



**UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1**

**FACULTE DE TECHNOLOGIE**

**DEPARTEMENT DE MECANIQUE**

Projet de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du Diplôme de Master en  
Fabrication Mécanique et productique.

**Titre**  
**Contribution a des modifications sur une plieuse de tôle**

encadré par :

**Mme Melzi Nesrine**

**Mr khelifi Brahime**

Réalisé par :

**Lahiani Abdelghani**

**Sabri Abderraouf**

---

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent à Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage, la force et les moyens pour réussir et donner le meilleur de nous-mêmes.

Nos remerciements s'adressent à notre promotrice Mme.Melzi Nesrine pour avoir accepté de nous diriger et pour ses compétences qui nous ont été d'une grande aide.

Nous tenons à remercier chaleureusement M. Khelifi Brahim, directeur de l'entreprise SARL SERMO, qui nous a généreusement proposé le thème de ce mémoire et nous a également offert l'opportunité d'effectuer notre stage pratique au sein de son entreprise. Nous sommes reconnaissants de sa précieuse contribution à notre travail de recherche.

Nous tenons à remercier également Dr Nesrine LAHIANI, qui a été d'une aide précieuse et nous a fait bénéficier de sa vaste expérience.

Ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien de nos familles, c'est pour ça que nous tenons à remercier nos parents ainsi que nos proches pour tous les encouragements.

Nos remerciements les plus chaleureux vont à tous ceux qui nous ont apportés de l'aide de loin ou de prêt. Et enfin nous tenons à remercier nos amis qui ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

# DEDICACE

C'est un grand honneur pour moi de pouvoir dédier ce modeste travail :

À tous ceux qui me sont très chers.

À la source éternelle d'honneur et d'affection, mes très chers et honorables parents, qui ont toujours veillé sur mon bonheur en m'assurant tous moyens.

À ceux qui ont partagé mes joies et mes peines.

À mes sœurs que dieu les garde.

À mes Chères Nièces Besma & Lina

À tous mes amis et camarades sans exception.

À tous mes enseignants.

À vous tous,

*Abdelghani*

# DEDICACE

Je souhaite dédier ce mémoire tout d'abord à mes chers parents, et bien sûr à mes frères et ma petite sœur, qui ont toujours été derrière moi durant mon cursus depuis le primaire.

Je tiens également à remercier tous les professeurs, y compris ceux qui n'ont pas cru en moi. Leurs paroles ont été gravées dans ma mémoire et m'ont motivé à atteindre le niveau de Master 2 en génie mécanique .

Je souhaite également exprimer ma gratitude à mon ami Yacine et à ma chérie Minaty pour leur soutien inconditionnel.

Je n'oublie pas non plus les autres personnes qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de ce parcours, tels que Khalil, Amine, les deux Oussama, et bien d'autres. Votre présence et votre soutien constants ont été essentiels pour surmonter les difficultés et atteindre mes objectifs.

ABDERRAOUF

---

## Résumé

Une presse plieuse est une machine utilisée dans l'industrie pour plier des tôles métalliques avec précision. Elle fonctionne grâce à une poutre supérieure qui descend et exerce une force sur la tôle placée entre cette poutre et une matrice inférieure. La machine est contrôlée par un système informatique programmable, ce qui permet d'obtenir des pliages précis et répétables. Les presses plieuses peuvent être équipées de différents outils de pliage et sont utilisées pour fabriquer des pièces métalliques dans diverses industries. Elles offrent une productivité élevée, une grande précision et une flexibilité de conception.

Notre travail consiste à apporter des modifications à une presse plieuse, selon les instructions du directeur de l'entreprise Sermo, spécialisée dans la fabrication de machines industrielles. L'objectif est d'agrandir la presse plieuse existante, qui mesure actuellement 1250 mm de largeur, en remplaçant par une nouvelle machine d'une largeur de 2050 mm. Cette modification permettra de plier des tôles de 2000 mm, ce qui permettra d'étendre leur catalogue de produits et de faciliter le travail dans l'atelier de l'entreprise. Notre tâche consiste à réaliser une étude approfondie sur la nouvelle presse plieuse de 2050 mm, comprenant le dimensionnement et le choix du vérin ainsi que des autres composants nécessaires. Nous effectuerons également une étude de résistance des matériaux (RDM) sur la structure de la machine pour garantir sa solidité et sa durabilité.

**Mots clés : presse plieuse , tôle , vérin hydraulique, circuit hydraulique.**

## **Abstract**

A press brake is a precision machine used in the industry to bend sheet metal. It operates by utilizing a descending upper beam that applies force onto the metal sheet positioned between the beam and a lower die. The machine is controlled by a programmable computer system, enabling precise and repeatable bending. Press brakes can be equipped with various bending tools and find applications in diverse industries for the manufacturing of metal parts. They offer high productivity, accuracy, and design flexibility.

Our task involves modifying a press brake according to the instructions of the director at Sermo, a company specialized in industrial machinery manufacturing. The objective is to expand the existing press brake, currently measuring 1250 mm in width, by replacing it with a new machine of 2050 mm width. This modification will allow for bending 2000 mm sheets, enabling product catalog expansion and facilitating workflow in the company's workshop. Our work entails conducting a comprehensive study on the new 2050 mm press brake, including dimensioning and selection of the hydraulic cylinder and other necessary components. Additionally, we will perform a structural strength analysis (RDM) to ensure the machine's robustness and durability.

**Keywords : press brake, sheet metal, hydraulic cylinder, hydraulic circuit,**

## ملخص

آلة الطي تستخدم في صناعة المعادن لثني الصفائح بدقة. تعمل الآلة من خلال تحريك شريط علوي ينزل ويمارس قوة على الصفيحة الموضوعة بينه وبين قالب أسفلي. يتم التحكم في الآلة عن طريق نظام كمبيوتر قابل للبرمجة، مما يتيح الحصول على ثني دقيق وقابل للتكرار. يمكن تجهيز آلة الطي بأدوات ثني متنوعة وتستخدم في مختلف الصناعات لتصنيع أجزاء معدنية. توفر آلة الطي إنتاجية عالية ودقة كبيرة ومرونة في التصميم.

مهمتنا تتضمن تعديل آلة الطي وفقاً لتعليمات المدير في شركة سيرمو المتخصصة في تصنيع الآلات الصناعية. الهدف هو تكبير آلة الطي الحالية الذي يبلغ عرضها حالياً 1250 مم من خلال استبداله بآلة جديدة عرضها 2050 مم. سيسمح هذا التعديل بثني صفائح بعرض 2000 مم، مما يسمح بتوسيع منتوجاتهم وتسهيل العمل في ورشة الشركة. تتضمن مهمتنا إجراء دراسة شاملة حول آلة الطي الجديدة بعرض 2050 مم، بما في ذلك تحديد الأبعاد واختيار الأسطوانة الهيدروليكية وغيرها من المكونات الضرورية. بالإضافة إلى ذلك، سنقوم بإجراء تحليل قوة المواد على هيكل الآلة لضمان قوتها ومتانتها

**الكلمات الرئيسية** آلة الطي، صفائح معدنية، الأسطوانة الهيدروليكية، الدائرة الهيدروليكية

---

# Table des matières

---

<b>Table des figures</b>	<b>VII</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>VIII</b>
<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
<b>1 Présentation de l'entreprise et problématique</b>	<b>2</b>
1.1 Introduction . . . . .	3
1.2 Fiche technique de l'entreprise . . . . .	3
1.3 organigramme de l'entreprise . . . . .	5
1.4 Problématique . . . . .	6
1.4.1 Etude de l'existant . . . . .	6
1.4.2 Problématique . . . . .	6
1.4.3 Solution proposé . . . . .	6
1.5 Conclusion . . . . .	6
<b>2 étude bibliographique</b>	<b>7</b>
2.1 Introduction . . . . .	8
2.2 Présentation de la plieuse . . . . .	9
2.3 L'historique de la plieuse . . . . .	9
2.4 Composant d'une presse plieuse . . . . .	9
2.4.1 Bâti . . . . .	9
2.4.2 La table . . . . .	9
2.4.3 Coulisseau . . . . .	10
2.4.4 Les vérins hydrauliques ou pneumatiques . . . . .	10
2.4.5 Les butées arrière . . . . .	10
2.5 Principe de pliage . . . . .	10
2.6 Les types de pliages . . . . .	11
2.6.1 Le pliage en l'air . . . . .	11



