la structure en construction. L'évolution se produit des efforts sont désormais faites pour économiser la consommation de matière et d'électricité afin de limiter l'empreinte écologique des engins de levage (piles du viaduc de Millau, tours de grande hauteur...).

Conclusion :

Après avoir étalé l'aperçu historique, nous passons maintenant à la description de la potence et sa conception.

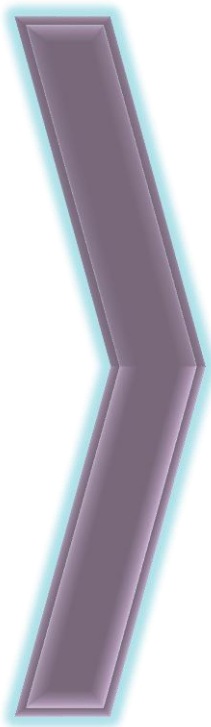
2^{ème} Chapitre

Conception de la potence de levage rotative

Introduction

- I. Définition
- II. Description et fonctionnement
- III. Mise en situation
- IV. Schéma mise en situation
- V. Schéma technologique
- VI. Montage
- VII. L'inspection d'une potence
- VIII. Avantages
- IX. Définition de logiciel
SolidWorks
- X. Dessin d'ensemble
- XI. Dessin de définition

Conclusion



Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

Introduction :

Dans ce chapitre nous définirons la potence et son principe de fonctionnement, après nous présentons la conception qui a été réalisée avec le logiciel SolidWorks, qui nous permettra de faire les calculs.

1 Définition : [3]

La potence de levage est une construction métallique, utilisée dans la manutention. On la retrouve dans les ateliers, les grandes industries et sur les chantiers. Afin d'assurer la sécurité des utilisateurs, elle doit être conçue en respectant les normes en vigueur et les règles de la **FEM (Fédération Européenne de la Manutention)**.



Figure 11 : potence de levage rotative

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

2 Les composantes : [4]

Les principales composantes d'une potence sont :

- Le rail du palan, qui supporte des roues (galets) permettant les mouvements de translation.
- Le treuil, qui est muni d'un accessoire d'accrochage servant à lever et à descendre les charges.
- Le chariot, qui est surmonté d'un engin de levage (treuil) pouvant se déplacer par une poussée manuelle ou être motorisé.
- La moufle qui est un assemblage de poulies.
- Le crochet qui doit être muni d'un linguet de sécurité.
- Le mode de commande des palans motorisés, qui est une boîte de contrôle pendante fixée au moteur.
- Les butées qui sont fixées aux extrémités du chariot et du rail.

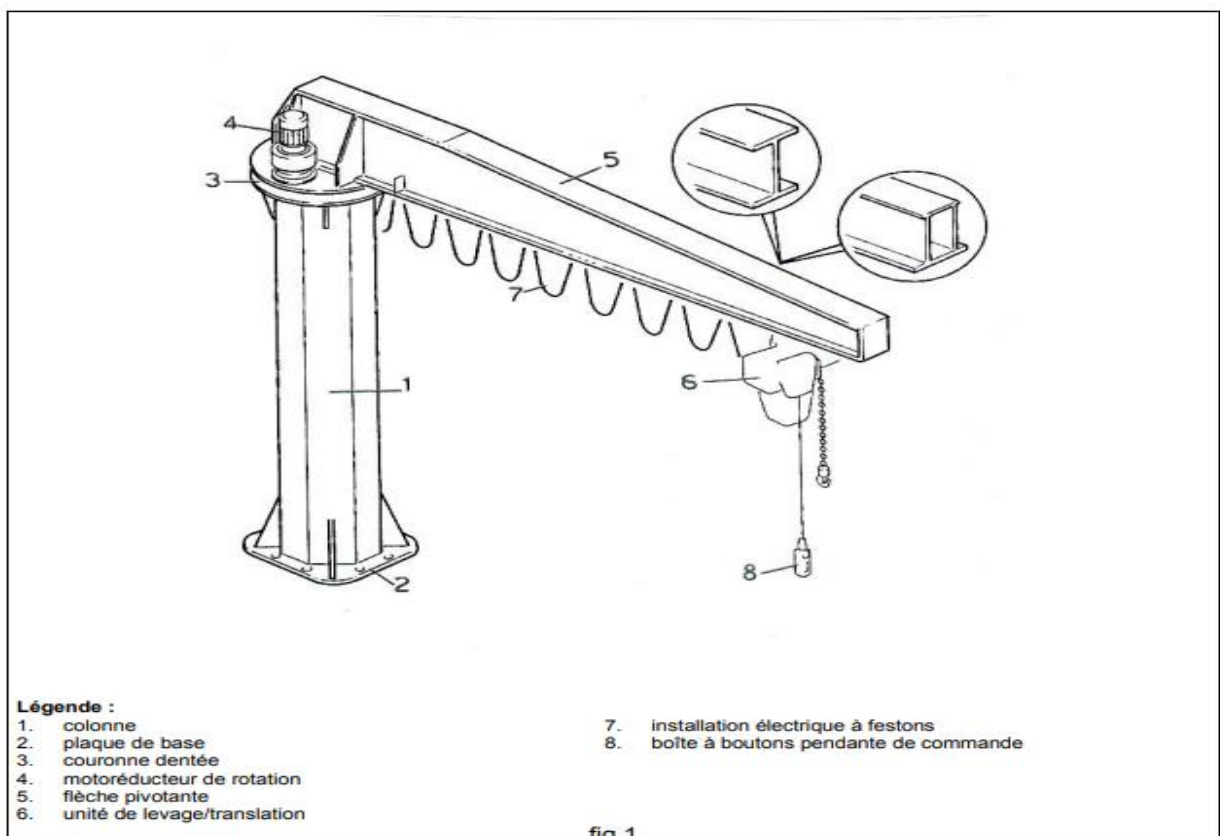


Figure 12 : les composantes d'une potence de levage

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

3 Description de fonctionnement : [5]

Les potences à rotation dans les versions à colonne, sont réalisées pour manutentionner dans une zone délimitée.

Les potences répondent à trois fonctions :

1-La translation : de la charge dans l'espace à l'aide du chariot porte palan, qui se déplace le long de l'axe du bras de la potence.

2- La rotation : de la charge dans l'espace autour de l'axe de rotation du bras par une action de poussée sur la charge électriquement par un motoréducteur. Elle peut ainsi desservir toute la surface circulaire sous-jacente.

3- Le levage : vertical de la charge dans l'espace par le crochet de l'appareil de levage.

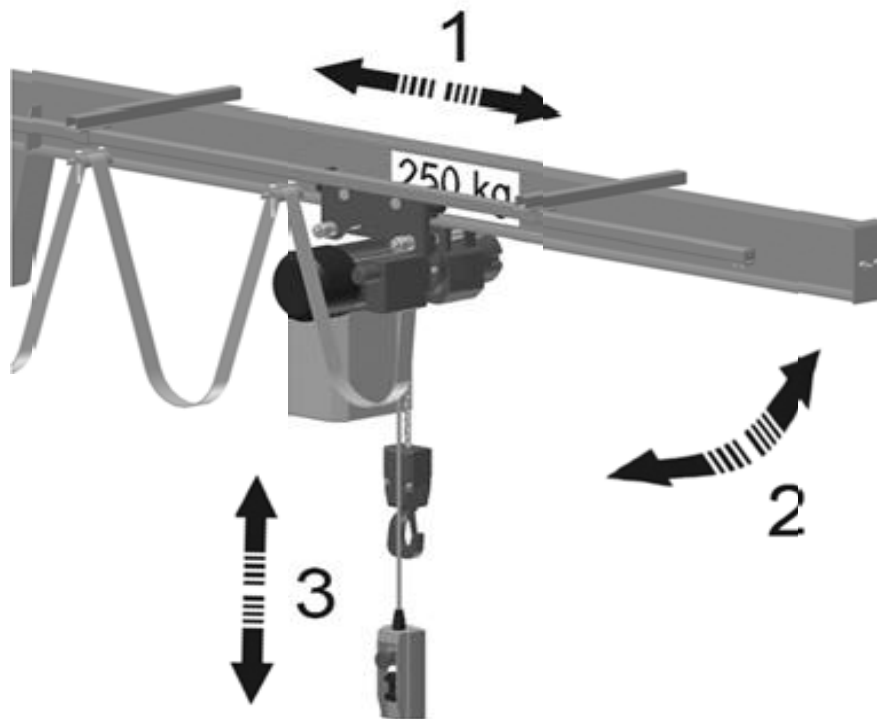


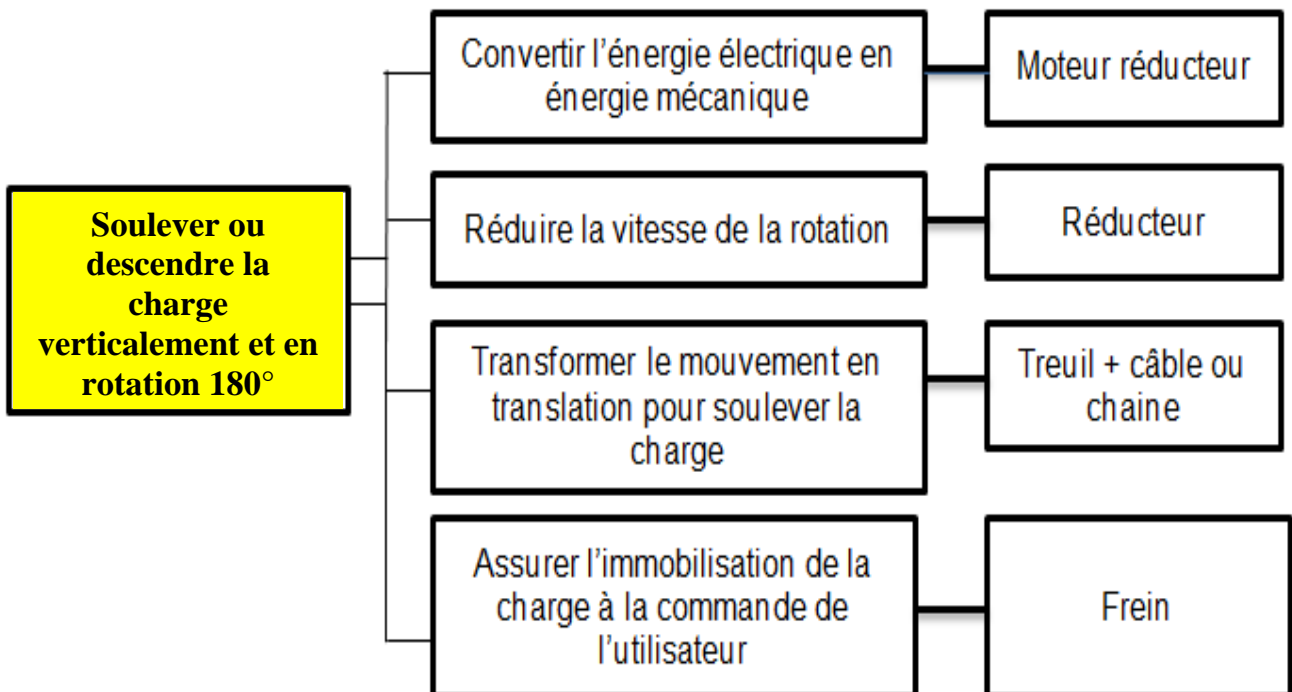
Figure 13 : les principaux mouvements d'une potence

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

4 Mise en situation :

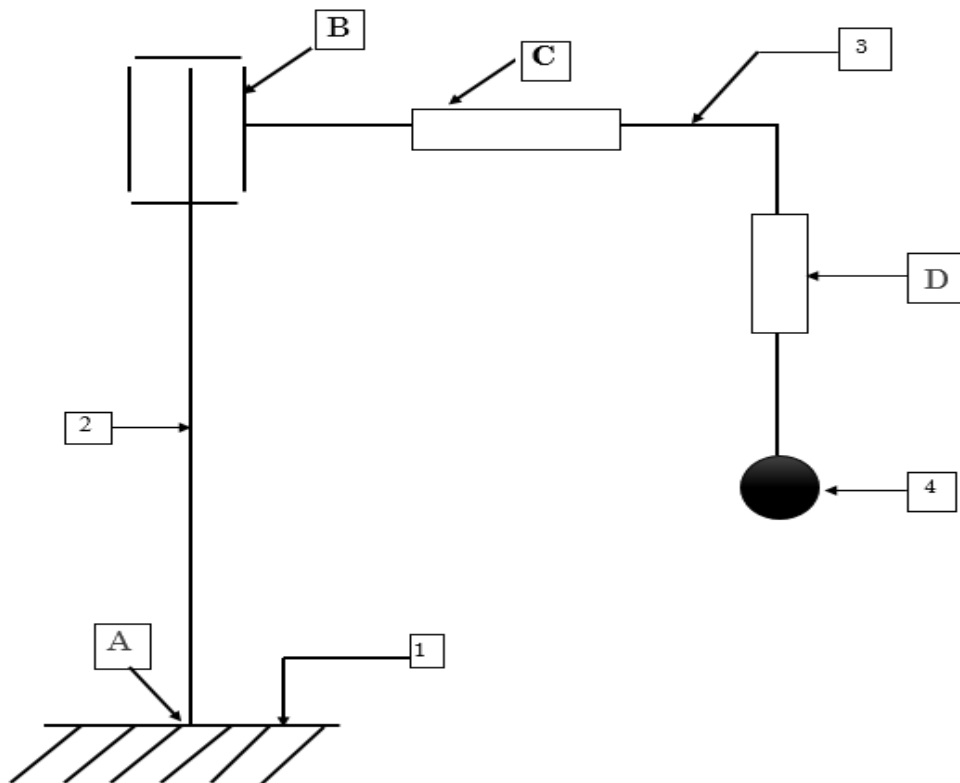
La potence représentée ci-dessus à échelle réduite est utilisée dans les ateliers pour la manutention des charges. Elle se compose d'une flèche articulée sur deux supports encastrés sur une colonne. La flèche est réalisée à partir d'un profilé IPE soudé sur un caisson. Le levage et la translation de la charge sont assurés par le palan.

5 Schéma mise en situation :



Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

6 Schéma cinématique :



Réf	Désignation
1	Plaque d'encrage
2	Poteau
3	Barre porteuse
4	Charge
A	Liaison encastrement
B	Liaison pivot
C	Liaison glissière
D	Liaison glissière

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

7 Montage : [6]

Le montage dépend des conditions locales et doit s'y adapter. La potence doit être montée de manière à ce qu'aucune torsion n'apparaisse. Tenir compte des consignes d'utilisation pour potences. Une butée d'arrêt est montée à l'extrémité de la potence.

- Dresser le fût (1) et le placer dans sa bonne position.
- L'écart entre la surface de la fondation (2) et la plaque de support de potence (3) doit être de 50 mm.
- Monter l'axe de la potence (4).
- Aligner le fût (1) en posant le niveau à bulle contre l'axe (4), puis ajuster et fixer le fût (1) avec les écrous (5).
- Faire couler du mortier de la catégorie III dans l'écart entre la fondation (2) et la plaque (3).
- Pour monter la potence (6), extraire l'axe (4).
- Insérer la potence (6) dans les éclisses du fût.
- Remonter l'axe (4).
- Vérifier le serrage des vis.

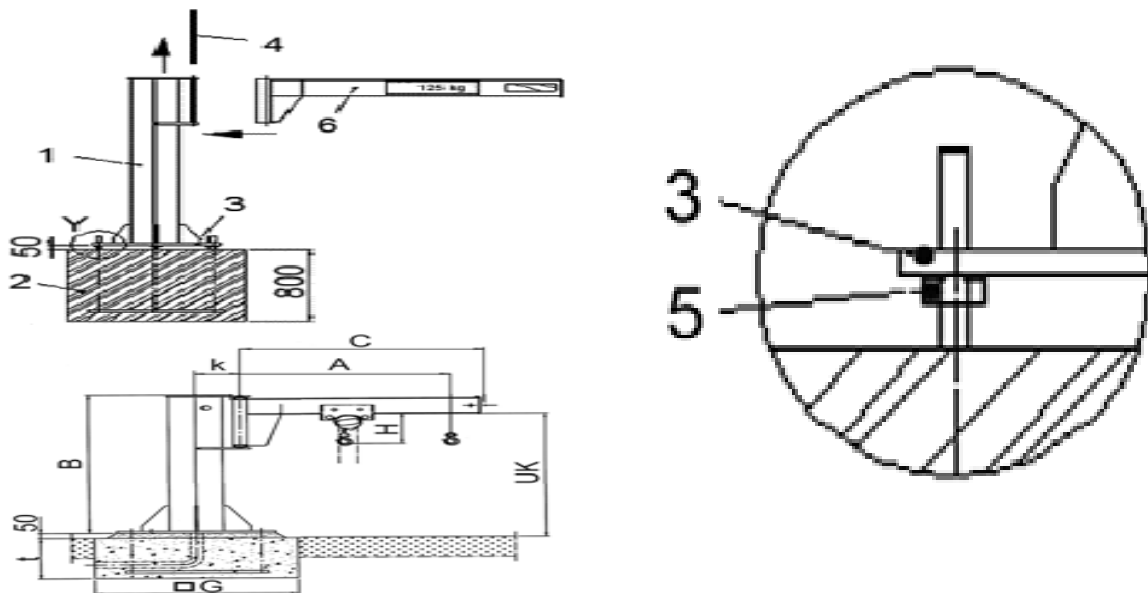


Figure 14 : Montage d'une potence

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

8 L'inspection d'une potence : [7]

On doit vérifier périodiquement le bon état du palan et consigner dans un registre toutes les anomalies constatées.