2.6.2	Le pliage en frappe . . . . .	12
2.7	Les types d'une presse plieuse . . . . .	12
2.7.1	Presse-plieuse mécanique . . . . .	12
2.7.2	Presse-plieuse hydraulique . . . . .	13
2.7.3	Presse pneumatique . . . . .	15
2.8	Effort de pliage . . . . .	17
2.8.1	Différentes types des matrices et poinçons : . . . . .	19
2.9	conclusion . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Calculs et dimensionnements</b>	<b>21</b>
3.1	Introduction.....	22
3.2	Détermination de l'effort de pliage :.....	22
3.3	Choix du vérin : .....	24
3.3.1	Calcul de la vitesse du vérin double effet : .....	24
3.4	Détermination de diamètre de la tige et le piston du vérin : .....	25
3.4.1	Calcul de longueur de flambage :.....	25
3.5	Condition de résistance au flambage : .....	26
3.6	Détermination de pression du vérin :.....	27
3.7	Caractéristique du vérin :.....	28
3.7.1	Détermination des débits en poussant et en tirant :.....	28
3.7.1.1	Calcul de débit en poussant :.....	30
3.7.1.2	Calcul de débit en tirant :.....	30
3.8	Choix de la pompe :.....	30
3.8.1	Caractéristique de la pompe :.....	31
3.8.1.1	Détermination du couple est les rendements de la pompe : .....	31
3.8.1.2	Rendement volumétrique :.....	31
3.8.1.3	Rendement hydromécanique :.....	31
3.9	Choix du réservoir : .....	32
3.10	Caractéristique du moteur électrique :.....	33
3.10.1	Caractéristique du moteur électrique : .....	33
3.11	Etude de flexion sur la table de la matrice :.....	34
3.12	Simulation sous SOLIDWORKS : .....	41
3.12.1	Propriétés du matériau utilisé :.....	41
3.12.2	Géométrie fixe :.....	42
3.12.3	Forces appliquée :.....	43
3.12.4	Résultats de simulation pour une structure d'épaisseur de 30 mm :.....	44
3.12.5	Résultats de simulation pour une structure d'épaisseur de 40 mm :.....	49
	Conclusion .....	53
<b>4</b>	<b>Etude hydraulique</b>	
4.1	Introduction .....	54

4.2	La centrale hydraulique :.....	54
4.3	Les éléments de liaisons :.....	55
4.4	Les appareils de régulation et de protection :.....	55
4.5	Fonctionnement hydraulique :.....	56
4.6	Conclusion :.....	58
	<b>Conclusion générale.....</b>	<b>60</b>
	<b>Bibliographie .....</b>	<b>61</b>

---

# Table des figures

---

1.1	l'entreprise SARL SERMO Machines . . . . .	3
1.2	Plaque métallique de l'entreprise SERMO Machines . . . . .	4
1.3	organigramme de l'entreprise . . . . .	5
2.1	poinçon et vé .....	11
2.2	Presse-plieuse mécanique.....	13
2.3	presse plieuse hydraulique.....	15
2.4	presse plieuse pneumatique .....	17
2.5	Les types des matrices et poinçons.....	19
3.1	la tige de vérin .....	23
3.2	mode de fixation de vérin .....	25
3.3	coefficient de sécurité.....	26
3.4	longueur de flambage .....	27
3.5	Modélisation de la table de la matrice .....	31
3.6	schéma équivalent.....	32
3.9	Modélisation de la table du matrice.....	37
3.10	Flèche de table.....	37
3.11	Diagramme d'effort tranchant.....	38
3.12	Diagramme de moment fléchissant.....	38
3.13	Géométrie fixe.....	42
3.14	Application des forces sur la structure.....	43
3.15	Maillage de la structure avec 30 mm.....	44
3.16	Distribution des contraintes de von Mises sur la structure de 30 mm.....	45
3.17	La déformation sur la structure de 30 mm.....	46
3.18	Distribution des déplacements sur la structure de 30 mm.....	47
3.19	Distribution des coefficients de sécurité pour une structure de 30mm.....	48
3.20	Distribution des contraintes de von Mises sur la structure de 40mm.....	49
3.21	La déformation sur la structure de 40 mm.....	50
3.22	Distribution déplacements sur la structure de 40 mm.....	51

3.23	distribution des coefficients de sécurité avec structure de 40 mm.....	52
4.1	Manomètre.....	43
4.2	distributeur hydraulique.....	43
4.3	Clapet.....	44
4.4	Accumulateur hydraulique.....	44
4.5	schema hydraulique.....	45

---

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 2.1</b> : Effort de pliage de tole .....	18
<b>Tableau 3.1</b> : Caractéristiques mécanique de l'acier S235.....	23
<b>Tableau 3.2</b> : types de fixations.....	25
<b>Tableau 3.3</b> : coefficient de sécurité.....	26
<b>Tableau 3.4</b> : le diamètre de tige de vérin.....	28
<b>Tableau 3.5</b> : Composition chimique du matériau.....	41
<b>Tableau 4.1</b> : Composants de schéma hydraulique .....	54

---

# Listes des symboles

---

C : coefficient qui dépend de V

V : ouverture de la matrice (mm).

Rm : résistance à la flexion (N/mm<sup>2</sup>).

e : épaisseur de la tôle (mm).

L : longueur de la tôle (mm)

L : longueur libre de flambage

K : coefficient du mode de fixation

C : course nécessaire de pliage de tôle

IGz = moment quadratique de la tige  $= \frac{\pi \times d^4}{64}$  (mm<sup>4</sup>)

E = module d'élasticité de la tige

S : coefficient de sécurité

L = longueur libre de flambage

V : la vitesse

S : la section  $S = \frac{\pi \times D^2}{4}$

P : puissance fournie à l'arbre d'entraînement de la pompe par le moteur (W)

C : Couple d'entraînement de pompe en [Nm]

$\omega$  : Vitesse angulaire en [rad /s]

$\eta_{vol}$  : Rendement volumétrique

Q<sub>réel</sub> : Débit réel)

Q<sub>théo</sub> : Débit théorique

Cyl : Cylindrée

N : Vitesse de rotation

$\eta_{hyd}$  : Rendement hydromécanique

Cyl : Cylindrée

P : Pression maximale de la pompe

C : Couple (Nm)

Q est le débit de la pompe

V est le volume de réservoir

P<sub>m</sub> : Puissance du moteur électrique (KW)

P<sub>abs</sub> : Puissance absorbée par la pompe (KW)

---

# Introduction Générale

---

Le présent mémoire est consacré à notre contribution à la réalisation de modifications sur une plieuse de tôle dans la société SERMO. Plus précisément, notre travail a consisté à modifier les dimensions de la plieuse, passant de 1050 mm à 2000 MM.

La plieuse de tôle est un équipement essentiel dans le secteur de la transformation de la tôle. Elle permet de plier et de former des pièces métalliques en fonction des spécifications requises. Cependant, la taille limitée de la plieuse peut constituer un obstacle pour certaines applications qui nécessitent des dimensions plus importantes.

Dans ce contexte, nous avons réalisé notre stage chez SERMO pour apporter notre contribution à la modification de la plieuse de tôle, en augmentant sa taille. Nous avons travaillé en étroite collaboration avec les ingénieurs et les techniciens de l'entreprise pour concevoir et mettre en place les modifications nécessaires pour obtenir une plieuse de tôle de 2000 MM.

Au cours de ce stage, nous avons étudié en détail les différents composants de la plieuse, en identifiant les éléments à modifier pour permettre l'augmentation de la taille. Nous avons également travaillé sur la conception de nouvelles pièces et leur fabrication.

Les résultats de notre travail ont été très satisfaisants, avec l'obtention d'une plieuse de tôle de 2000 mm qui répond aux exigences de qualité et de fiabilité de l'entreprise. Nous avons ainsi contribué à l'optimisation des performances de la plieuse et à l'amélioration de la productivité de l'entreprise.

Dans ce mémoire, nous décrirons en détail les différentes étapes de notre travail, les problèmes rencontrés, les solutions proposées et les résultats obtenus. Nous espérons que cette contribution pourra être utile à d'autres entreprises du secteur de la transformation de la tôle qui souhaitent augmenter la taille de leurs équipements de production

Chapitre 1 : on va faire une présentation de l'entreprise où nous avons effectué notre stage et exposition de la problématique de mémoire.

Chapitre 2 : Dans ce chapitre, nous effectuerons une recherche bibliographique sur la machine et présenterons une introduction générale sur les plieuses

Chapitre 3 : Dans ce chapitre, nous procéderons à notre étude et à nos calculs sur notre nouvelle plieuse, ainsi qu'à une simulation.

Chapitre 4 : Dans ce chapitre, nous proposerons une brève définition de la centrale hydraulique ainsi qu'une explication du fonctionnement du système hydraulique

*Chapitre 1*

---

**Présentation de l'entreprise et  
problématique**

---



## 1.1 Introduction

Sermo est une entreprise familiale, créée en 1991 pour être orienté vers l'étude et la Réalisation des machines pour le travail de la tôle.

L'atelier occupe une superficie de 1000 m<sup>2</sup> couverte et 1200 m<sup>2</sup> non couvert et des Bureaux sur 300m<sup>2</sup> Sise à Zone d'activité n°03 BP 63G, sortie nord de Boufarik Wilaya de BLIDA Sermo a fabriqué depuis cette date et mis sur le marché algérien des centaines de Machine activant dans différents domaines tel que l'agriculture, l'éclairage public, la santé, mobilier scolaire, rayonnage métallique [1].



FIGURE 1.1 – l'entreprise SARL SERMO Machines [1]

## 1.2 Fiche technique de l'entreprise

**-Nom ou raison social :** Sarl SERMO

**-Date de création :** juin 1991

**-Activité :** fabricant de machines pour le travail de la Tôle

**Produit fabriqués :** ligne de profilage, ligne de dressage, ligne de refendage et Cintreuse de tube manuelle et hydraulique

**-Nom du gérant : KHELIFI Brahim**

**-Nombre de travailleur : 27**

**-Adresse : Zone d'activité n°03Bp 63G sortie nord de Boufarik w Blida**

**-Tel : 025 28 39 24**

**-Fax : 025 28 39 22**

**-Email : sermo.dz@gmail.com [1]**



FIGURE 1.2 – Plaque métallique de l'entreprise SERMO Machines [1]

### 1.3 Organigramme de l'entreprise :

la structure de l'entreprise SERMO MACHINES est donnée dans l'organigramme suivant :

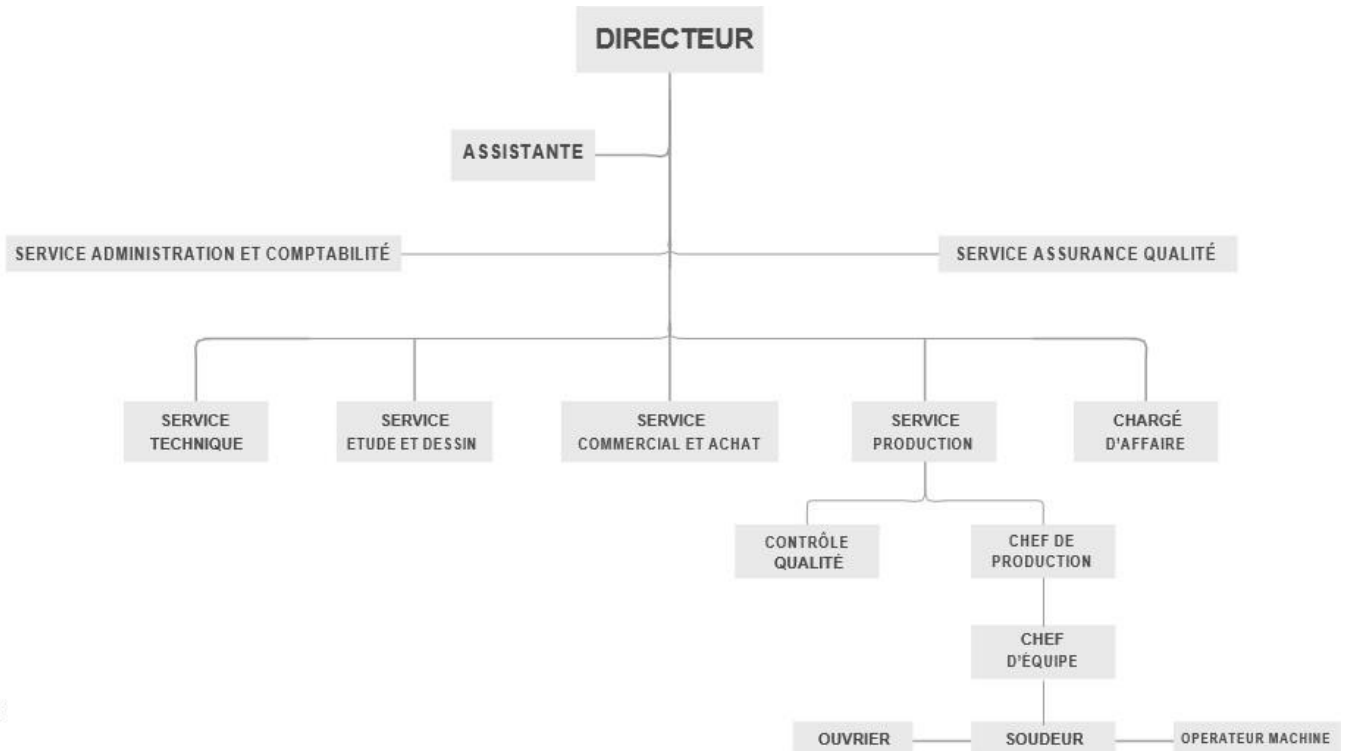


FIGURE 1.3 – organigramme de l'entreprise Sermo [1]

## **1.4 Problématique**

### **1.4.1 Etude de l'existant**

La machine plieuse de tôle permet de former des angles à partir de feuilles de tôle, avec des arêtes rectilignes ou légèrement arrondies. Elle peut être actionnée par différents mécanismes tels que des vérins hydrauliques, pneumatiques, mécaniques ou à sommier.

### **1.4.2 Problématique**

Selon les besoins de ses clients, l'entreprise SERMO Machines souhaite développer une plieuse de tôle (plieuse pneumatique L1250 avec une largeur de 1250mm), capable de plier des tôles de 2000 MM. Suite à une étude de marché en Algérie, le directeur a pris la décision de lancer ce nouveau produit au sein de son entreprise, afin de répondre à la demande des clients, d'attirer de nouveaux clients et de diversifier son catalogue de produits.

### **1.4.3 Solution proposé**

Dans le but de résoudre cette problématique, il est essentiel de trouver une solution appropriée qui permettra d'augmenter la productivité et garantir la qualité du produit final. Cette solution consistera en l'étude et la conception d'une machine plieuse de tôle spécifiquement adaptée aux besoins de l'entreprise.

## **1.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons commencé en présentant l'entreprise, en fournissant une brève description et en incluant une photo de son extérieur. Par la suite, nous avons dressé une fiche technique détaillée qui met en évidence les caractéristiques clés de l'entreprise. Ensuite, nous avons examiné la problématique particulière rencontrée par l'entreprise. Enfin, nous avons proposé une solution adéquate pour résoudre cette problématique et répondre aux besoins spécifiques de l'entreprise.

*Chapitre 2*

---

**Étude bibliographique**

---

## 2.1 Introduction

Les plieuses de tôle sont des machines essentielles dans l'industrie de la fabrication et de la construction métalliques. Elles permettent de façonner et de plier des feuilles de métal selon des angles précis et des spécifications exactes. Que ce soit pour la production de pièces automobiles, de boîtiers électroniques, de meubles en métal ou même de structures architecturales, les plieuses de tôle jouent un rôle crucial dans la création de produits finis de haute qualité.

Ces machines sont conçues pour manipuler différents types de tôles, tels que l'acier, l'aluminium, l'acier inoxydable et d'autres alliages métalliques. Grâce à leur polyvalence, elles offrent une grande flexibilité dans la réalisation de diverses formes et dimensions, permettant ainsi aux fabricants de répondre aux besoins spécifiques de leurs clients.

Les plieuses de tôle modernes sont équipées de commandes numériques avancées, ce qui facilite leur utilisation et leur programmation. Les opérateurs peuvent saisir les paramètres de pliage souhaités, tels que l'angle, la longueur et la position du pli, dans le système de contrôle, et la machine effectuera les opérations avec une précision remarquable. Cela permet d'obtenir des résultats constants et répétables, réduisant ainsi les erreurs et les rebuts.

En résumé, les plieuses de tôle sont des machines indispensables pour les industries qui travaillent avec des matériaux métalliques. Leur capacité à façonner précisément les tôles selon des spécifications spécifiques, combinée à leur polyvalence, leur précision et leur productivité, en font des outils essentiels pour la fabrication de produits métalliques de haute qualité.

## 2.2 Présentation de la plieuse

La presse de tôle est un équipement essentiel dans le domaine de la tôlerie et de la fabrication de pièces métalliques. Elle permet de donner forme aux feuilles de métal en les pliant, en les perforant ou en les découpant selon les besoins de la production. Grâce à ses capacités de précision et de rapidité, la presse de tôle est un outil indispensable pour les industries qui ont besoin de produire des pièces métalliques de haute qualité en grande quantité. Dans ce chapitre, nous allons explorer les différents types de presses de tôle, leur fonctionnement et leur utilisation dans divers secteurs industriels.

## 2.3 L'histoire de la plieuse

L'histoire de la machine plieuse de tôle remonte à la fin du XIXe siècle, lorsque la première plieuse manuelle a été développée pour plier des feuilles de métal de petite taille. Au fil du temps, la plieuse de tôle a subi des améliorations significatives pour répondre aux besoins des industries de la tôlerie et de la chaudronnerie. Les machines manuelles ont été remplacées par des machines hydrauliques et électriques plus avancées, offrant des fonctionnalités automatisées et une précision accrue. Aujourd'hui, la plieuse de tôle est largement utilisée dans la fabrication de produits en métal tels que les boîtes, les armoires électriques, les pièces automobiles et les équipements de construction. Les machines modernes sont capables de plier des feuilles de métal de différentes épaisseurs et tailles avec une grande précision, offrant ainsi une grande flexibilité dans la production industrielle [2]

## 2.4 Composant d'une presse plieuse

Notre presse plieuse se constitue essentiellement de :

- **Bâti**

C'est le squelette de la machine qui accueille les différents organes. Il est dimensionné pour résister à la contrainte maximale de service et est en forme de col de cygne pour faciliter l'accès à la table et au coulisseau, constitué de deux montants en tôle forte d'acier de nuance E24 et d'épaisseur de 30mm.