Les principaux éléments à vérifier lors de l'inspection visuelle sont :

- La boîte de contrôle : état de la boîte, boutons en bon état, propreté et identification claire des fonctions.
- Le linguet de sécurité du crochet
- Le câble ou les chaînes de levage ; repérer des fils ou des torons cassés, aplatis, un rétrécissement ou une déformation du câble.
- Les fuites d'huile pouvant provenir des composantes mécaniques.
- Les fuites d'air pouvant provenir du système pneumatique
- Le dévidoir et le crochet ; rechercher les signes d'usure, de déformation ou de corrosion.
- Les accessoires de levage et d'accrochage tels que les élingues, les crochets, les manilles etc.
- La mise à niveau du bras du palan : pour éviter le balancement imprévu de la potence sur son axe.
- Les boulons et les écrous : rechercher les signes d'usure, de déformations...etc.

Les principaux éléments à vérifier lors des essais techniques sont : [7]

- Le bouton d'arrêt d'urgence
- L'avertisseur sonore
- Les mouvements du palan
- Les freins du palan
- L'interrupteur de fin de course de levage
- Les bruits inhabituels : grincements, vibrations, excessive, etc.
- L'absence de secousses pendant les déplacements.

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

9 **Avantage :** [8]

- Une solution optimale lorsque l'espace disponible doit être utilisé très efficacement
- Polyvalence et simplicité
- Rend les lieux de travail plus ergonomiques et plus productifs
- S'utilise avec un palan électrique ou manuel à chaîne, différents équilibreurs, dispositifs de levage
- Peut permettre notamment de soulever une machine de soudage

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

10 Définition de logiciel SolidWorks : [9]

Pour faire la conception de la potence, nous avons utilisé le logiciel de conception assisté par ordinateur SolidWorks.

SolidWorks est un logiciel de conception assistée par ordinateur, appartenant à la société Dassault Systèmes. Il utilise le principe de conception paramétrique et génère trois types de fichiers qui sont liés : la pièce, l'assemblage, et la mise en plan. Ainsi toute modification sur un de ces trois fichiers sera répercutée sur les deux autres.

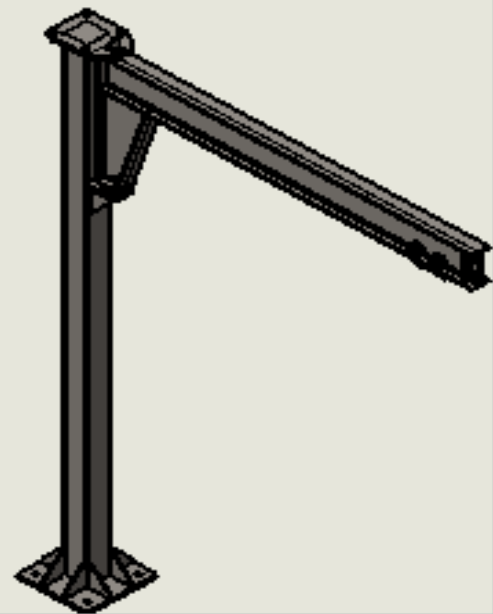
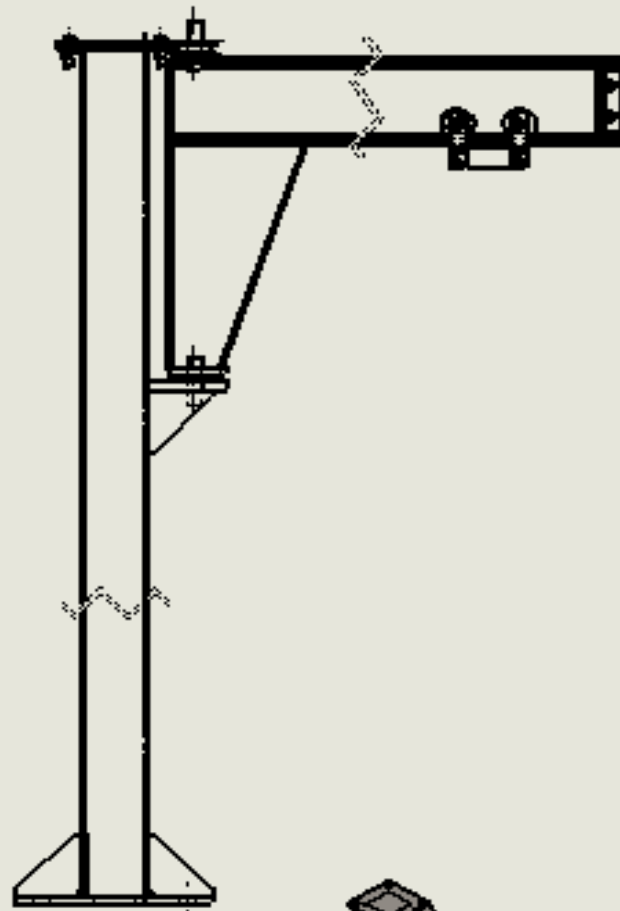
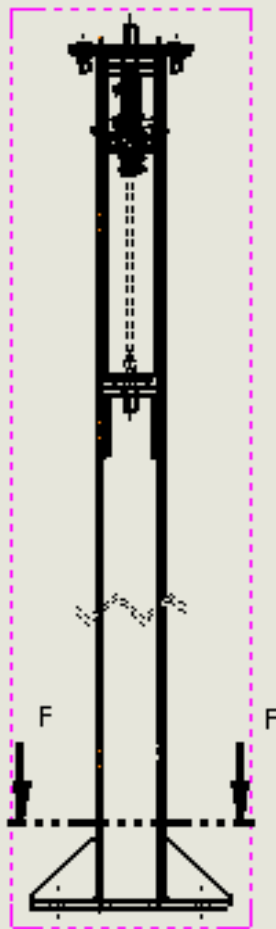
SolidWorks permet de réaliser de la modélisation 2D et 3D, ce logiciel de CAO est réputé pour sa simplicité d'utilisation et se veut intuitif.

Le logiciel SolidWorks permet de :


- Concevoir des objets en 3D de manière très précise.
- Développer des produits
- Vérifier la conception de votre fichier
- Détenir une bibliothèque de vos fichiers 3D
- Mettre en place des mises en plan 2D
- Créer des images et animations de vos objets 3D
- Estimer le coût de la fabrication de vos objets 3D

11 Dessin d'ensemble

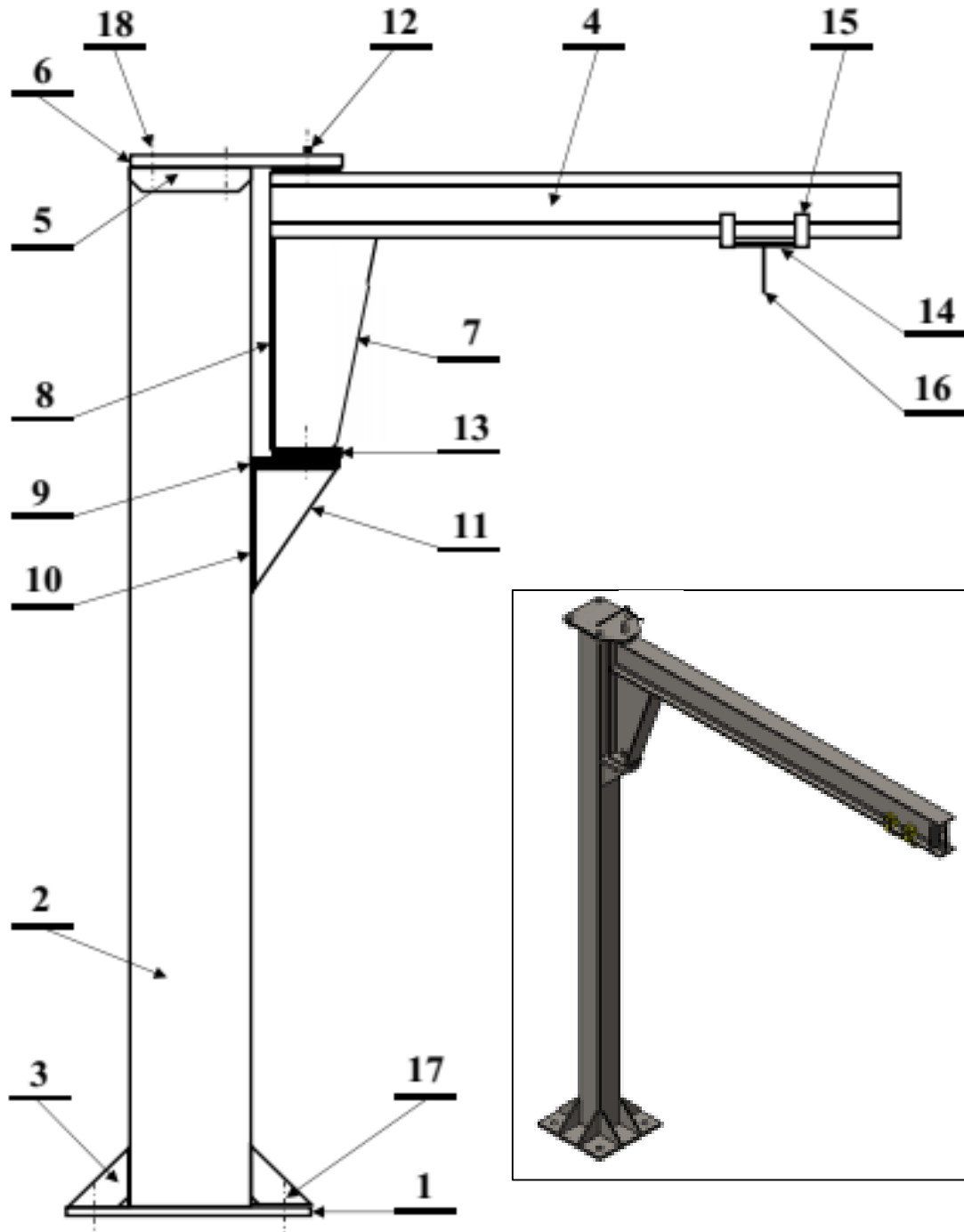
Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



Vue suivant F-F
ECHELLE 1 : 10

<p>ECHELLE:1:10</p> 	<p>Université de Tlemcen-Faculté de technologie</p>	<p>GM . Assemblage soudé . M2</p>
<p>A4</p>	<p>Potence de levage rotative</p>	<p>BOUDJEMA.N</p>
<p>Qte:01</p>		<p>28/06/2022</p>

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



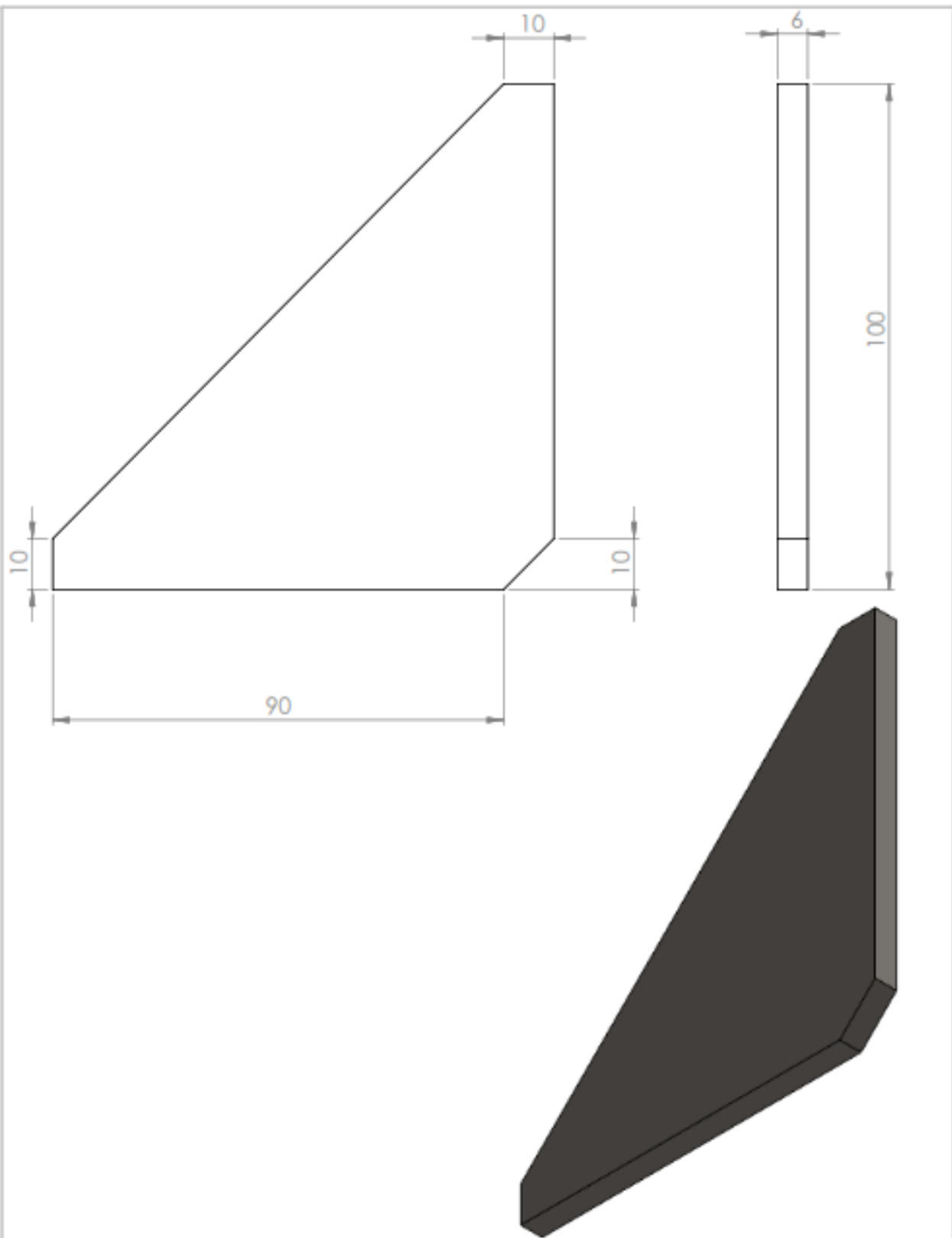
ECHELLE:1:20		Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM - Assemblage soudé .M2
		Potence de levage	BOUDJEMA. Narimen
A4	N :		23/06/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

11.1 Nomenclature

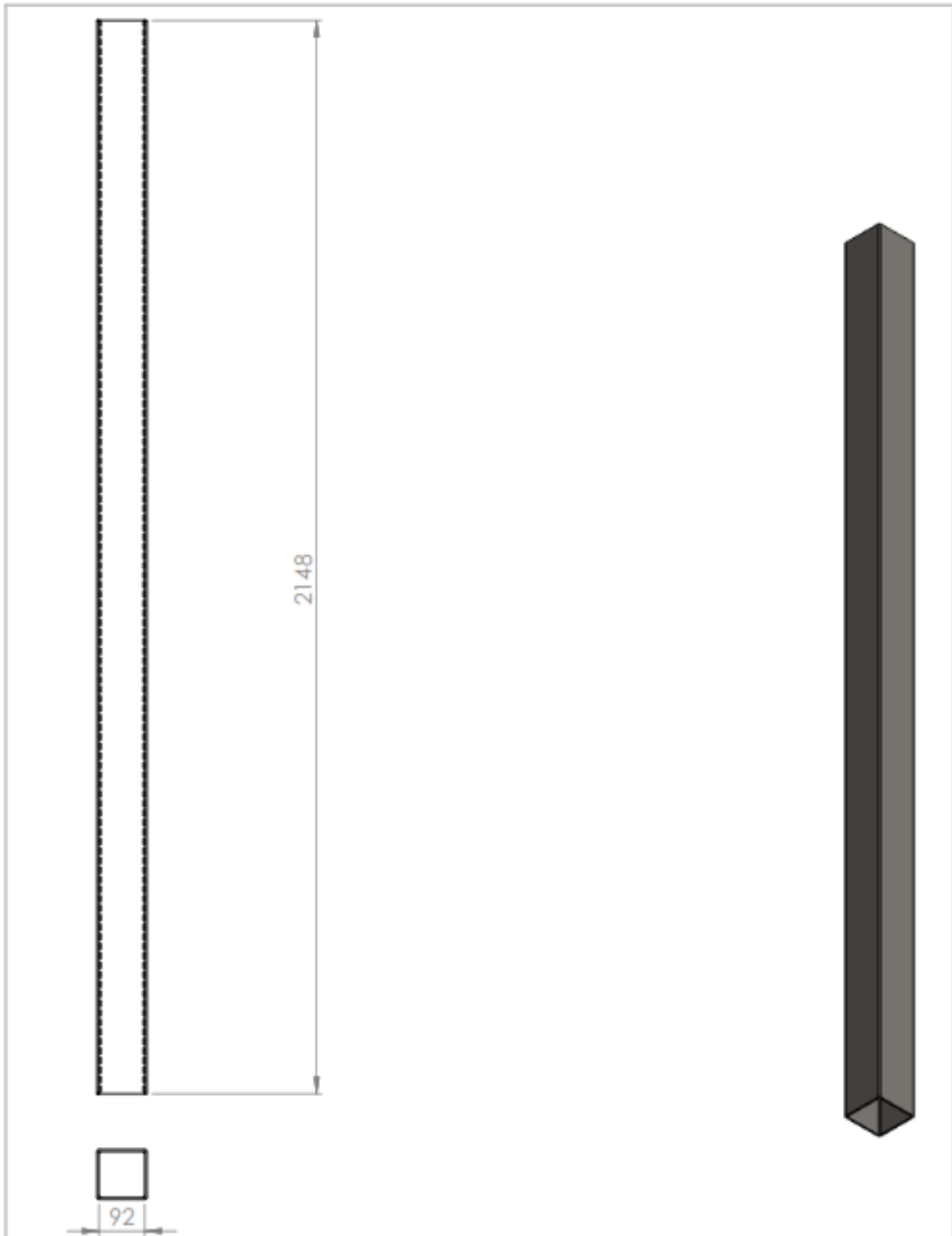
20	04	Boulon HM 12-60-40	C40	Commerce
19	04	Boulon HM 12-40-30	C40	Commerce
18	04	Boulon HM 12-30-22	C40	Commerce
17	04	Support inférieur (tôle 120x100x15 mm)	C50	
16	01	Crochet pour charge	C50	
15	04	Galet	C80	
14	01	Tôle	C50	
13	02	Rondelle	caoutchouc	Commerce
12	01	Axe d'articulation (rond 20 mm x80)	C50	
11	02	Support (tôle 190x100x6 mm)	S275	
10	01	Tôle (500x73x6 mm)	C50	
9	01	Platine (tôle 300x300x12 mm)	C50	
8	01	Flasque (tôle 386x73x6 mm)	S275	
7	02	Support (tôle 365x200x6 mm)	S275	
6	01	Support supérieur (tôle 250x186x6 mm)	C50	
5	02	Equerre (cornière 40x40x100)	S275	
4	01	Poutre IPE	C50	Profilé
3	08	Gousset	C50	
2	01	Colonne (Tube carré 100x100x2148)	S275	Profilé
1	01	Plaque d'encrage	C50	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations

12 Dessin de définition



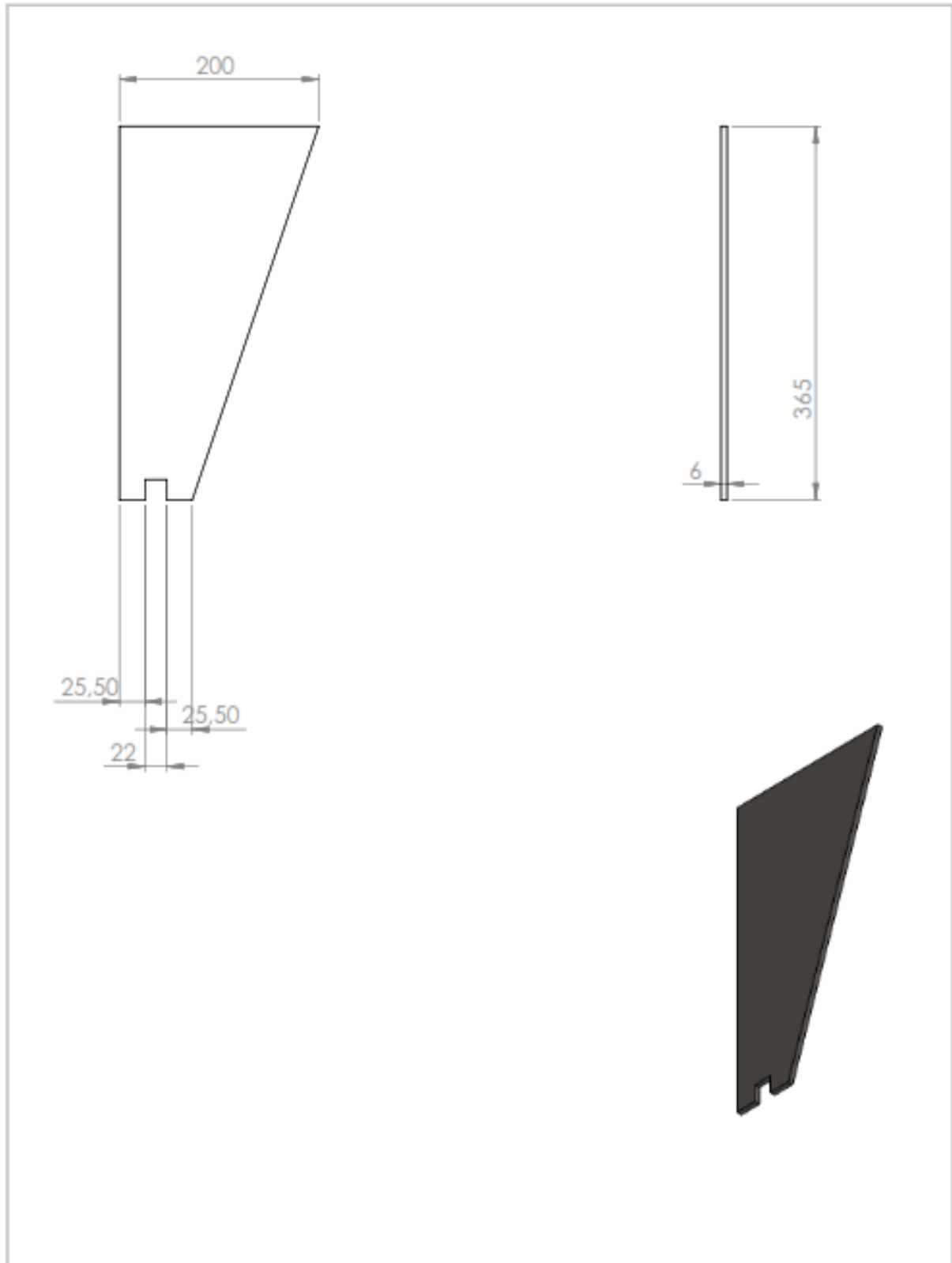
ECHELLE:1:1		Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé . M2
			BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:10	Gousset	24/05/2022


Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



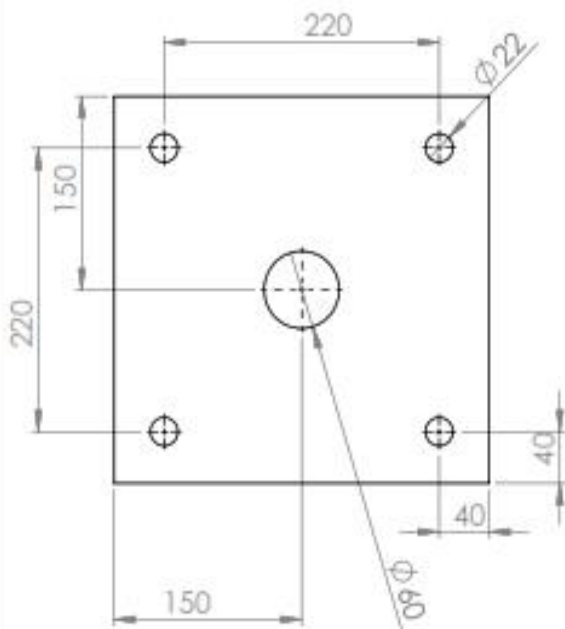
ECHELLE:1:10		Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
		Tube carré 100x100x4 mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:01		24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



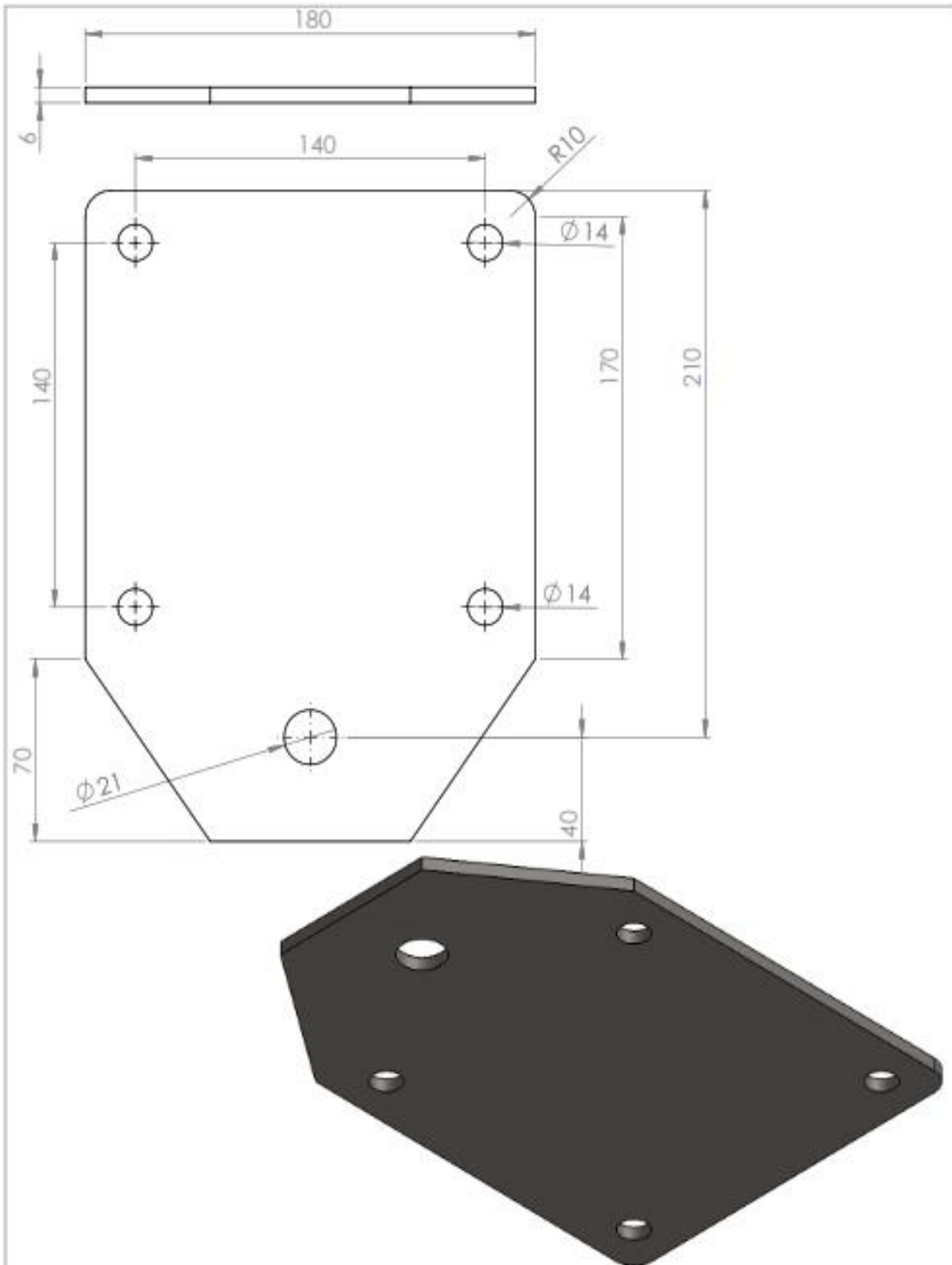
ECHELLE:1:5		Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
		Tole 365x200x6 mm	BOUDJEMA. Narimene
A4	Qte: 01		24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



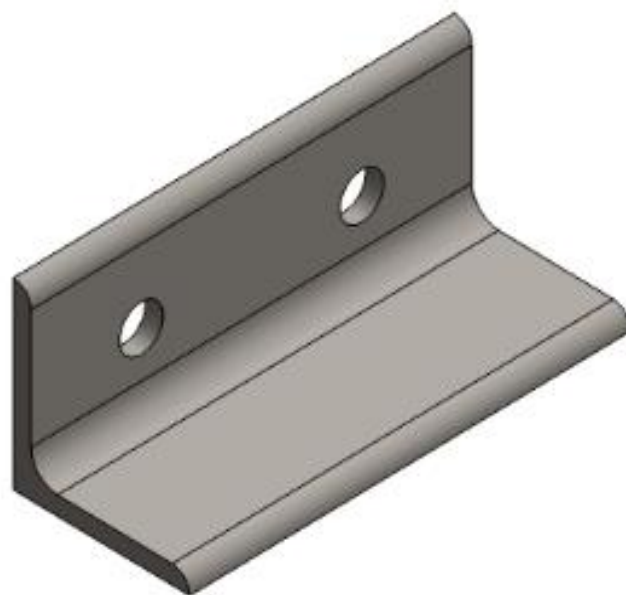
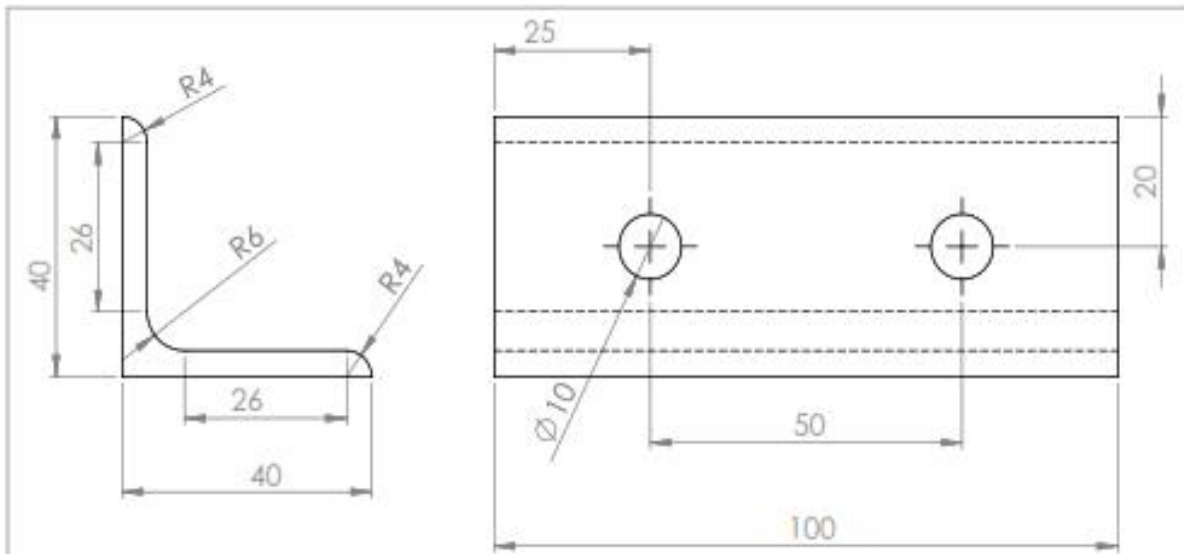
ECHELLE:1:5	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé . M2
	Platine 300x300x12 mm	BOUDJEMA. Narimene
A4	Qte: 01	24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



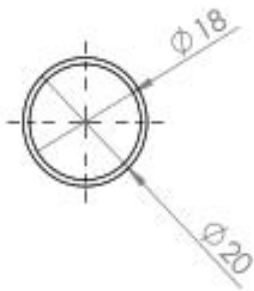
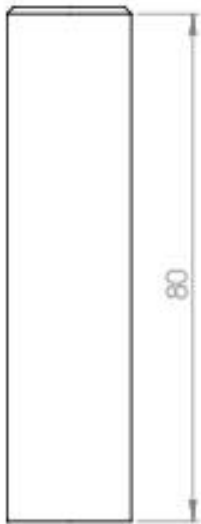
ECHELLE:1:2	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé . M2
	Tôle 250x186x6 mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte: 01	24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



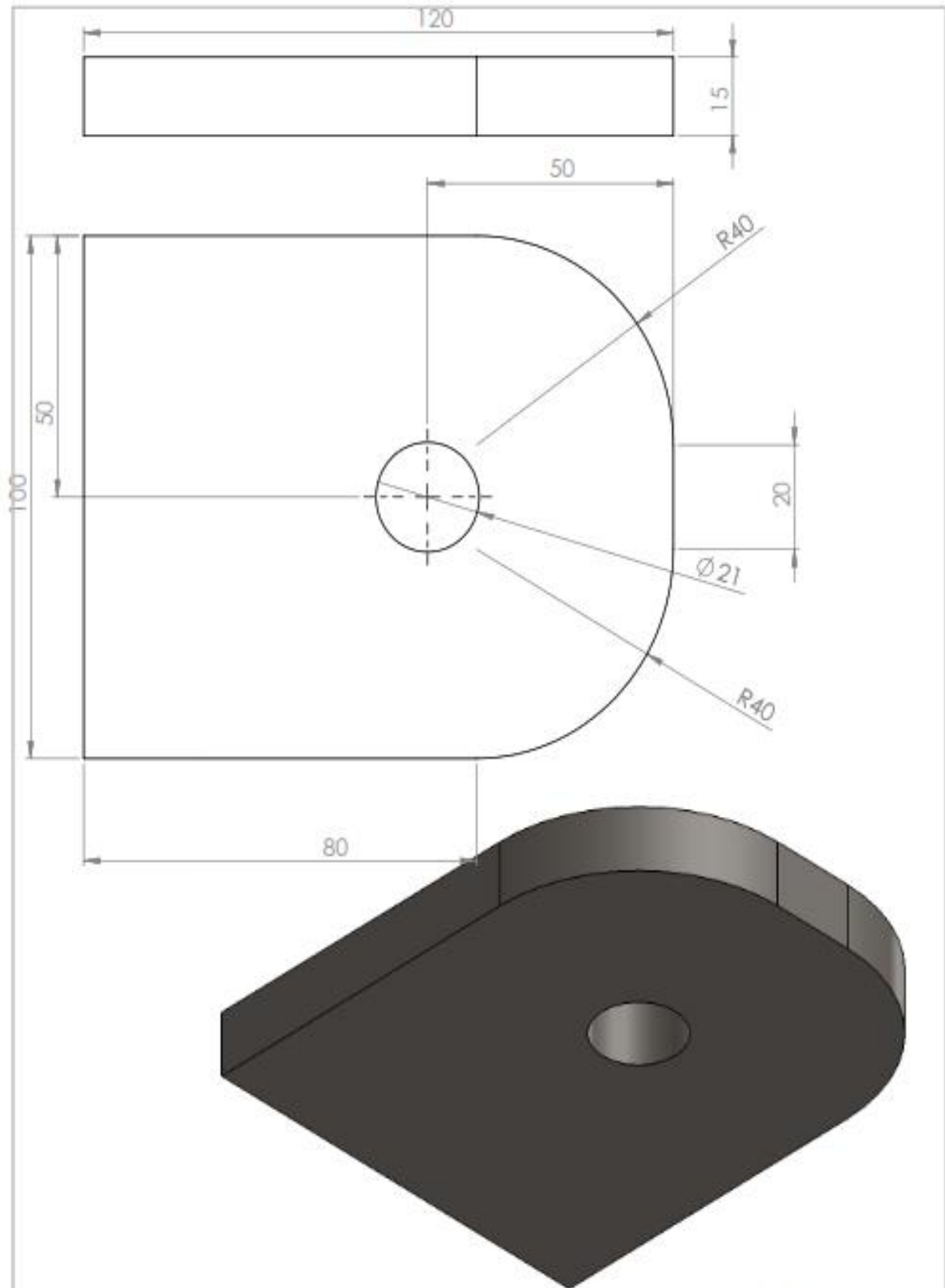
ECHELLE:1:1	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
	Cornière 40x40x4 long 100 mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:2	24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