- **La table**

C'est la surface sur laquelle la tôle est posée avant d'être pliée. Elle est équipée de butées latérales et arrière pour maintenir la tôle en place pendant le pliage.

## **Coulisseau**

C'est l'élément mobile de la plieuse qui exerce la force de pliage sur la tôle. Il est équipé d'une lame de pliage qui vient appuyer sur la tôle pour la plier.

- **Les vérins hydrauliques ou pneumatiques**

Ce sont les éléments qui fournissent la force de pliage au coulisseau. Ils sont commandés par une centrale hydraulique et permettent de régler la force de pliage en fonction de l'épaisseur de la tôle à plier.

- **Les butées arrière**

Ce sont des éléments qui permettent de positionner la tôle par rapport à la lame de pliage. Elles sont ajustables pour réaliser des pliages de différentes longueurs. [2]

## **2.5 Principe de pliage**

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



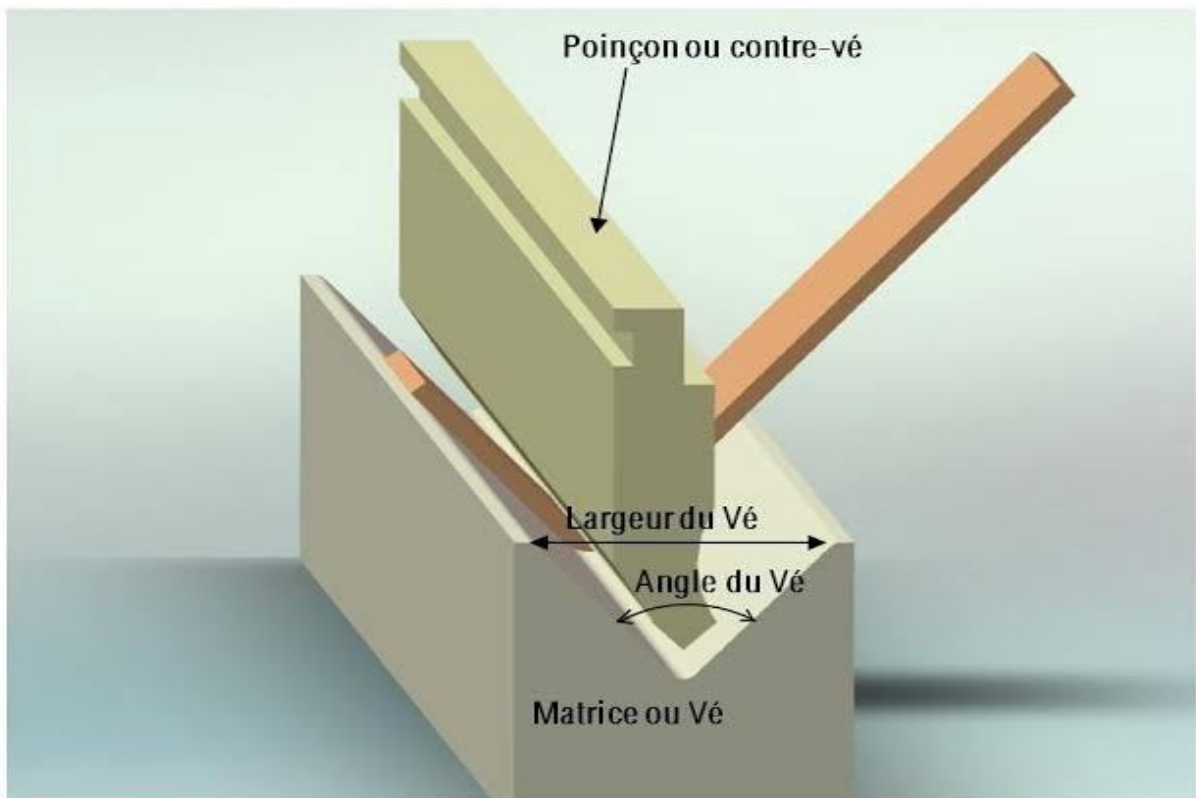


FIGURE 2.1 – poinçon et vé [3]

## 2.6 Les types de pliages

Le pliage sur presse-plieuse peut s'effectuer par deux procédés : - pliage en l'air - pliage à fond de matrice (en frappe)

- **Le pliage en l'air**

Lorsque le contre-vé descend dans le vé pour atteindre l'angle de pliage désiré, la tôle subit une déformation élastique qui la fait se déformer en sens inverse lorsque le contre-vé se relève. Ainsi, pour compenser cette élasticité du métal, il est nécessaire d'exercer une poussée supplémentaire en amont afin d'anticiper le retour de la tôle à sa position initiale [3].

- **Le pliage en frappe**

Lorsque le contre-vé pénètre dans la tôle pour la marquer, la déformation plastique prend le dessus sur l'élasticité du métal, ce qui supprime complètement le phénomène d'élasticité. C'est un processus de forgeage à froid qui se produit en fond de vé et qui permet d'obtenir l'angle de pliage souhaité. Cette méthode requiert une force de pliage bien plus importante que celle du pliage en l'air, pouvant aller jusqu'à 3 à 8 fois supérieure. Elle est principalement adaptée aux tôles d'une épaisseur maximale de 2 mm. [3]

## 2.7 Les types d'une presse plieuse

- Presse à matricer • Presse à forger • Presse à calibrer • Presse hydraulique à deux et quatre colonnes • Presse hydraulique à bâti en col de cygne • Presse à cintrer et à dresser • Presse à compression • Presse hydraulique à arcades • Presse hydrauliques à double effets • Presse mécanique • Presse pneumatique [3]

On peut rencontrer 3 types de machines les plus utilisés :

### ➤ **Presse-plieuse mécanique**

Le coulisseau de la machine sur lequel est monté le poinçon est actionné par un système bielle manivelle et excentrique le tout entraîné par un groupe moteur électrique et réducteur.[3]

Cette presse-plieuse présente à la fois des avantages et des inconvénients. En ce qui concerne les points positifs :

- ✓ **Puissance et capacité élevées** : Les presses plieuses mécaniques sont généralement capables de fournir une force de pliage élevée, ce qui les rend adaptées au pliage de tôles épaisses ou de grandes dimensions.
- ✓ **Contrôle précis** : Elles offrent un contrôle précis sur la vitesse, la pression et la course, ce qui permet d'obtenir des pliages précis et de haute qualité.
- ✓ **Durabilité** : Les presses plieuses mécaniques sont souvent robustes et conçues pour résister à des charges de travail importantes, ce qui en fait des machines durables et fiables.
- ✓ **Coût d'exploitation réduit** : Elles ne nécessitent pas de source d'énergie externe telle que l'air comprimé ou l'électricité, ce qui permet de réduire les coûts d'exploitation liés à l'utilisation de la machine. [4]

Cependant, il y a aussi certains inconvénients :

- × **Changements de configuration plus longs** : Comparées aux presses plieuses hydrauliques ou électriques, les presses mécaniques peuvent nécessiter plus de temps pour effectuer des changements de configuration, ce qui peut entraîner des temps d'arrêt supplémentaires.
- × **Bruyantes** : Les presses plieuses mécaniques peuvent produire du bruit important pendant leur fonctionnement, ce qui peut être gênant pour les opérateurs et nécessiter des mesures de réduction du bruit.

- × **Moins de flexibilité** : Elles peuvent être moins polyvalentes en termes de types de pliages et de matériaux traités par rapport à d'autres types de presses. Cela peut limiter leur utilisation dans certaines applications spécifiques. [4]



FIGURE 2.2 – Presse-plieuse mécanique [11]

### ➤ **Presse-plieuse hydraulique**

Sur cette machine la descente du coulisseau est assurée par un, deux ou trois vérins hydrauliques. Sur toutes ces machines, la longueur de course du coulisseau se règle facilement en fonction de la matrice ou vé, de l'épaisseur de la tôle et de l'angle de pliage. De plus le vé et le poinçon se démontent et se remontent facilement et rapidement [3]

Les avantages et inconvénients d'une presse plieuse hydraulique sont les suivants Les presses plieuses hydrauliques sont largement utilisées dans l'industrie de la tôlerie Avantages de la presse plieuse hydraulique :

- ✓ **Puissance élevée** : Les presses plieuses hydrauliques offrent une force de pliage élevée, ce qui les rend adaptées au travail sur des tôles épaisses ou de grandes dimensions.

- ✓ **Contrôle précis** : Elles permettent un contrôle précis de la vitesse, de la pression et de la course, ce qui permet d'obtenir des pliages précis et reproductibles. -Flexibilité : Les presses hydrauliques peuvent être utilisées pour différents types de pliages et une variété de matériaux, offrant ainsi une grande flexibilité dans les applications de fabrication.
  