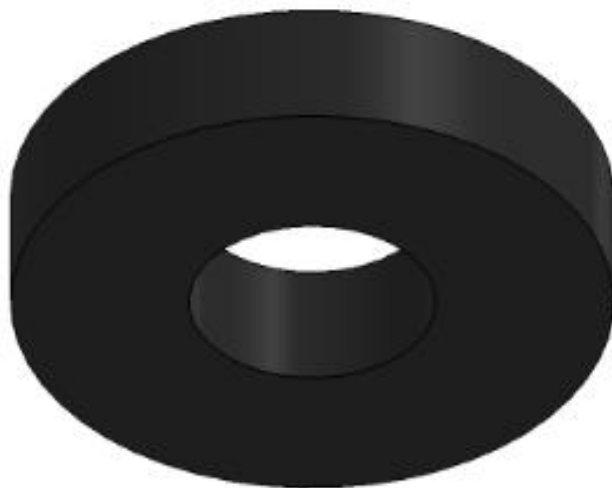
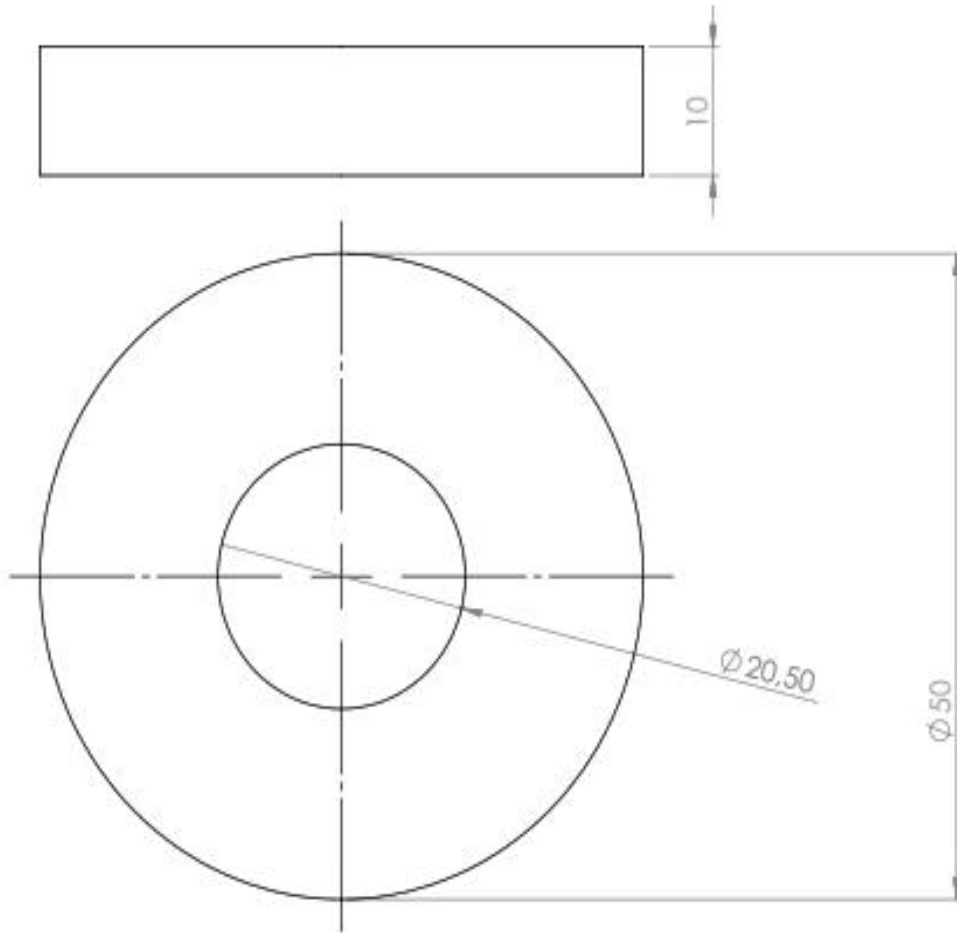
ECHELLE:1:1	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
	Axe D=20mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:02	24/05/2022


Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



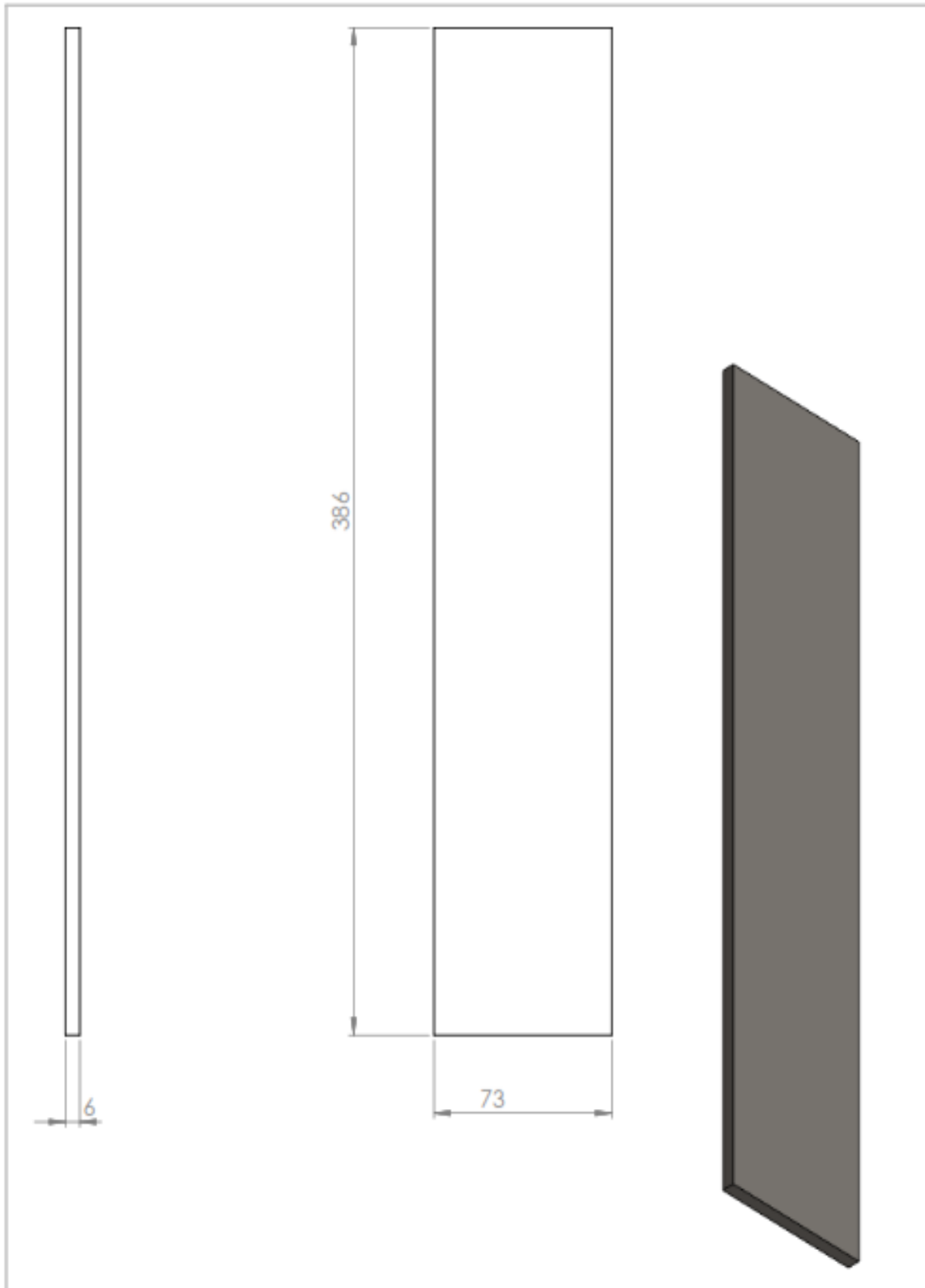
ECHELLE:1:1		Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
		Toile	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:01		24/05/2022


Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



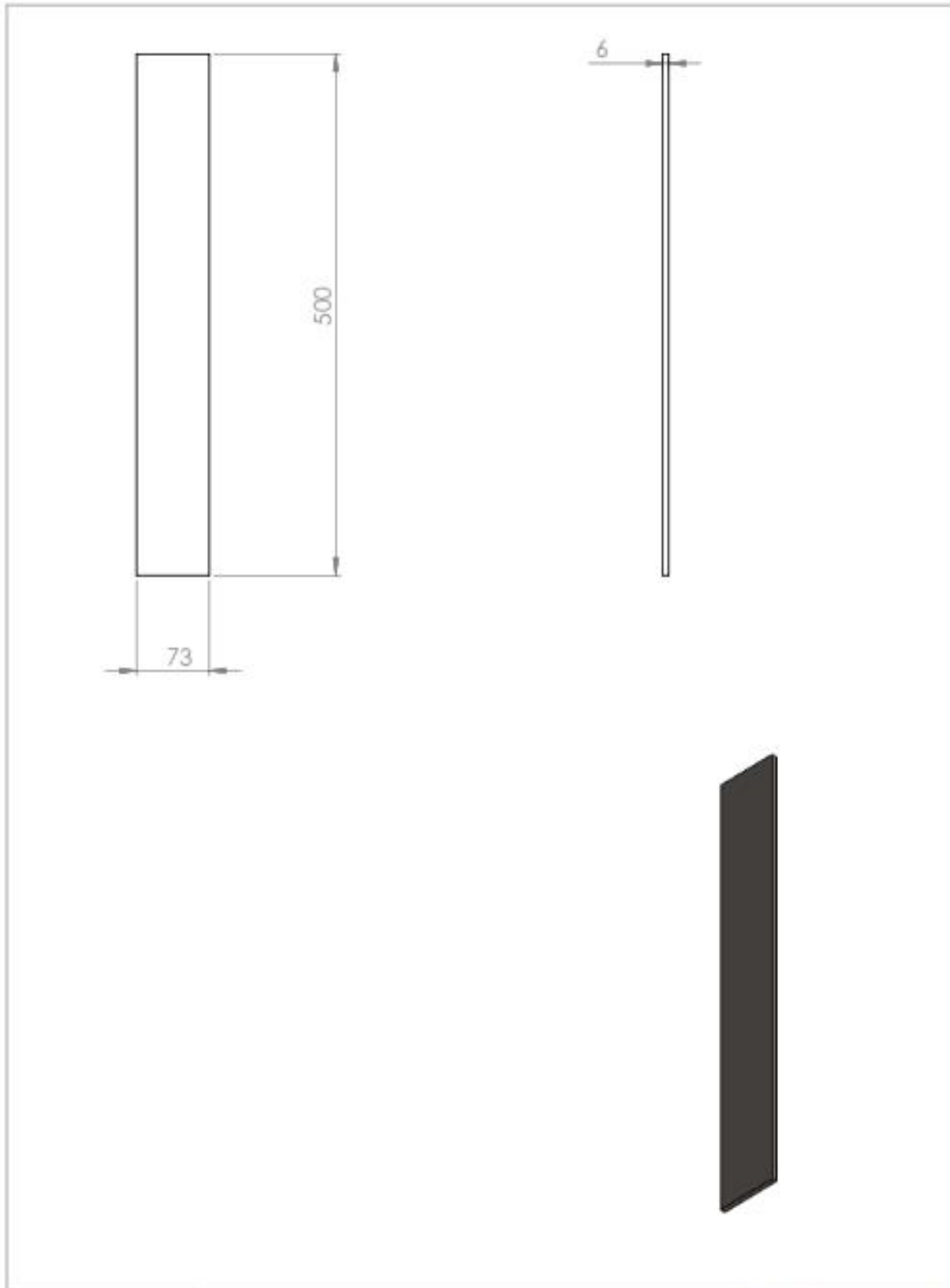
ECHELLE:1:1	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
	rondelle en plastique	BOUDJEMA Narimene
A4		Qte: 02

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



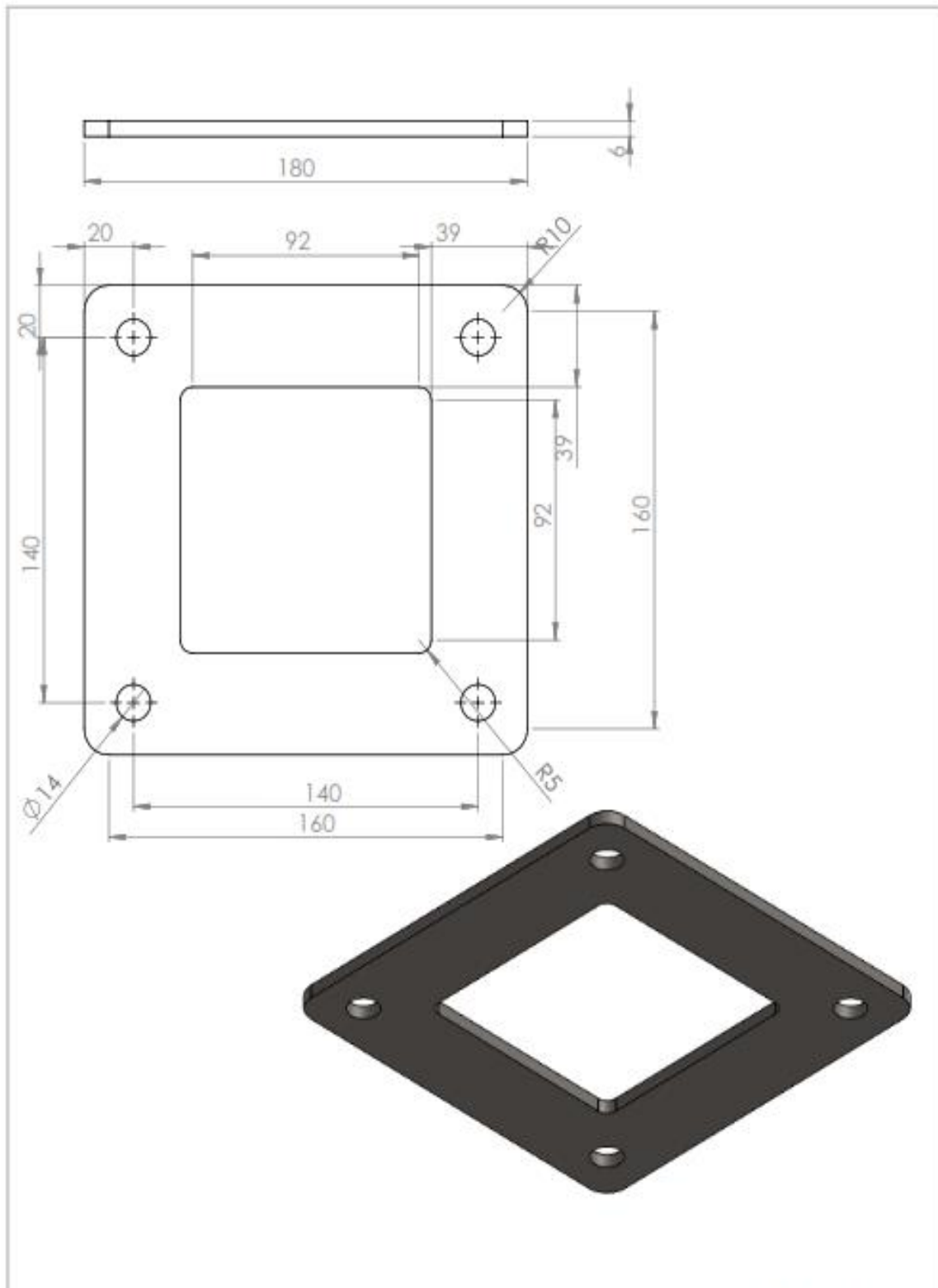
ECHELLE:1:2	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
	Tole 386x73x6 mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:01	24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



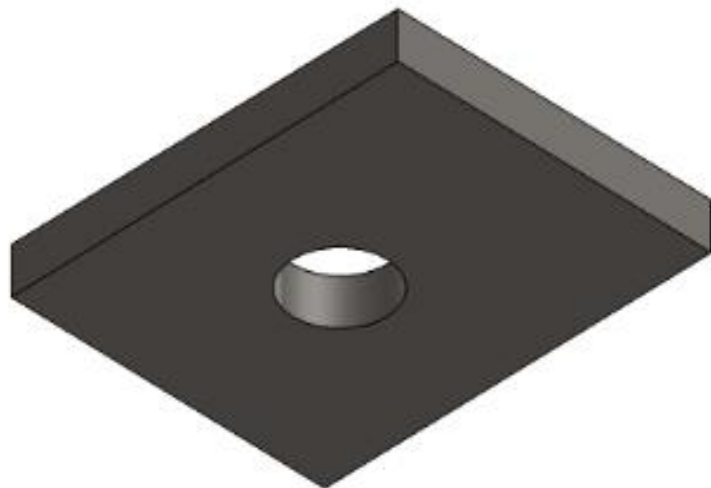
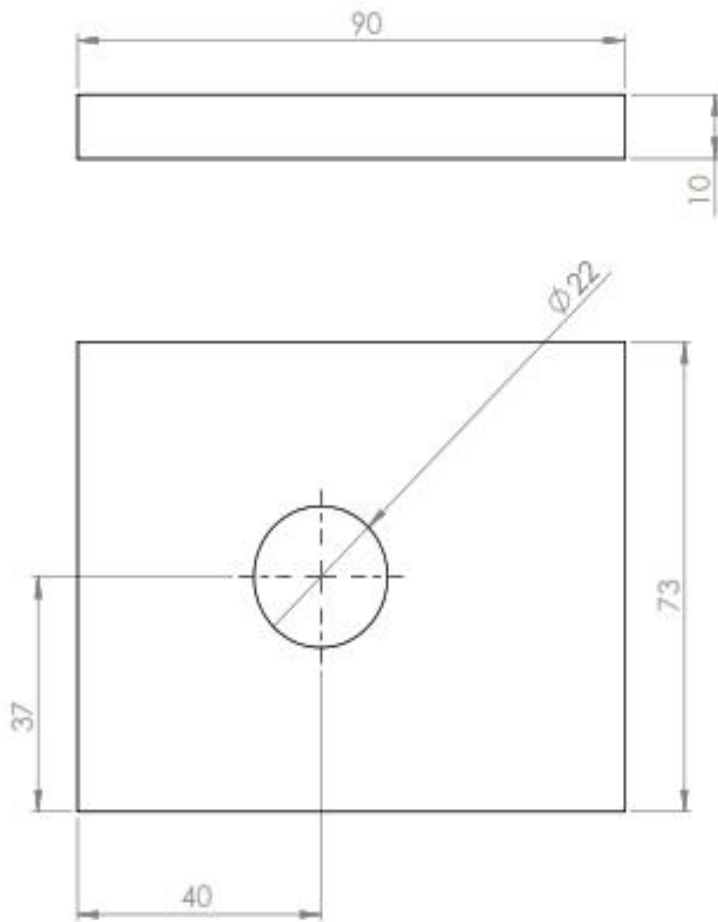
ECHELLE:1:5	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé . M2
	Tole 500x73x6 mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:01	24/05/2022


Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



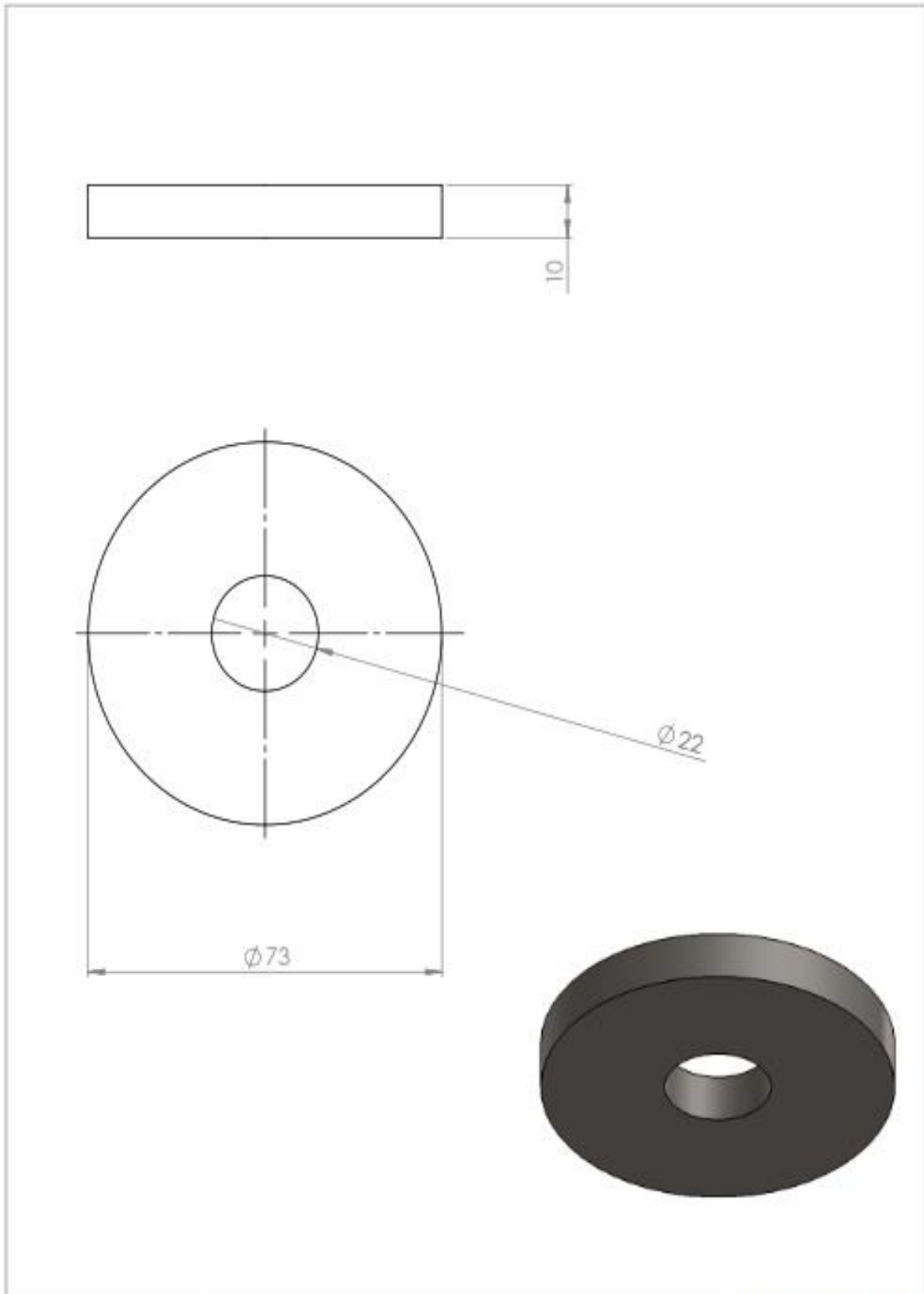
<p>ECHELLE:1:1</p>	<p>Université de Tlemcen-Faculté de technologie</p>	<p>GM . Assemblage soudé . M2</p>
<p>A4</p>	<p>Platine 180x180x6 mm</p>	<p>BOUDJEMA Narimene</p>
<p>Qte:01</p>		<p>24/05/2022</p>

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



ECHELLE:1:1	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé . M2
	Tole 93x73x10 mm	BOUDJEMA Narimene
A4	Qte:01	24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative



ECHELLE:1:1	Université de Tlemcen-Faculté de technologie	GM . Assemblage soudé .M2
	Rondelle	BOUDJEMA.N
A4	Qty:01	24/05/2022

Chapitre 02 : Conception de la potence de levage rotative

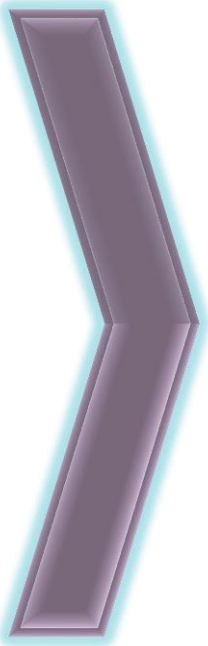
Conclusion :

Cette partie nous a permis de concevoir les différentes formes et dimensions des pièces à réaliser, ainsi que le dessin d'ensemble et de mettre en évidence le positionnement de notre potence par rapport à l'atelier.

3^{ème} Chapitre

Etude de la potence de levage

Introduction

- 
- I. Généralité
 - II. Assemblage par boulon ordinaire
 - III. Assemblage par boulon précontraint
 - IV. Assemblage soudé
 - V. Procédé de soudage
 - VI. Assemblage de bases de poteau articulé
 - VII. Tige d'encrage
 - VIII. Etude de la barre porteuse
 - IX. Calcul de flambement du poteau
 - X. Calcul des axes d'articulation
 - XI. Calcul de la plaque d'encrage

Conclusion

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

Introduction :

Dans ce chapitre, nous entamons une partie destinée à définir l'assemblage et le soudage. Puis une étude de RDM sur les différents composants avec une vérification sur logiciel RDM6.

1 Généralité :

1.1 Le rôle de l'assemblage :

Permet de réussir et de solidariser deux ou plusieurs pièces entre elles tous en assurant une bonne transmission et une bonne réparation des sollicitations.

Assemblage de deux pièces :

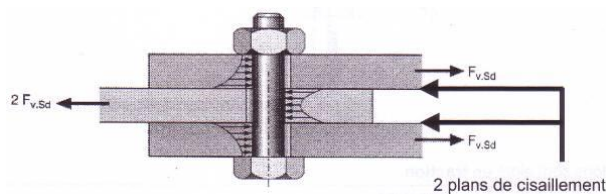
Soit bout à bout on peut aussi l'appeler rabotage ou éclissage, soit concourant.

1.2 Types d'assemblage :

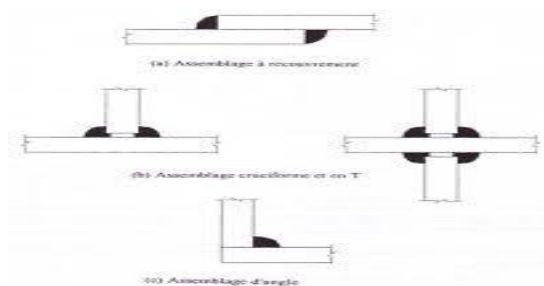
- Assemblage articulé (souple) : transmet les efforts normaux et les efforts tranchants.
- Assemblage rigide : transmet l'effort normal, l'effort tranchant et le moment fléchissant
- Assemblage semi-rigide : transmet une faible portion des moments

1.3 Mode d'assemblage :

- Par boulonnage :



- Par soudage :



- Par collage :



Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

1.4 Fonctions des assemblages :

Fonctionnement par obstacles : le cas des boulons ordinaires représentent les efforts de cisaillement.

Fonctionnement par adhérence : Concernant le soudage, le collage et surtout le boulonnage à serrage contrôlé par boulon H.R.

2 Assemblage par boulons ordinaires.

2.1 Coefficient de sécurité :

Pour la résistance des boulons au cisaillement il est de $\delta_{M_b} = 1,25$, et pour la résistance des boulons à la traction $\delta_{M_b} = 1,50$.

2.2 Assemblage sollicité au cisaillement :

Dans ce cas il convient de vérifier d'une part la résistance au cisaillement des boulons, et d'autre part la résistance à la pression diamétrale.

Le cisaillement travail par obstacle comme les boulons ordinaires.

L'acier du boulon est moins ductile que l'acier de la pièce.

2.3 Assemblage sollicité à la traction :

Il convient de vérifier que la résistance à la traction du boulon.

2.4 Assemblage sollicité simultanément en traction et en cisaillement :

Dans ce cas on fait une vérification de la résistance par rapport à la pression diamétrale au cisaillement et aussi à la traction du boulon.

3 Assemblage par boulon précontraint :

3.1 Précaution constructive :

- La tête du boulon ne doit pas poinçonner les pièces assemblées.
- La force de précontrainte doit être appliquée à sa valeur de calcul.
- le coefficient de frottement doit correspondre à sa valeur de calcul
- Le coefficient de frottement dépend de quatre (04) classes :
 - Classe A : Surface décapée par sablage avec enlèvement de toutes les plaques de rouilles non adhérentes.
 - Classe B : Pas de recommandation
 - Classe C : surface nettoyée par brossage métallique ou la flamme avec l'enlèvement
 - Classe D : Surface non traitée.

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

4 Assemblage soudés :

Le soudage est un procédé qui permet d'assembler deux pièces par liaisons intime grâce à une fusion ou une plastification.

Une bonne soudabilité dépend de :

- La qualité du matériau
- La modification physicochimique du matériau
- Risque de fissure au refroidissement
- Effet de dilatation et de retrait
- Apparition des contraintes internes

4.1 Avantages de soudages :

- Permet une continuité de la matière assurant une bonne transmission de la sollicitation
- Ne nécessite pas de pièces secondaires

4.2 Inconvénients de soudage :

- Les matériaux à assembler doivent être soudable
- Nécessite un bon contrôle
- La main d'œuvre doit être qualifiée.

5 Procédés de soudages :

- Procédés par pression : les pièces à assembler sont liées par pression de soudage.

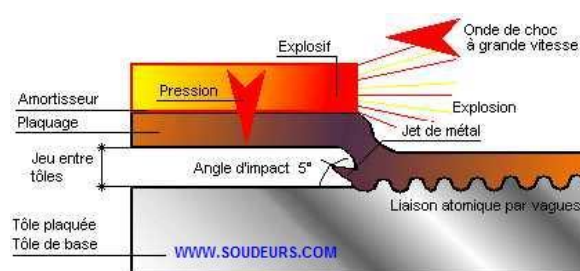


Figure 15 : soudage par pression

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

- Procédés par friction : une pièce est en rotation sur l'autre pièce tous en assurant un contact, il est nécessaire de fusionner les pièces.

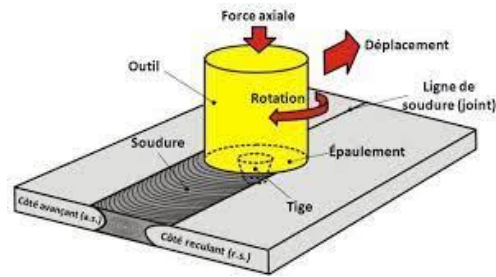


Figure 16 : soudage par friction

- Procédés à l'arc électrique : utiliser en charpente métallique, les électrodes peut être fusible ou non.
- Procédé à l'électrode fusible : un arc électrique est produit entre l'électrode fusible et les pièces à souder.

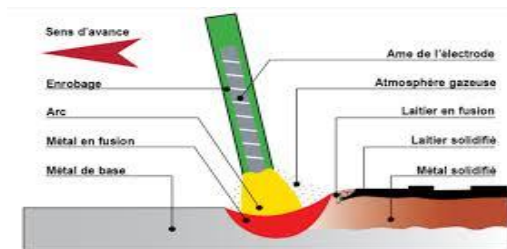


Figure 17 : Soudage à l'arc

5.1 Disposition constructive :

- Soudure bout à bout : $+ \leq 6 \text{ mm}$ → Pièces non chanfreiné
- $> 6 \text{ mm}$ → Chanfrein

Soudure d'angle : les cordons de soudure peuvent être faits selon les formes suivantes :

- Soudure en L :

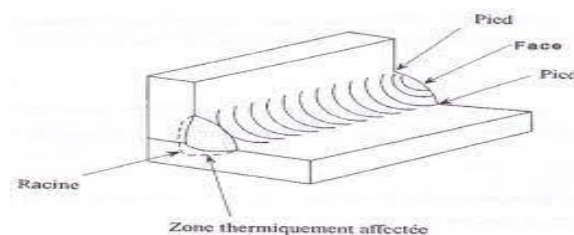


Figure 18 : Soudure en L

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

- Soudure en T :

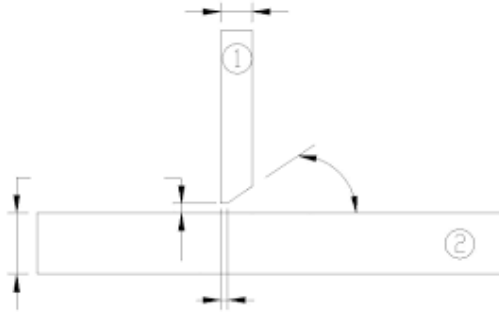


Figure 19 : Soudure en T

5.2 Précaution constructive :

- Imposer les pièces à froid sous presse
- Appliquer des cordons par traçons discontinue
- Poste chauffer les pièces par limiter les bradages des pièces.

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

5.3 Cordons de soudure :

Dans les cordons de soudures, il doit y avoir une continuité de matière ; les cordons sont de différentes natures.

- Cordon reliant les pièces orthogonales : les cordons peuvent être frontaux, latéraux ou bien oblique.
- Cordon reliant des pièces obliques : apparition d'un angle qui une face d'assemblage avec la perpendiculaire et l'autre face.
- Assemblage des pièces fléchis : Cordon de soudure entre âme et semelle d'un profilé reconstituer soudé.

6 Assemblage de base de poteau articulé :

- La base du poteau transmet au massif de fondation les efforts développés dans les poteaux. Elle est constituée d'une platine en acier. Cet assemblage peut être renforcé par des raidisseurs. Il peut être aussi encastré.
- Le nombre de boulon pour un pied de poteau articulé peut être 2 ou 4.

6.1 Types de plaque d'assise :

- Plaque d'assise à projection étendue : le débord de la plaque d'assise saillie au-delà du périmètre du poteau.
- Plaque d'assise à projection courte : le débord faisant saillie au-delà des deux semelles du poteau cers les bords de la plaque d'assise.

6.2 Dimensionnement d'une plaque assise :

- Choix de résistance de calcul des matériaux.
- Estimation de l'air de la plaque d'assise.
- Choix du type de la plaque d'assise.
- Détermination de la largeur d'appuie additionnel.
- Détermination des dimensions minimales de la plaque d'assise.
- Détermination de l'épaisseur minimale de la plaque d'assise.

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

6.3 Résistance au cisaillement du scellement de la plaque :

La résistance est basée sur le frottement plaque-semelle.

7 Tige d'encrage :

Les tiges d'encrages doivent résister à la traction due à la force de soulèvement et au moment de flexion.

8 Etude de la barre porteuse :

L'action des forces latérales sur une poutre se traduit en une déformation de l'axe longitudinal initialement droit en une courbe curviligne. L'état d'une section de poutre ou de toutes les composantes des efforts internes, seules un moment fléchissant M_y et M_z n'est pas nul, est dit état de flexion plane pure.

La déformation résultante de ce genre de sollicitations est connue sous le nom de la flèche. Lorsque l'effort tranchant n'est pas nul, dans ce cas la sollicitation est dite flexion simple.

La charge maximale à supporter par la potence de levage est de 250 kg, en outre pour nous situer dans une marge de sécurité, les calculs qui viennent seront faites avec un coefficient de sécurité $s=1.25$.