- ✓ **Vitesses de travail élevées** : Elles peuvent fonctionner à des vitesses plus élevées par rapport aux presses plieuses mécaniques, ce qui peut accélérer les cycles de production.
  
- ✓ **Opérations polyvalentes** : Les presses plieuses hydrauliques peuvent être utilisées pour d'autres opérations de formage telles que l'emboutissage, l'estampage et la découpe.[5]

Inconvénients de la presse plieuse hydraulique :

- × **Coût initial plus élevé** : Les presses plieuses hydrauliques peuvent avoir un coût initial plus élevé par rapport aux autres types de presses en raison de la complexité de leur système hydraulique.
  
- × **Maintenance plus complexe** : Le système hydraulique nécessite une maintenance régulière, y compris la vérification et le remplacement des fluides hydrauliques, ainsi que l'entretien des composants hydrauliques.
  
- × **Encombrement** : Les presses hydrauliques ont généralement une empreinte plus importante en raison de la présence du système hydraulique, ce qui peut nécessiter plus d'espace dans l'atelier.
  
- × **Bruit** : L'utilisation du système hydraulique peut générer du bruit lors du fonctionnement de la presse plieuse, ce qui peut nécessiter des mesures de réduction du bruit.[4]



FIGURE 2.3 – presse plieuse hydraulique [12]

### ➤ Presse pneumatique

Est contrôlée en manipulant l'air comprimé. L'air est forcé dans un tube jusqu'à ce qu'il est plein d'air et applique une pression permettant de déplacer la presse. Une fois la course est terminée l'air est évacué à travers les valves et les ressorts entraine la pompe de se déplacer vers le haut.[3]

Les avantages et inconvénients d'une presse plieuse mécanique sont les suivants Avantages de la presse plieuse pneumatique :

- ✓ **Coût initial plus faible** : Comparée aux presses plieuses hydrauliques ou électriques, la presse plieuse pneumatique peut souvent être plus abordable en termes de coût d'acquisition.

- ✓ **Polyvalence** : Elle est adaptée à une large gamme de matériaux, y compris l'acier, l'aluminium et l'acier inoxydable, ce qui permet de travailler sur différents projets.
- ✓ **églages rapides** : Les pressions et les courses peuvent être facilement ajustées, permettant ainsi d'effectuer des changements rapides pour différents pliages.
- ✓ **Faible encombrement** : Les presses plieuses pneumatiques sont souvent compactes et prennent moins de place dans l'atelier.
- ✓ **Maintenance plus simple** : Elles ont généralement moins de composants complexes par rapport aux presses hydrauliques ou électriques, ce qui peut faciliter l'entretien et la réparation. [4]

Inconvénients de la presse plieuse pneumatique :

- × **Capacité limitée** : En raison de l'utilisation de l'air comprimé comme source d'énergie, les presses plieuses pneumatiques ont généralement une capacité de pliage inférieure par rapport aux autres types de presses. Elles peuvent ne pas convenir aux pliages de tôles épaisses ou de grandes dimensions.
- × **Moins de contrôle précis** : Les presses plieuses pneumatiques peuvent offrir moins de contrôle précis sur la vitesse et la pression par rapport aux presses hydrauliques ou électriques, ce qui peut entraîner une moindre précision dans les pliages.
- × **Bruit et vibrations** : L'utilisation de l'air comprimé peut générer du bruit et des vibrations, ce qui peut être inconfortable pour les opérateurs et nécessiter des mesures de réduction du bruit.
- × **Dépendance à la source d'air comprimé** : Une presse plieuse pneumatique nécessite une source d'air comprimé stable et fiable pour fonctionner correctement. Cela peut impliquer des coûts supplémentaires pour l'installation et l'entretien d'un compresseur d'air.[4]



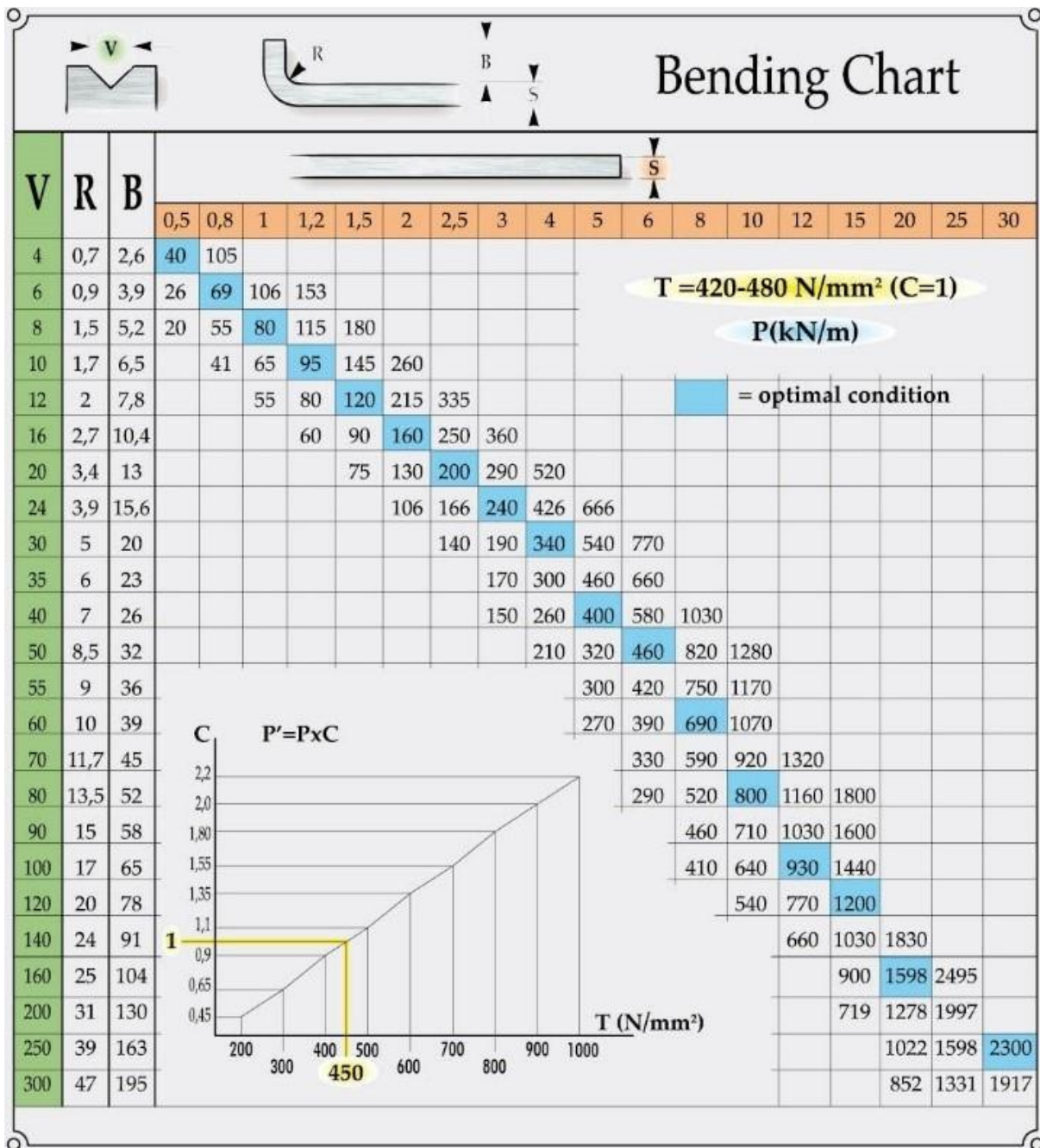
FIGURE 2.4 – presse plieuse pneumatique [13]

## 2.8 Effort de pliage

On peut déterminer l'effort nécessaire en pliage grâce au tableau suivant, qui dépend de l'épaisseur, du  $\nu$  choisi. Les forces ci-après sont données en KN/m [3]