8.1 Modélisation :

La barre est sollicitée à la flexion, comme montre la figure suivante :



Figure 20: barre encadrée sollicitée à la flexion

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

8.2 Choix du matériau :

On a choisi les profilés en acier S235 parce qu'il est le plus utilisé dans la construction des structures

Le S235 est un acier de construction normalisé qui présente une bonne soudabilité, résistance à la corrosion et son prix de revient convenable. Les propriétés physiques et les caractéristiques mécaniques de l'acier S235 sont données par les tableaux suivants :

Nuances	Propriété physique					
	Masse volumique (kg/m ³)	Module d'élasticité E (N/mm ²)	Coefficient de poisson μ	Capacité thermique massique	Conductivité thermique [W/(kg.m)]	Résistivité (en 10 ⁻⁸ Ω .m)
S235	7850	200000	0.3	482	49	19
Nuances	Caractéristiques mécanique					
	R _e (N/mm ²)	R _R (N/mm ²)	R _m (N/mm ²)	A (%)	KV (J)	
S235	240	360-510	450	26-29	27	

Tableau 2 : Caractéristiques d'acier S235

8.3 Choix du profil adéquat :

Pour choisir le profilé adéquat de la poutre principale, il faut vérifier la condition de résistance suivante :

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{admissible}$$

a) Calcul les réactions d'appuis :

$$- \sum F_{/x} = 0$$

$$\Rightarrow He = 0$$

$$- \sum F_{/y} = 0$$

$$\Rightarrow Re - F = 0$$

$$\Rightarrow Re = F = 250 \text{ kg}$$

$$- \sum Me = 0$$

$$\Rightarrow F.l + Me = 0$$

$$\Rightarrow Me = -F.l$$

$$\Rightarrow Me = -250 \times 1,6$$

$$\Rightarrow Me = -400 \text{ kg.m} \quad \Rightarrow \quad Me = -400 \times 10^3 \text{ kg.mm}$$

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

b) Trace des diagrammes du moment fléchissant $M(x)$ et de l'effort tranchant $T(x)$:

- Système gauche :

$$T(x) = Re \quad \Rightarrow \quad T(x) = 250 \text{ kg}$$

$$M_f(x) = Me + Re \cdot x$$

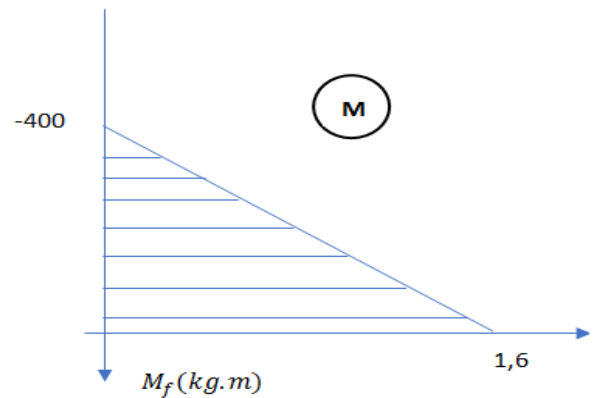
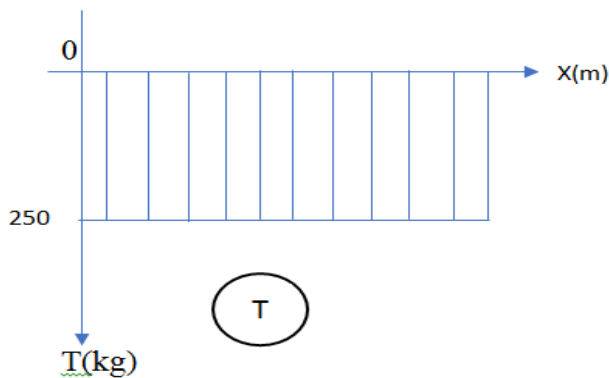
$$\Rightarrow \begin{cases} M_f(0) = Me \\ M_f(1,6) = Me + Re(1,6) \end{cases} \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} M_f(0) = -400 \text{ kg.m} \\ M_f(1,6) = 0 \text{ kg.m} \end{cases}$$

- Système droite :

$$T(x) = F \quad \Rightarrow \quad T(x) = 250 \text{ kg}$$

$$M_f(x) = -F \cdot x$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_f(0) = 0 \\ M_f(1,6) = -400 \text{ kg.m} \end{cases}$$



Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

8.4 Vérification avec logiciel RDM6 :

Pour la vérification de la condition de résistance du profilé choisi et matériaux existant, nous allons effectuer une analyse dans le logiciel RDM6, les résultats sont présentés dans les figures.

8.4.1 Définition du logiciel RDM 6 : [10]

RDM est un logiciel destiné à l'enseignement du calcul des structures par la méthode des éléments finis. Il comprend les modules suivants :

RDM – Flexion : calcul et optimisation des poutres droites sollicitées en flexion simple.

RDM – Ossatures : analyse statique et dynamique des ossatures planes ou tridimensionnelles :

- Modélisation de la géométrie.
- Interface IGES.
- Bibliothèque de sections droites paramétrées.
- Bibliothèque de profilés.
- Évaluation des caractéristiques des sections droites par intégration sur le contour de la section (aire, moments quadratiques...)
- ou par la méthode des éléments finis après maillage automatique de la section (constante de torsion, centre de cisaillement, aires cisillées...).
- Sections droites définies par l'opérateur : fichier IGES.
- Bibliothèque de matériaux.
- Combinaisons de cas de charges.
- Éditions des données et des résultats.
- Analyse statique linéaire.
- Flambement linéaire (eulérien) : calcul des coefficients de charge critiques.
- Calcul des fréquences propres.
- Diagrammes : effort normal, effort tranchant, moment fléchissant...
- Évaluation des contraintes sur une section droite : normales, tangentielles, contraintes équivalentes. ...

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

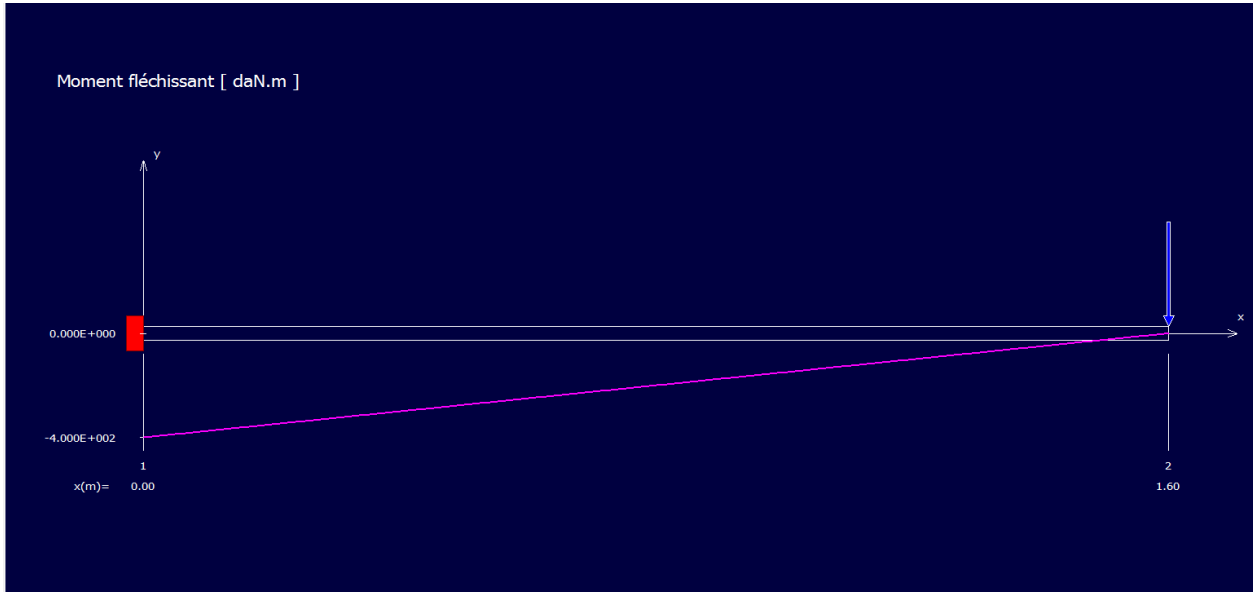


Figure 21 : Moment fléchissant avec logiciel RDM6

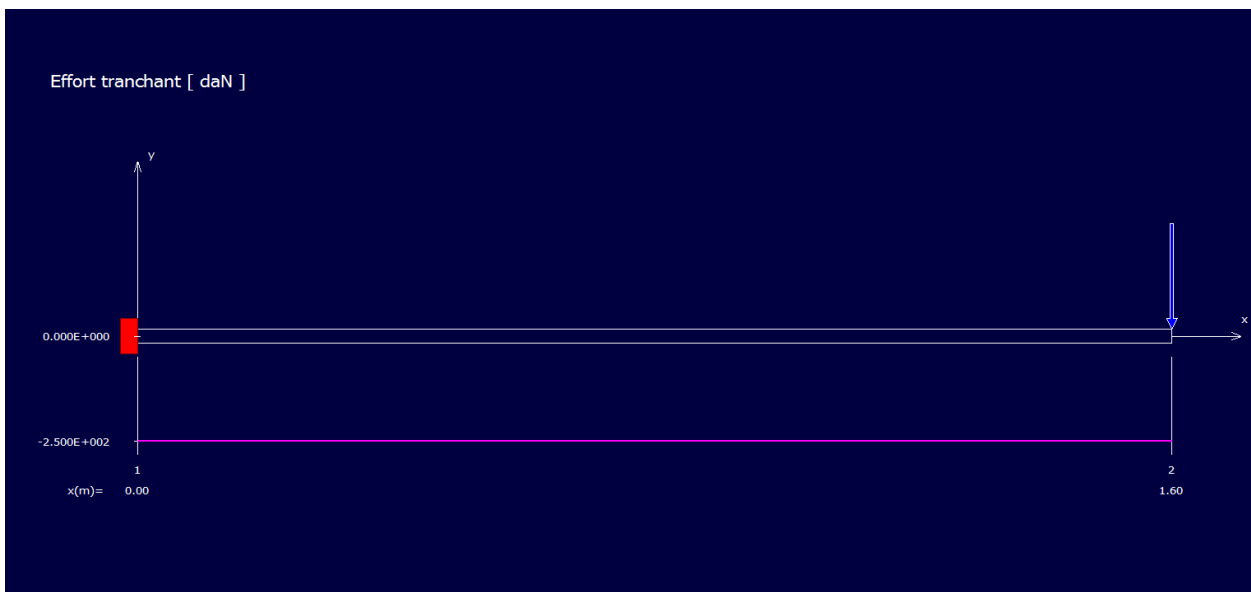


Figure 22 : Effort tranchant avec logiciel RDM6

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

8.5 Calcul de la contrainte maximale :

$$\sigma_{max} = \frac{M_f \times Y_{max}}{I_x}$$

Avec :

M_f : Moment fléchissant de la section considérée (daN/mm²)

I_x : Moment d'inertie de l'air de cette section à l'axe x (à l'axe neutre)(mm⁴)

Y_{MAX} : La distance du point considéré de la section à l'axe neutre (mm)

$\omega_z = \frac{I_z}{y_{max}}$: Module de résistance [m³]

D'après le catalogue des poutres (voir l'annexe) on a :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_x = 541,2 \text{ cm}^4 \\ I_z = 44,92 \text{ cm}^4 \\ s = 16,4 \text{ cm} \\ h = 140 \text{ mm} \end{array} \right.$$

On a:

$$\sigma_{max} = \frac{M_f \times Y_{max}}{I_z} \quad (1)$$

$$\text{Avec : } Y_{MAX} = \frac{h}{2} \quad (2)$$

On remplace (2) dans (1):

$$\sigma_{max} = \frac{M_f}{I_x} \times \frac{h}{2}$$

$$\text{A.N : } \sigma_{max} = \frac{400 \times 10^3 \times 140}{541,2 \times 10^4 \times 2}$$

$$\sigma_{max} = 5,17 \text{ daN/mm}^2$$

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

Vérification avec logiciel :

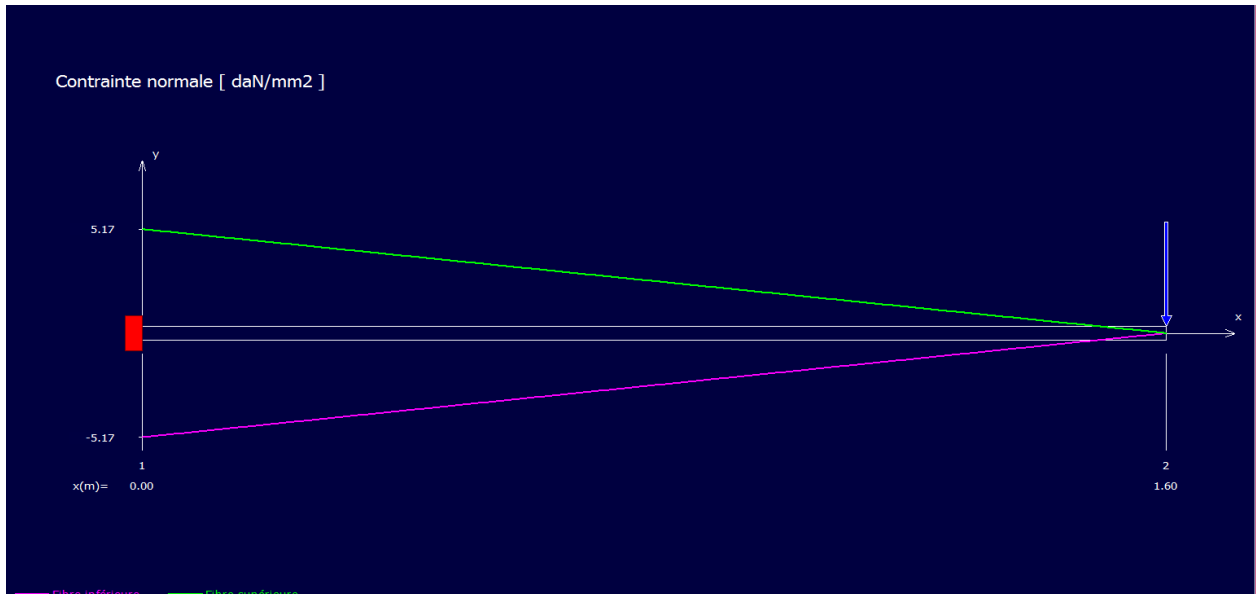


Figure 23 : Contrainte admissible avec logiciel RDM6

8.6 Calcul de la contrainte admissible :

$$\sigma_{adm} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

Avec :

f_e : Limite élastique (daN/mm^2)

γ_s : Coefficient de sécurité

On a une section en acier : S235 $\Rightarrow f_e = 200 \text{ MPa}$

$$\sigma_{adm} = \frac{200}{1.25} \Rightarrow \sigma_{adm} = 160 \text{ MPa} \Rightarrow \sigma_{adm} = 16 \text{ daN/mm}^2$$

On remarque que :

$$\sigma_{max} < \sigma_{admissible}$$

Conclusion :

La contrainte maximale est bien inférieure à la contrainte admissible, ce qui explique que le profilé choisit IPE140 est validé.

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

9 Calcul le flambement du poteau :

9.1 Introduction :

Le flambage ou flambement est un phénomène d'instabilité d'une structure, qui soumise à un effort normal de compression, a tendance à fléchir et se déformer dans une direction perpendiculaire à l'axe de compression.

9.2 Détermination de la valeur de la charge P :

Dans le cas du portique on connaît que le moment dans un nœud est le même c'est-à-dire que :

$$M_{f_{barre\ porteuse}} = M_{f_{poteau}}$$

$$-F \cdot l = P \cdot l_1 \Rightarrow P = -F \times \frac{l}{l_1}$$

$$\Rightarrow P = -250 \times \frac{1,6}{2,14}$$

$$P = -186,92 \text{ kg}$$

9.3 Calcul le moment fléchissant :

$$M_f(x) = -P \cdot x$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_f(0) = 0 \\ M_f(2,14) = 400,01 \text{ kg} \end{cases}$$

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

9.4 Calcul de la contrainte maximale :

Considérons un poteau vertical de longueur l encastré à sa base.

Euler en déduisant la charge critique N_{crit} :

$$N_{crit} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{4 l^2}$$

Avec : E le module d'élasticité du matériau N/mm^2

I_{min} L'inertie minimum de la barre mm^4

l Longueur du poteau mm^2

EI Module de rigidité à la flexion Nmm^2

D'après le catalogue des produits métallurgiques (voir l'annexe) nous avons I_{min} pour tube carré creux de 100x100x4 mm est : $I_{min} = 226 \text{ cm}^4$ et nous savons que le module d'élasticité d'un matériau en acier est $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$.

$$\text{A.N : } N_{crit} = \frac{\pi^2 2 \times 10^5 \times 226 \times 10^4}{4 \times 2148^2}$$

$$N_{crit} = 60429,58 \text{ N} = 6042,958 \text{ daN}$$

Forme généralisée

$$N_{crit} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{l_f^2}$$

Avec : $l_f = kf \cdot l$

Ou :

l_f : Longueur de flambement mm^2

kf : Coefficient de réduction de la longueur

kf se déduit d'après le tableau suivant :

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

Coefficient de réduction de la longueur k_f (Flambement)		
Barre bi-articulée	1	
Barre simplement encastrée	2	
Barre articulée et encastrée	0.7	
Barre doublement encastrée	0.5	

Tableau 3: Coefficient de réduction.[11]

Dans notre cas, nous avons une barre simplement encastré avec $k_f = 2$

Contrainte critique :

$$\sigma_{crit} = \frac{N_{crit}}{A}$$

Avec : A surface de la colonne mm^2

$$A = (100 \times 100) - (92 \times 92)$$

$$A = 1536 \text{ mm}^2$$

Donc :

$$\sigma_{crit} = \frac{60429,58}{1536}$$

$$\sigma_{crit} = 39,34 \text{ N/mm}^2$$

En remplaçant :

$$\sigma_{critEuler} = \frac{\pi^2 E I_{min}}{l_f^2 A}$$

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

A.N :

$$\sigma_{crit_{Euler}} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^5 \times 226 \times 10^4}{(2 \times 2148)^2 \times 1536}$$

$$\sigma_{crit_{Euler}} = 157,36 \text{ N/mm}^2$$

Pour déterminer le rayon de giration (d'inertie) :

$$i_{\delta_{min}} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$$

Avec :

I_{min} : Moment d'inertie

A: La section

$$i_{\delta_{min}} = \sqrt{\frac{226 \times 10^4}{1536}}$$

$$i_{\delta_{min}} = 38,35 \text{ mm}^2$$

$$\Rightarrow \sigma_{crit_{Euler}} = \frac{\pi^2 E i_{\delta}^2}{l_f^2}$$

A.N :

$$\sigma_{crit_{Euler}} = \frac{\pi^2 \times 2 \times 10^5 \times 38,35^2}{(2 \times 2148)^2}$$

$$\sigma_{crit_{Euler}} = 157,3 \text{ N/mm}^2$$

La condition de résistance est :

$$\sigma_{adm \text{ flamabement}} = \frac{\sigma_{critic \text{ euler}}}{S} \geq \sigma = \frac{P}{A}$$

Avec : S coefficient de sécurité

A.N :

$$\sigma_{adm \text{ flamabement}} = \frac{157,3}{3}$$

$$\sigma_{adm \text{ flamabement}} = 52,43 \text{ N/mm}^2$$

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Avec :

P : La charge Kg

A : La section mm^2

1kg = 9,80 Newton

$$\sigma = \frac{186,92 \times 9,80}{1536}$$

$$\sigma = 1,19 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{adm \text{ flambement}} \geq \sigma$ Alors la condition est vérifiée.