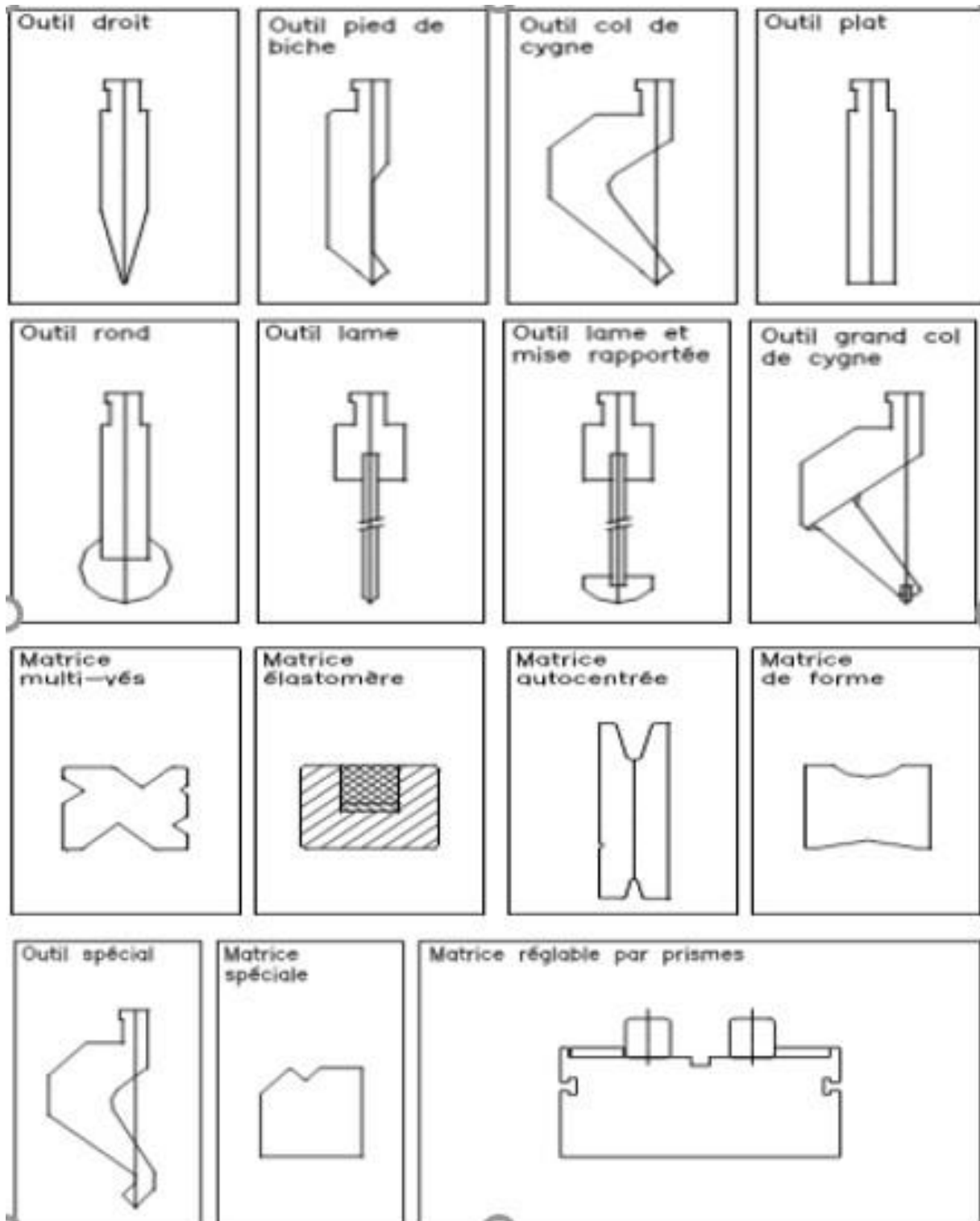


Tableau 2.1: Effort de pliage de tole : [14]





## 2.8.1 Différents types des matrices et poinçons : [15]



## **2.9 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude bibliographique sur les plieuses commençant par une définition ce qui nous à mener à présenter la machine, le principe de pliage et leurs types. Ainsi, nous avons cité les types des presse plieuse cité leurs avantages et inconvénients qui nous aide par la suite dans le calculs qui sera l'objet du chapitre suivant.

*Chapitre 3*

---

**Calculs et dimensionnements**

---

### 3.1 Introduction

La presse plieuse hydraulique est un équipement essentiel dans l'industrie de la tôlerie et de la métallurgie.

Elle est utilisée pour former des pièces métalliques en appliquant une force de pliage sur une matière première.

Le bon fonctionnement de cette machine repose sur deux composants principaux : le vérin hydraulique et le bâti de la presse.

Le vérin hydraulique est responsable de la transmission de la force nécessaire pour effectuer le pliage des pièces. Il convertit l'énergie hydraulique en une force mécanique capable de manipuler des matériaux résistants. Le dimensionnement du vérin est une étape cruciale dans la conception de la presse plieuse hydraulique, car il doit être capable de fournir la force requise tout en maintenant une stabilité et une précision adéquates.

Le bâti de la presse, quant à lui, constitue la structure principale de la machine. Il doit être suffisamment rigide pour résister aux forces générées par le vérin et aux charges de flexion pendant les opérations de pliage. Un dimensionnement adéquat du bâti est essentiel pour assurer la durabilité de la presse et garantir des performances optimales.

Dans ce projet d'études, nous nous intéressons particulièrement au dimensionnement du vérin hydraulique et du bâti de la presse plieuse hydraulique.

L'objectif est d'analyser les différents paramètres et contraintes liés à ces composants afin de proposer des solutions efficaces et sécurisées.

Pour ce faire, nous étudierons les principes fondamentaux de l'hydraulique, les caractéristiques des vérins disponibles sur le marché et les normes de sécurité en vigueur.

Nous examinerons également les propriétés mécaniques des matériaux utilisés dans la construction du bâti et les méthodes de calcul pour assurer sa résistance et sa stabilité.

Enfin, nous mettrons en œuvre des outils de modélisation et de simulation pour évaluer les performances du vérin et du bâti dans différentes conditions de fonctionnement. Nous prendrons en compte des facteurs tels que la charge maximale, la vitesse de pliage, les contraintes mécaniques et les efforts de fatigue

### 3.2 Détermination de l'effort de pliage :

#### Données :

Epaisseur : e 1.5mm

Longueur L 2000mm

Matériaux acier S235

Course C=200mm

En utilisant la formule suivante, on peut déterminer l'effort de pliage F :

$$F = \frac{C \times L \times R_m \times e^2}{V} \quad [5] \quad (1)$$

**C**: coefficient qui dépend de V

**V** : ouverture de la matrice (mm).

**R<sub>m</sub>** : résistance à la flexion (N/mm<sup>2</sup>).

**e** : épaisseur de la tôle (mm).

**L** : longueur de la tôle (mm)

Choix du Vé est déterminé à partir du tableau :

On à l'épaisseur 1.5mm alors d'après (tableau 2.1) on trouve :  $V= 12$

Et on peut déterminer aussi C coefficient qui dépend de V :

$$C = \frac{1+(4xe)}{V} \quad [6] \quad (2)$$

Application Numérique :

$$C = \frac{1+(4 \times 1.5)}{12}$$

$C = 1.5$

Rm de l'acier S235 :

pour déterminer le Rm de l'acier S235 On a ce tableau :

**Tableau 3.1** : Caractéristiques mécanique de l'acier S235 : [5]

Matériau	Acier S235
Module d'élasticité / <i>Modulus of elasticity</i>	20500 Mpa
Coefficient de Poisson / <i>Value by Poisson</i>	0.3
Densité / <i>Density</i>	7800 kg/m <sup>3</sup>
Résistance à la rupture / <i>Elongation at break</i>	340
Résistance à la traction / <i>Tensile strength</i>	340
Limite élastique à la traction / <i>Tensile yield strength</i>	235

Application Numérique :

$$F_{\text{acier}} = \frac{C \times L \times R_m \times e^2}{V} \quad \rightarrow \quad F = \frac{1.5 \times 2000 \times 340 \times (1.5)^2}{12} \quad (3)$$

$F_{\text{acier}} = 191250 \text{ N} \rightarrow F = 19125 \text{ daN} \rightarrow F = 19.125 \text{ tonnes}$

### 3.3 Choix du vérin :

Pour choisir le vérin il faut d'abord faire les calculs suivants :

#### 3.3.1 Calcul de la vitesse du vérin double effet :

Donnés :

Temps de pliage  $t = 10\text{sec}$

La plus grande course nécessaire de pliage de tôle  $C = 200\text{mm}$

On a la relation suivante :

$$v = \frac{c}{\Delta t} \quad [7] \quad (4)$$

$$\frac{0.2}{10} \rightarrow v = \mathbf{0.02 \text{ m/s}}$$

$t = 10$

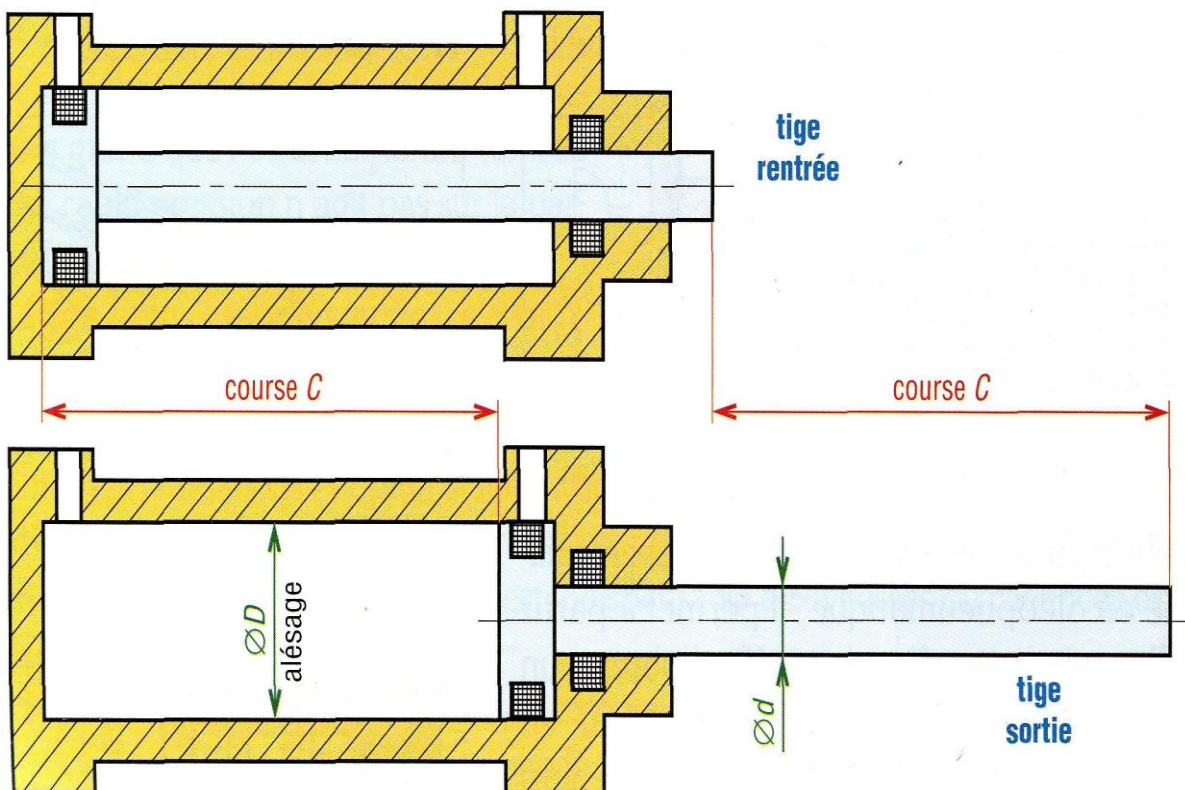


FIGURE 3.2 – la tige de vérin [6]

### 3.4 Détermination de diamètre de la tige et le piston du vérin :

#### 3.4.1 Calcul de longueur de flambage :

$$\text{On a : } L = C \times K \quad [5] \quad (5)$$

L : longueur libre de flambage

K : coefficient du mode de fixation

C : course nécessaire de pliage de tôle C= 200mm

-d'après le tableau 3.2 des types de fixations on a : tourillons avant (articulation non guidée)

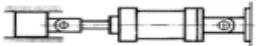
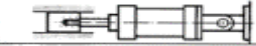









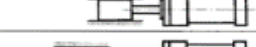



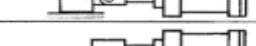

K= 2

- Application Numérique :

$$L = K \times C \rightarrow L = 2 \times 200$$

$$L = 400\text{mm}$$

Tableau 3.2: types de fixations [16]

désignation	extrémité de tige	type de montage	coefficient K
articulations arrières			2
			1,5
			4
tourillons intermédiaires (placés sur le 1/3 avant du corps)			1,5
			1
			3
tourillons avant			1
			2
équerres			0,7
			0,5
			2
bride avant			0,5
			0,7
			2
bride arrière			1
			1,5
			4

### 3.5 Condition de résistance au flambage :

$$F_s < F_c$$

Avec :

$$F_c = \frac{E \times I_{Gz} \times \pi^2}{L^2} \quad [5] \quad (6)$$

$$I_{Gz} = \text{moment quadratique de la tige} = \frac{\pi \times d^4}{64} \quad (\text{mm}^4)$$

E = module d'élasticité de la tige = 210000MPa

L = longueur libre de flambage L= 400mms

S : coefficient de sécurité s=2.5

**Tableau 3.3:** coefficient de sécurité : [16]

Coefficient de sécurité (s)	Condition générales de calculs (sauf réglementation particulière)
1.5 à 2	Cas exceptionnels de grande légèreté hypothèse de charges surévaluées
2 à 3	Construction où l'on recherche la légèreté (activation). Hypothèse de calcul la plus défavorable (charpente avec Ventoux neige, engrenage avec une seul dent en prise ...)
3 à 4	Bonne construction, calcul soignés, haubans fixes.
4 à 5	Construction courante (légère efforts dynamique non pris en compte, Treuils)
5 à 8	Calcul sommaires, efforts difficiles à évaluer (cas de chocs, mouvement alternatifs, appareils de levage, manutention).
8 à 10	Matériaux non homogènes. Chocs, élingues de levage.
10 à 15	Chocs très importants, très mal connus (presse). Ascenseurs.



$$F \cdot s < \frac{E \times IGz \times \pi^2}{L^2}$$

$$F \cdot s < \frac{E \times \pi \times d^4 \times \pi^2}{L^2 \times 64}$$

$$d^4 > \frac{64 \times L^2 \times F \times s}{\pi^3 \times E}$$

Application Numérique :

Puisque on a deux vérins hydrauliques donc :

$$F = \frac{F_{\text{acier}}}{2} = 2 = 191250/2 = \boxed{95625 \text{ N}}$$

$$d > \sqrt[4]{\frac{64 \times 400^2 \times 95625 \times 2.5}{\pi^3 \times 210000}} = \boxed{24.76 \text{ mm}}$$

Donc pour vérifier la condition de résistance au flambage il faut que le diamètre de la tige soit supérieur à 24.76 mm.

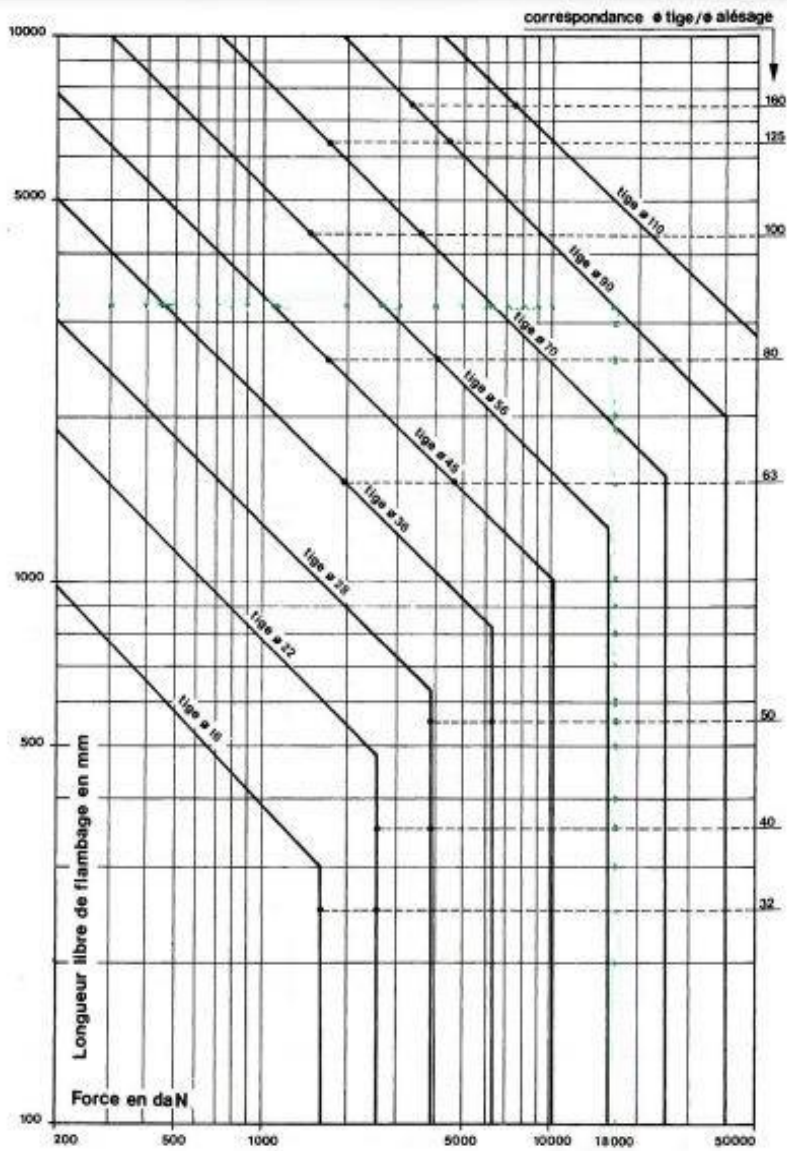


FIGURE 3.5 – longueur de flambage [16]

D'après la figure 3.5 et pour une force de 95625 N et longueur de 400mm le point de rencontre sur le graphe de ces deux grandeurs se trouve entre le diamètre 36 mm et 45 mm. Il faudra toujours prendre le diamètre supérieur, c'est à dire 45 mm.

tableau 3.4 le diamètre de tige de vérin : [16)

∅ piston [mm]	25		32		40		50		63		80		100		125		160		200	
∅ tige [mm]	12	18	14	22	18	28	22	36	28	45	36	56	45	70	56	90	70	110	90	140
Longueur d'amortissement Lf [mm]	20		20		29		30		30		30		32		32		40		46	
Section d'amortissement [cm <sup>2</sup> ] → S1	4,5		74		11,9		18,5		29,1		46,4		73,2		114		189		294	
Section d'amortissement [cm <sup>2</sup> ] ← S2	3,58	2,07	6	3,89	8,7	5,49	14,3	8,2	19,8	13,8	32	23,8	53	37,8	82	56	134	102	243	151

**N.B.:** Pour les servo-vérins avec capteurs, la surface S1 peut être considérablement réduite, consulter notre bureau technique pour les valeurs des masses amorties suivant les différentes conditions de travail et pour toutes autres informations.