Conclusion :

La contrainte maximale est largement inférieure à la contrainte admissible, donc le poteau va accomplir sa fonction sans risque de déformation.

10 Calcul des axes d'articulation :

Les contraintes tangentielles dues à l'effort tranchant tendent à cisailer la section et provoquant ainsi des déformations triangulaire. Si en pratique il est difficile de séparer les sollicitations les unes des autres, il est encore plus difficile de réaliser des déformations de cisaillement dans sa forme pure, elles sont généralement accompagnées de déformation de flexion.

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

Les axes sont sollicités au cisaillement :

$$\tau_{max} = \frac{F}{S}$$

Condition de résistance :

$$\tau_{max} \leq \tau_p = \tau_{adm}$$

Avec :

τ_p : La contrainte pratique

F : La charge agissant sur l'élément

S : La section : - Rectangulaire $\left\{ \begin{array}{l} s = b \times h \\ I = \frac{b h^3}{12} \end{array} \right.$

- Triangulaire $\left\{ \begin{array}{l} s = \frac{1}{2} b \times h \\ I = \frac{b \times h^3}{12} \end{array} \right.$

- Circulaire $\left\{ \begin{array}{l} s = \frac{\pi D^2}{4} \\ I = \frac{b \times h^3}{12} \end{array} \right.$

10.1 Calcul de la contrainte maximale

$$\tau_{max} = \frac{P}{S}$$

$$s = \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow s = \frac{P}{\tau_{max}} \Rightarrow s = \frac{P}{\tau_p}$$

D'après la mise en plan on a $\varnothing = 20 \text{ mm}$

Donc :

$$s = \frac{\pi \times 20^2}{4} \Rightarrow S = 314,15 \text{ mm}^2$$

Alors :

$$\tau_{max} = \frac{186,92}{314}$$

$$\tau_{max} = 0,60 \text{ daN/mm}^2$$

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

D'après la mise plane on a : $\alpha = 45^\circ$

$$\tau_p = \sigma_{adm} \times \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \tau_p = 16 \text{ daN/mm}^2$$

$$\tau_{max} \leq \tau_p \Rightarrow \text{condition vérifiée}$$

Conclusion :

La condition de résistance est vérifiée, donc le diamètre $\emptyset = 20 \text{ mm}$ est validé

11 Calcul de la plaque d'encrage :

La plaque est soumise à la flexion simple :

Condition d'équilibre :

$$P \cdot l_1 = F' \cdot l_2$$

Avec :

F' : Charge appliqué à la plaque d'encrage

l_1 : La longueur du poteau

l_2 : La longueur de la plaque d'encrage

$$\Rightarrow F' = \frac{P \cdot l_1}{l_2} \Rightarrow F' = \frac{186,92 \times 2,14}{0,1}$$

$$F' = 4000,09 \text{ kg}$$

Condition de résistance

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{admissible}$$

$$\Rightarrow S = \frac{F' \cdot l}{\sigma_{max}} = \frac{4000,09 \times 0,98}{0,60}$$

$$S = 6533,5 \text{ mm}^2$$

$$S = e \cdot l$$

On suppose une valeur de l et on tire e :

On pose $l = 400 \text{ mm}$

$$S = 6533,5 \Rightarrow S = e \times 400$$

$$\Rightarrow e = \frac{6533,5}{400}$$

$$\Rightarrow e = 16 \text{ mm}$$

Donc la plaque est de dimension **400x16 mm**

Chapitre 03 : Etude de la potence de levage

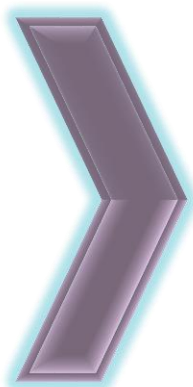
Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de déterminer les dimensions de notre potence ; les résultats obtenus sont munis d'une marge de sécurité afin d'éviter les accidents.

Les résultats obtenus vont nous permettre de dimensionner les pièces en vue de leurs réalisations.

4^{ème} Chapitre

Réalisation de la potence de levage rotative



Introduction

- I. Traiter la commande
- II. Appro/achat et stock
- III. Réaliser le projet
- IV. Les étapes de la réalisation

Conclusion

Introduction :

Après la conception et les calculs que nous faisons, nous passons à l'étape de la réalisation. Chaque produit industriel passe par des étapes afin de le réaliser, et le but de ce chapitre est de définir ces étapes.

La réalisation de la potence dans cette entreprise se passe par trois étapes principales.

1 Traiter la commande :

- Réception clients
- Etudier les spécifications et exigences technique demandé par le client
- Conseiller le client suivant les exigences
- Vérification, changement et modification si il y'a lieu, validation
- Remise des offres clients après la validation
- Réceptionner la commande
- Etablir la gamme de fabrication
- Transmettre les besoins en matières premières pour appro/achat
- Transmettre le dossier du client pour établir plans de fabrication
- Codifier l'ordre de travail
- Faire le contrôle détaillé entre le temps estimer et le temps réaliser
- Transmettre des réclamations du client
- Enregistrer et classer le dossier de la commande

2 Appro/achat et stock :

- Recevoir la liste des matières premières
- Vérifier la quantité demandée sur stock
- Prospection des fournisseurs
- réaliser une bonne sélection des fournisseurs qualité, prix, délais de livraison
- Lancer la commande
- Réceptionner la matière première
- Contrôle quantitatif et qualitatif
- Gestion différents matières premiers
- Réceptionner le produit finis de chaque commande
- Codifier le produit finis

3 Réaliser le projet :

- Identifier, définir, décrire les processus de fabrication pour qu'ils soient sous les conditions contrôle et planifier
- optimiser les capacités de fabrication dans le process
- sélectionner la main d'œuvre qualifié pour réalisation du projet
- Définir le procès de fabrication de chaque commande
- contrôler la planification et la programmation de tous les ordres de travail
- mettre à jour toutes les ordres de travail de chaque ouvrier, contrôle des temps réalisé
- Contrôler les temps des absences et les imprévus
- surveiller le programme de maintenance
- contrôler et rectifier chaque étape de process de fabrication
- contrôler et vérifier la bonne exécution de produit finis de chaque commande
- réceptionner le produit finis avec le client
- modification du produit on cas de réclamations du client

4 Les étapes de réalisation dans l'atelier :

4.1 Le Traçage : [12]

Le traçage est le report de cotes

- à partir de dessins d'exécution
- d'après des pièces d'usinage ou
- d'après des indications

Sur la matière d'œuvre ou la pièce d'usinage par l'exécution de tracés. La lecture de documents techniques et la mesure constituent les conditions préalables du traçage.

- **But et emploi**

Le traçage sert à la confection de pièces d'usinage à mesure précises. Il permet l'exploitation rationnelle du matériau et les contrôles.



Figure 24 : Opération de traçage

4.2 Débitage : [12]

Le sciage est un procédé de travail à froid qui consiste à exécuter des saignées étroites (traits de scie) à l'aide de scie à métaux. La partie active de la scie est la denture de la lame dont chacune des dents creuse une saignée à la manière d'un bédane.

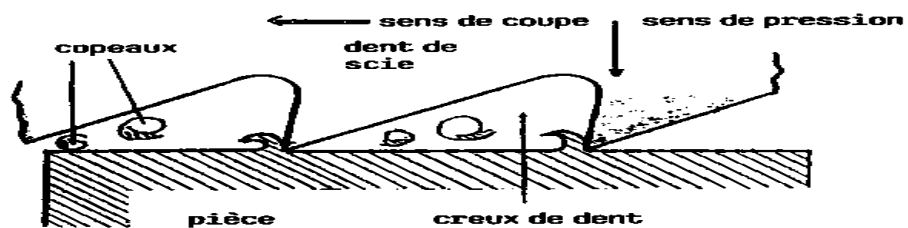


Figure 25 : Opération de débitage

Dans cette étape nous avons utilisé deux machines :

a- Scie à ruban [13]

Cette machine est principalement utilisée pour le sciage de matériaux de moules de grande taille, pièces forgées, profilés, tubes vides, etc. Elle peut s'adapter au sciage de divers matériaux ferreux. Il présente les caractéristiques d'une efficacité de coupe élevée, d'une économie d'énergie, d'une saignée étroite, d'une économie d'énergie et d'un fonctionnement simple.

- Principaux composants de la machine à scier :

- 1) Le socle
- 2) Le banc de la machine-outil
- 3) Structure des colonnes
- 4) Cadre de scie
- 5) Mécanisme de transmission
- 6) Guide de lame de scie
- 7) Mécanisme de serrage de la pièce
- 8) Dispositif de tension de la lame de scie
- 9) Dispositif d'élimination des copeaux
- 10) dissipateur de chaleur hydraulique



Figure 26 : Scie à ruban

b- Cisaille guillotine [14]

La cisaille guillotine sert à découper les tôles en métal. Elle est largement répandue dans l'industrie transformatrice des métaux, principalement dans les chaudronneries et les métalleries. Agissant comme la lame d'une guillotine ou d'une paire de ciseaux, la lame supérieure va pénétrer le métal et le coincer sur une lame inférieure. Il existe deux principaux types de coupe :

- une coupe en forme de triangle rectangle, où la lame descend inclinée
- une coupe en forme de rectangle, où la lame descend droite



Figure 27 : Guillotine



Figure 28: Coupage des goussets à l'aide d'une guillotine



Figure 29 : Coupage d'un tube carré



Figure 30 : Coupage profilé IPE

4.3 Traçage pour perçage :[12]

Le traçage de sillons à l'aide d'un outil à pointe conique (pointeau) sur les lignes ou des points marqués sur les matières ou les pièces à travailler



Figure 31 : Traçage des pièces pour perçage

4.4 Le Perçage [12]

- Définition

Le perçage est un procédé de travail qui consiste à exécuter des trous cylindriques à l'aide d'outils appelés forets animés de mouvement de rotation et de translation.

Ces mouvements sont communiqués par les perceuses et les porte-forets.

Dans cette étape nous avons utilisé :

a- Perceuse à colonne : [15]

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



Figure 32 : Perceuse



Figure 33 : Pièce percé

4.5 Pliage: [12]

Le pliage est une opération de formage à froid de tôles planes par déformation permanente ; pour cette fonction nous avons utilisé la machine suivante :

- **Presse plieuse** : [16]

La presse plieuse est une machine conçue pour effectuer des plis par rapprochement successif de deux outils rectilignes (communément appelés «matrices»). Elles sont généralement utilisées pour travailler la tôle. Les presses plieuses peuvent être hydrauliques, c'est-à-dire que le mouvement est assuré par des vérins hydrauliques, ou bien mécaniques à embrayage à friction



Figure 34 : Pliuse

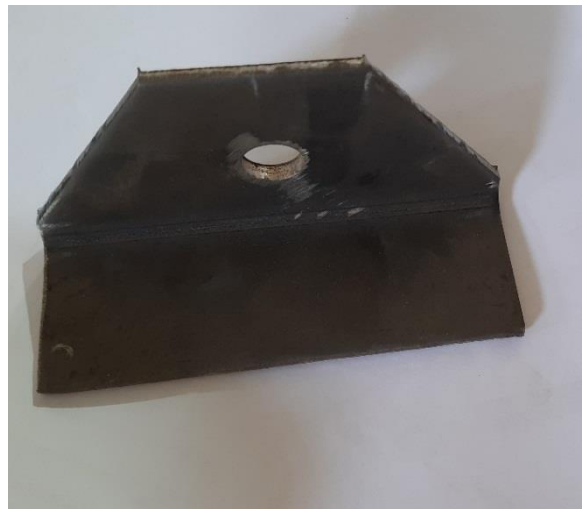


Figure 35 : Pièces pliés

4.5 Le Grattage : [12]

- **Définition :**

Le grattage est l'enlèvement de petits et mini copeaux sur une surface déjà préparée à l'aide d'un outil à arête vive, le grattoir.

- **Procédé de travail :**

Dans le grattage, des ergots (rayures d'usinage, bosses de portage) de la surface de la pièce sont enlevés par le grattoir. Il en résulte des surfaces lisses grâce à l'angle de coupe toujours supérieur à 90° .

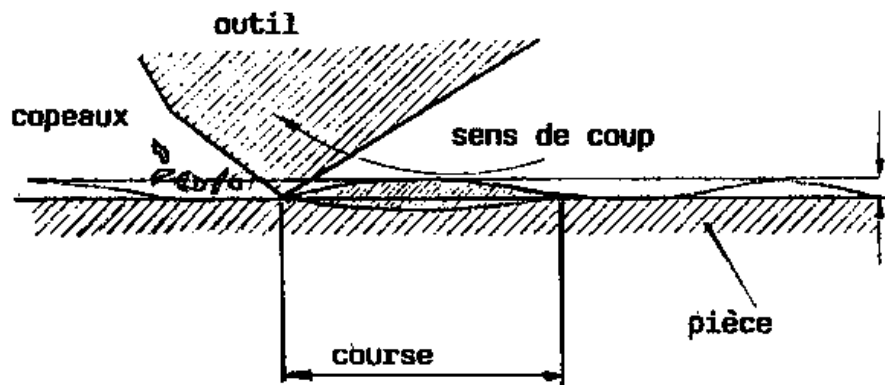


Figure 36 : Opération de grattage

Conditions préliminaires du grattage :

Avant de gratter, il faut que chaque surface soit finie par limage, tournage, toupillage (fraisage) ou rabotage (mais non par rectification).

Dans cette opération nous avons utilisé la d'ébarbeuse.



Figure 37 : Pièce grattée

4.6 Assemblages : [12]

Un assemblage est constitué par un ensemble de deux pièces, l'un : le contenant ou pièce femelle, l'autre : le contenu ou pièce mâle, devront satisfaire à des conditions de fonctionnement.

On peut aussi avoir à assembler plusieurs éléments entre eux : c'est ainsi que sont le plus souvent réalisées les ouvrages de tôlerie ou de chaudronnerie

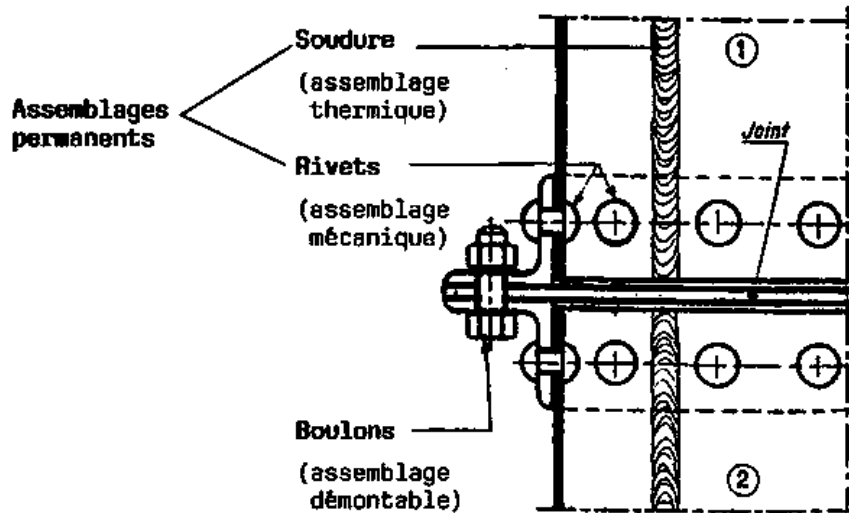


Figure 38 : Opération d'assemblage

Nous avons utilisé deux méthodes d'assemblages ; le soudage et le boulonnage.

Le procédé de soudage utilisé est le soudage MIG MAG : [17]

Le soudage à fil continu en atmosphère protégée est souvent désigné par les abréviations M.I.G. (Metal Inert Gas) et M.A.G. (Metal Active Gas) ou, de façon générique, comme G.M.A.W. (Gas Metal Arc Welding). Le soudage à fil continu est un procédé dans lequel la chaleur nécessaire à l'exécution du soudage est fournie par un arc électrique maintenu entre la pièce à souder et le fil-électrode. La zone de soudage est constamment alimentée avec le matériau d'apport, le fil-électrode, grâce à la torche prévue permettant le débit de gaz ou de mélange de gaz pour protéger le fil-électrode, le bain de fusion, l'arc et les zones voisines du matériel de base de la contamination atmosphérique.



Figure 39 : Assemblage du tube carré avec platine en utilisant une équerre



Figure 40 : Soudure des cornières avec le tube carré



Figure 41 : Soudure des tôles avec l'IPE



Figure 42 : L'ajout de l'axe de rotation



Figure 43 : Assemblage du IPE et tube carré avec une tôle par boulon



Figure 44 : L'assemblage final

4.7 La peinture :

- Brossage (brosse de peinture pneumatique)
- Soufflage (Air liquide)
- Application de peinture (Pistolet à l'air)



Figure 45 : Produit finie (potence de levage capacité 250 kg)

Conclusion Générale

Dans une discipline bien définie, la formation n'est jamais complétée, elle est toujours à parfaire.

Ce projet consiste à étudier la potence de levage rotative et faire sa conception. La structure a été faite selon les normes ISO.

Quant à notre stage eu cours de ce projet, nous nous sommes familiarisées avec les différentes réglementations et lois en vigueur concernant l'étude des structures métalliques, et nous avons amélioré nos connaissances en conception, dimensionnement, et l'application des connaissances théoriques acquises lors de la formation.

Ce travail nous a donné l'opportunité de nous familiariser avec les différents outils informatiques utilisés dans l'industrie (SolidWorks, RDM6) et de maîtriser les différentes dispositions légales et réglementaires régissant les principes et concepts des calculs d'ingénierie.

Comme perspective, nous souhaitons associés à notre étude la partie télécommande, afin de pouvoir l'utiliser à distance.

Annexe

3 Poutrelles et parachèvement

Poutrelles IPE

Disponibles en qualité S 275JRG2 et S 355J2G3 selon NF EN 10025 (12/93) avec aptitude à la galvanisation, NFA 35503.

Disponibles en longueurs métriques de 6 à 22 mètres.

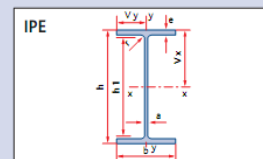
Coupées à dimensions (voir page 59).

Certificat 2.2 ou 3.1 B selon NF EN 10204 (12/91).

Possibilité de grenailage prépeinture et galvanisation.

Parachèvement (voir page 60).

Dimensions selon NFA 45-205 (09/83).
Tolérances de formes et de dimensions selon NF EN 10034 (12/93).



Profils	Dimensions					Partie droite de l'âme h1 mm	Poids au mètre kg	Section A cm ²	Surface de peinture		Caractéristiques rapportées à l'axe						Moment d'inertie de torsion J cm ⁴	Profils	
	h mm	b mm	a mm	e mm	r mm				m ² /m	m ² /t	I _x cm ⁴	I _x /V _x cm ³	I _y cm ⁴	Moment statique S cm ³	I _y cm ⁴	I _y /V _y cm ³			I _y cm ⁴
80	80	46	3,8	5,2	5	60	6,0	7,64	0,329	54,8	80,1	20,0	3,24	11,6	8,49	3,69	1,05	0,70	80
100	100	55	4,1	5,7	7	75	8,1	10,3	0,401	49,5	171	34,2	4,07	19,7	15,9	5,79	1,24	1,10	100
120	120	64	4,4	6,3	7	92	10,4	13,7	0,474	45,6	318	53,0	4,90	20,4	27,7	8,65	1,45	1,71	120
140	140	73	4,7	6,9	7	112	12,9	16,4	0,550	42,6	541	77,3	5,74	44,2	44,9	12,3	1,65	2,54	140
160	160	82	5,0	7,4	9	127	15,8	20,1	0,622	39,4	869	109	6,58	61,9	68,3	16,7	1,84	3,53	160
180	180	91	5,3	8,0	9	146	18,8	23,9	0,698	37,1	1317	146	7,42	83,2	101	22,2	2,05	4,90	180
200	200	100	5,6	8,5	12	159	22,4	28,5	0,768	34,3	1943	194	8,26	110	142	28,5	2,24	6,46	200
220	220	110	5,9	9,2	12	178	26,2	33,4	0,848	32,4	2772	252	9,11	143	205	37,3	2,48	8,86	220
240	240	120	6,2	9,8	15	190	30,7	39,1	0,921	30,0	3892	324	9,97	183	284	47,3	2,69	11,60	240
270	270	135	6,6	10,2	15	220	36,1	45,9	1,04	28,8	5790	429	11,2	239	420	62,2	3,02	14,93	270
300	300	150	7,1	10,7	15	249	42,2	53,8	1,16	27,5	8356	557	12,5	314	604	80,5	3,35	19,47	300
330	330	160	7,5	11,5	18	271	49,1	62,6	1,25	25,5	11770	713	13,7	402	788	98,5	3,55	25,70	330
360	360	170	8,0	12,7	18	299	57,1	72,7	1,35	23,6	16270	904	15,0	510	1043	123	3,79	36,20	360
400	400	180	8,6	13,5	21	331	66,3	84,5	1,47	22,2	23130	1160	16,5	654	1318	146	3,95	46,80	400
450	450	190	9,4	14,6	21	379	77,6	98,8	1,61	20,7	33740	1500	18,5	849	1676	176	4,12	63,80	450
500	500	200	10,2	16,0	21	426	90,7	116,0	1,74	19,2	48200	1930	20,4	1100	2142	214	4,31	89,00	500
550	550	210	11,1	17,2	24	468	106,0	134,0	1,88	17,7	67120	2440	22,3	1390	2668	254	4,45	118,4	550
600	600	220	12,0	19,0	24	514	122,0	156,0	2,02	16,61	92080	3070	24,3	1760	3387	308	4,66	166,2	600

Tubes ronds	M Kg/m	A cm ²	I cm ⁴	i cm	W _{el} cm ³	W _{pl} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	S m ² /m
355,6 x 10	85,2	109	16223	12,2	912	1195	32447	1825	1,12
355,6 x 12	102	130	19139	12,2	1076	1417	38279	2153	1,12
355,6 x 16	134	171	24663	12	1387	1847	49326	2774	1,12
406,4 x 5	49,5	63,1	12701	14,2	625	806	25402	1250	1,28
406,4 x 6	59,2	75,5	15128	14,2	745	962	30257	1489	1,28
406,4 x 8	78,6	100	19874	14,1	978	1270	39748	1956	1,28
406,4 x 10	97,8	125	24476	14	1205	1572	48952	2409	1,28
406,4 x 12	117	149	28937	14	1424	1867	57874	2848	1,28
406,4 x 16	154	196	37449	13,8	1843	2440	74898	3686	1,28
457 x 6	66,7	85	21618	15,9	946	1220	43236	1892	1,44
457 x 8	88,6	113	28446	15,9	1245	1613	56893	2490	1,44
457 x 10	110	140	35091	15,8	1536	1998	70183	3071	1,44
457 x 12	132	168	41556	15,7	1819	2377	83113	3637	1,44
457 x 16	174	222	53959	15,6	2361	3113	107919	4723	1,44
508 x 6	74,3	94,6	29812	17,7	1174	1512	59623	2347	1,6
508 x 8	98,6	126	39280	17,7	1546	2000	78560	3093	1,6
508 x 10	123	156	48520	17,6	1910	2480	97040	3820	1,6
508 x 12	147	187	57536	17,5	2265	2953	115072	4530	1,6
508 x 16	194	247	74909	17,4	2949	3874	149818	5898	1,6
610 x 8	119	151	68551	21,3	2248	2899	137103	4495	1,92
610 x 10	148	188	84847	21,2	2782	3600	169693	5564	1,92
610 x 12	177	225	100814	21,1	3305	4292	201627	6611	1,92
610 x 16	234	299	131781	21	4321	5647	263563	8641	1,92



Tubes carrés norme NF EN 10219

Tubes carrés	M Kg/m	A cm ²	I cm ⁴	i cm	W _{el} cm ³	W _{pl} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	S m ² /m
40 x 2	2,31	2,94	6,94	1,54	3,47	4,13	11,3	5,23	0,153
40 x 2,5	2,82	3,59	8,22	1,51	4,11	4,97	13,6	6,21	0,151
40 x 3	3,30	4,21	9,32	1,49	4,66	5,72	15,8	7,07	0,15
40 x 4	4,20	5,35	11,1	1,44	5,54	7,01	19,4	8,48	0,146
45 x 2	2,62	3,34	10,1	1,74	4,5	5,32	16,3	6,77	0,173
45 x 2,5	3,21	4,09	12,1	1,72	5,36	6,43	19,8	8,09	0,171
45 x 3	3,77	4,81	13,8	1,69	6,12	7,44	23	9,27	0,17
45 x 4	4,83	6,15	16,6	1,64	7,38	9,22	28,7	11,3	0,166
50 x 2	2,93	3,74	14,1	1,95	5,66	6,66	22,6	8,51	0,193
50 x 2,5	3,60	4,59	16,9	1,92	6,78	8,07	27,5	10,2	0,191
50 x 3	4,25	5,41	19,5	1,9	7,79	9,39	32,1	11,8	0,19
50 x 4	5,45	6,95	23,7	1,85	9,49	11,7	40,4	14,4	0,186
50 x 5	6,56	8,36	27	1,8	10,8	13,7	47,5	16,6	0,183
55 x 2	3,25	4,14	19,1	2,15	6,95	8,15	30,4	10,5	0,213
55 x 2,5	3,99	5,09	23	2,13	8,36	9,91	37,1	12,6	0,211
55 x 3	4,72	6,01	26,5	2,1	9,65	11,6	43,4	14,6	0,21

Tubes carrés	M Kg/m	A cm ²	I cm ⁴	i cm	W _{el} cm ³	W _{pl} cm ³	I _t cm ⁴	C _t cm ³	S m ² /m
60 x 2	3,56	4,54	25,1	2,35	8,38	9,79	39,8	12,6	0,233
60 x 2,5	4,39	5,59	30,3	2,33	10,1	11,9	48,7	15,2	0,231
60 x 3	5,19	6,61	35,1	2,31	11,7	14	57,1	17,7	0,23
60 x 4	6,71	8,55	43,6	2,26	14,5	17,6	72,6	22	0,226
60 x 5	8,13	10,4	50,5	2,21	16,8	20,9	86,4	25,6	0,223
60 x 6	9,45	12	56,1	2,16	18,7	23,7	98,4	28,6	0,219
70 x 2	4,19	5,34	40,7	2,76	11,6	13,5	64	17,5	0,273
70 x 2,5	5,17	6,59	49,4	2,74	14,1	16,5	78,5	21,2	0,271
70 x 3	6,13	7,81	57,5	2,71	16,4	19,4	92,4	24,7	0,27
70 x 4	7,97	10,1	72,1	2,67	20,6	24,8	119	31,1	0,266
70 x 5	9,70	12,4	84,6	2,62	24,2	29,6	142	36,7	0,263
70 x 6	11,30	14,4	95,2	2,57	27,2	33,8	163	41,4	0,259
80 x 2	4,82	6,14	61,7	3,17	15,4	17,8	96,3	23,2	0,313
80 x 2,5	5,96	7,59	75,1	3,15	18,8	21,9	119	28,2	0,311
80 x 3	7,07	9,01	87,8	3,12	22	25,8	140	33	0,31
80 x 4	9,22	11,7	111	3,07	27,8	33,1	180	41,8	0,306
80 x 5	11,30	14,4	131	3,03	32,9	39,7	218	49,7	0,303
80 x 6	13,20	16,8	149	2,98	37,3	45,8	252	56,6	0,299
80 x 8	16,40	20,8	168	2,84	42,1	53,9	307	66,6	0,286
90 x 3	8,01	10,2	127	3,53	28,3	33	201	42,5	0,35
90 x 4	10,50	13,3	162	3,48	36	42,6	261	54,2	0,346
90 x 5	12,80	16,4	193	3,43	42,9	51,4	316	64,7	0,343
90 x 6	15,10	19,2	220	3,39	49	59,5	368	74,2	0,339
100 x 3	8,96	11,4	177	3,94	35,4	41,2	279	53,2	0,39
100 x 4	11,70	14,9	226	3,89	45,3	53,3	362	68,1	0,386
100 x 5	14,40	18,4	271	3,84	54,2	64,6	441	81,7	0,383
100 x 6	17,00	21,6	311	3,79	62,3	75,1	514	94,1	0,379
100 x 8	21,40	27,2	366	3,67	73,2	91,1	645	114	0,366
100 x 10	25,60	32,6	411	3,55	82,2	105	750	130	0,357
120 x 3	10,80	13,8	312	4,76	52,1	60,2	488	78,2	0,47
120 x 4	14,20	18,1	402	4,71	67	78,3	637	101	0,466
120 x 5	17,50	22,4	485	4,66	80,9	95,4	778	122	0,463
120 x 6	20,70	26,4	562	4,61	93,7	112	913	141	0,459
120 x 8	26,40	33,6	677	4,49	113	138	1163	175	0,446
120 x 10	31,80	40,6	777	4,38	129	162	1376	203	0,437
140 x 3	12,70	16,2	503	5,57	71,9	82,9	781	108	0,55
140 x 4	16,80	21,3	652	5,52	93,1	108	1023	140	0,546
140 x 5	20,70	26,4	791	5,48	113	132	1256	170	0,543
140 x 6	24,50	31,2	920	5,43	131	155	1479	198	0,539
140 x 8	31,40	40	1127	5,3	161	194	1901	248	0,526
140 x 10	38,10	48,6	1312	5,2	187	230	2274	291	0,517
150 x 3	13,70	17,4	623	5,98	83	95,5	965	125	0,59
150 x 4	18,00	22,9	808	5,93	108	125	1265	162	0,586
150 x 5	22,30	28,4	982	5,89	131	153	1554	197	0,58

Note de calcul

+-----+

| Flexion d'une poutre droite |

+-----+

Utilisateur : narimen

Nom du projet :

Date : 1 juin 2022

+-----+

| Données du problème |

+-----+

+-----+

| Matériau |

+-----+

Nom du matériau = Acier

Module de Young = 200000 MPa

Masse volumique = 8000 kg/m³

Limite élastique = 250 MPa

+-----+

| Nœuds [m] |

+-----+

Noeud 1 : x = 0.000

Noeud 2 : x = 1.600

+-----+

| Section(s) droite(s) |

+-----+

Noeuds 1 --> 2

IPE : 140

Aire = 16.43 cm²

Moment quadratique : Iz = 541.22 cm⁴

Fibre supérieure : vy = 70.00 mm Wel.z = 77.32 cm³

Fibre inférieure : vy = 70.00 mm Wel.z = 77.32 cm³

Poids de la structure = 21.03 daN (g = 10.00 m/s²)

+-----+

| Liaison(s) nodale(s) |

+-----+

Noeud 1 : Encastrement

+-----+

| Cas de charge(s) |

+-----+

Charge nodale : Noeud = 2 Fy = -250.00 daN Mz = 0.00 daN.m

+-----+

| Résultats |

+-----+

+-----+

| Déplacements nodaux [m , rad] |

+-----+

Noeud Flèche Pente

1 0.000E+000 0.000E+000

2 -3.003E-003 -2.815E-003

Dy maximal = 0.00000E+000 m , x = 0.000 m

Dy minimal = -3.00319E-003 m , x = 1.600 m

+-----+

| Efforts intérieurs [daN daN.m daN/mm²] |

+-----+

Ty = Effort tranchant Mfz = Moment fléchissant Sxx = Contrainte normale

Noeud	Ty	Mfz	Sxx
1	-250.00	-400.00	-5.17
2	-250.00	-0.00	0.00

Moment fléchissant maximal = 0.00 daN.m à 1.600 m

Moment fléchissant minimal = -400.00 daN.m à 0.000 m

Contrainte normale maximale = 5.17 daN/mm² à 0.000 m

Contrainte normale minimale = -5.17 daN/mm² à 0.000 m

+-----+

| Action(s) de liaison [daN daN.m] |

+-----+

Noeud 1 $F_y = 250.00$ $M_z = 400.00$

+-----+

| Informations sur le calcul |

+-----+

Pivot minimal = 7.10356557750000E+0005

Référence :

[1] :[HTTPS://EDUSCOL.EDUCATION.FR/STI/SITES/EDUSCOL.EDUCATION.FR/STI/FILES/RES_SOURCES/PEDAGOGIQUES/12240/12240-CHEVRE-GRUE-DERRICK-PETITE-HISTOIRE-DES-ENGINS-DE-LEVAGE-ENSPS.PDF](https://EDUSCOL.EDUCATION.FR/STI/SITES/EDUSCOL.EDUCATION.FR/STI/FILES/RES_SOURCES/PEDAGOGIQUES/12240/12240-CHEVRE-GRUE-DERRICK-PETITE-HISTOIRE-DES-ENGINS-DE-LEVAGE-ENSPS.PDF) Visiter le 18/02/2022

[2] CONSTRUIRE À LA RENAISSANCE Les engins de chantier de Léonard de Vinci
Andrea Bernardoni et Alexander Neuwah . books.openedition.org/pufr/804

[3] <https://conseils.hellopro.fr/comment-choisir-sa-potence-de-levage-1079.html>
Visiter le 20/03/2022

[4] <https://multiprevention.org/wp-content/uploads/2015/11/multiprevention-guide-greage.pdf> page 18 Visiter le 03/03/2022

[5] <https://fr.slideshare.net/meeda0/sommaire-potence> visiter le 10/04/2022

[6] https://update.hadef.de/cms/pdfs/b36001_f.pdf visiter le 15/03/2022

[7]) <https://docplayer.fr/3827128-Greage-et-appareils-de-levage.html> visiter le 10/03/2022

[8] https://www.erikkila.com/files/brochures/Prosystem_Jib_Cranes/Prosystem_Jib_Crane_FR-EN.pdf visiter le 13/02/2022

[9] <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/solidworks-definition-fr/> visiter le 01/06/2022

[10] <https://btp-cours.com/rdm-6/> visiter le 01/06/2022

[12] Cour RDM licence

[12] <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library.cgi?e=d-00000-00---off-0gtz--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-11--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11-1-0utfZz-8-00&cl=CL2.6&d=HASHfeaf587721d134387daf6d.11&x=1>

[13] https://fr.cncmillingmachinery.com/product/precision-horizontal-metal-bandsaw?gclid=EAIaIQobChMIIn5eNmeSEAIVA6p3Ch3HOgMyEAMYASAAEgK6yvD_BwE visiter le 25/05/2022

[15] <http://www.lyrfac.com/soutiens/knbase/pdf/cisaille%20guillotine.pdf>

[16] <https://www.techno-science.net/definition/1812.html>

[17] <https://www.telwin.com/fr/telwin-academy/saldatura/mig-mag-welding/> visiter le 25/05/2022