Et puis on trouve sur le tableau 3.4 deux choix de diamètre de tige

dtige.1 = 45mm et Dpiston.1=63mm

dtige.2 = 45mm et Dpiston.2=100mm

### 3.6 Détermination de pression du vérin :

Pour  $D1 = \emptyset 63\text{mm}$

$$P1 = \frac{F}{S1} = \frac{4 \times F}{\pi \times D1^2} = \frac{4 \times 95625}{\pi \times 63^2} = 30.67\text{Mpa} = \boxed{306 \text{ bar}} \quad (7)$$

Pour  $D2 = \emptyset 100\text{mm}$

$$P2 = \frac{F}{S2} = \frac{4 \times F}{\pi \times D2^2} = \frac{4 \times 95625}{\pi \times 100^2} = 12.17 \text{ Map} = \boxed{121 \text{ bar}}$$

On prend comme considèrent la perte de charge égale (10 à 15%) d'où la pression devient

$$P'1 = P1 + P1 \times 15\% = 306 + 306 \times 0.15 = \boxed{351.9 \text{ bar}}$$

$$P'2 = P2 + P2 \times 15\% = 121 + 121 \times 0.15 = \boxed{139.15 \text{ bar}}$$

Pour la raison d'économie on doit choisir une pompe qui génère la pression minimale

$$P'2 = 139.15 \text{ bar}$$

### 3.6.1 Caractéristique du vérin :

Diametre de la tige : 45mm

Diametre du piston : 100mm

Pression :139.15 bar

### 3.7 Détermination des débits en poussant et en tirant :

#### 3.7.1 Calcul de débit en poussant :

$$Q_{v,p} = V \times S \quad [7] \quad (8)$$

On a :

V : la vitesse égale à 0.02m/s

$$S : \text{la section } S = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

Application numérique :

$$Q = 0.02 \times 10^3 \times \left( \frac{\pi \times 0.1^2}{4} \right) \times 60 \rightarrow Q = \boxed{9.42 \text{ L/min}}$$

#### 3.7.2 Calcul de débit en tirant :

$$Q_{vt} = v \times s$$

Avec :

V : la vitesse égale à 0.02m/s

$$S : \text{la section } S = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \quad (9)$$

Application numérique :

$$Q = 0.02 \times 10^3 \times \left( \frac{\pi \times (0.1^2 - 0.045^2)}{4} \right) \times 60 \rightarrow Q = \boxed{7.5 \text{ L/min}}$$

### 3.8 choix de la pompe :

Pour choisir la pompe il faut calculer le débit et on a les données suivantes :

Pression P=139.15bar

Vitesse v=0.02m/s

-1 Calcul du débit volumique :

$$Q = S \times V = \text{débit en poussant} \quad (10)$$

$$Q_{vp.theorique} = 0.02 \times 10^3 \times \left(\frac{\pi \times 0.1^2}{4}\right) \times 60 \rightarrow Q = \boxed{9.42 \text{ L/min}} [5]$$

D'après le catalogue on choisit une pompe à engrenage de type PFG-207

### 3.8.1 Caractéristique de la pompe :

Pression maxi = 230 bar

Cylindrée = 7 cm<sup>3</sup>/ tr

Débit = 9.7 L/min

Puissance absorbé = 4.4KW

Vitesse de rotation = 1500 tours/min

#### 3.8.1.1 Détermination du couple est les rendements de la pompe :

Donnés :

Vitesse de rotation = 1500tr/min

Puissance absorbé = 4.4 KW

On a :

$$P = C \times \omega \rightarrow C = \frac{P}{\omega} [5]$$

Avec : P : puissance fournie à l'arbre d'entraînement de la pompe par le moteur (W)

C : Couple d'entraînement de pompe en [Nm]

$\omega$  : Vitesse angulaire en [rad /s]

$$C = \frac{4400 \times 60}{2\pi \times 1500} = \boxed{28.01 \text{ Nm}}$$

#### 3.8.1.2 Rendement volumétrique :

$$\eta_{vo} = \frac{Q_{réel}}{Q_{théo}} = \frac{Q_{réel}}{Cyl \times N} \times 10^5 [5] \quad (11)$$

Avec :

$\eta_{vol}$  : Rendement volumétrique

Q<sub>réel</sub> : Débit réel = 9.4 (L/min)

Q<sub>théo</sub> : Débit théorique (L/min)

Cyl : Cylindrée = 7 (cm<sup>2</sup>)

N : Vitesse de rotation=1500 (tr/min)

### 3.8.1.3 Rendement hydromécanique :

$$\eta_{\text{hyd}} = \frac{1.59 \times \text{Cyl} \times P}{C} \quad [5] \quad (12)$$

Avec :

$\eta_{\text{hyd}}$  : Rendement hydromécanique

Cyl : Cylindrée 7(cm<sup>2</sup>)

P : Pression maximale de la pompe 230 (bar)

C : Couple 28.01 (Nm)

Application numérique :

$$\eta_{\text{hyd}} = \frac{1.59 \times 7 \times 230}{28.01} = 91.30\% = 0.91$$

Rendement total :

$$\eta = \eta_v \times \eta_{\text{hyd}} = 0.89 \times 0.91 = 0.99$$

## 3.9 Choix du réservoir :

Calcul de volume pour le réservoir :

D'une manière générale dans un système hydraulique simple, on trouve le volume D'un réservoir entre 0.8 et 2×Q.

Avec :

Q est le débit de la pompe

V est le volume de réservoir

Alors on a :

$$V = 2 \times Q \quad (13)$$

Application numérique :

$$V = 2 \times 9.7 = \boxed{19.4 \text{ L}}$$

### 3.10 Caractéristique du moteur électrique :

$$P_m = \frac{P_{abs}}{\eta} \quad (14)$$

$P_m$  : Puissance du moteur électrique (KW)

$P_{abs}$  : Puissance absorbée par la pompe (KW)

$\eta$  : Rendement de la pompe

#### Application numérique :

$$P_m = \frac{4.4}{0.91} = 5.5 \text{ KW}$$

D'après le catalogue de la marque CEMER on a choisi un moteur de type MS132S 4

#### 3.10.1 Caractéristique du moteur électrique :

Vitesse de rotation = 1440tr/min

Puissance normalise à 50Hz  $P_n = 5,5 \text{ KW}$

### 3.11 Etude de flexion sur la table de la matrice :

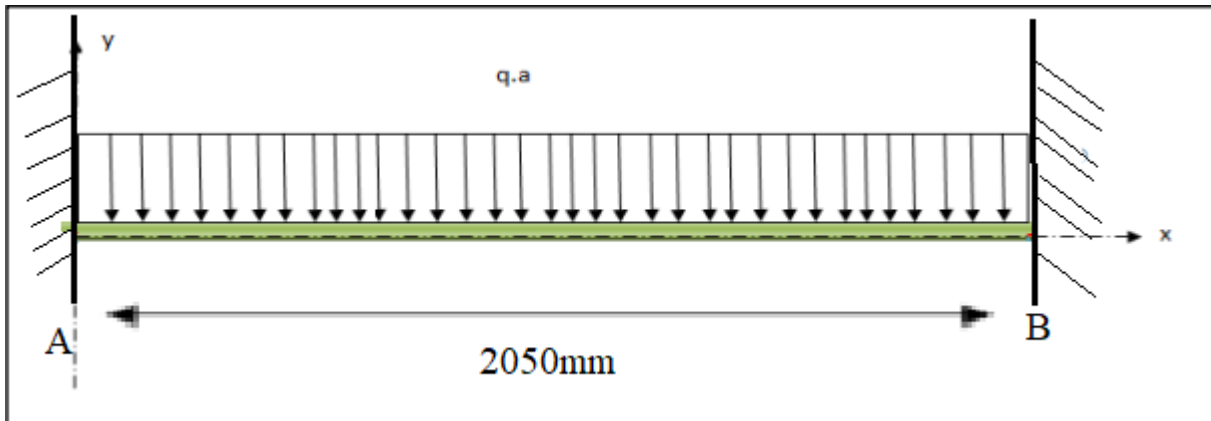


FIGURE 3.7 – Modélisation de la table de la matrice

Donnés :

L'effort de pliage  $F=191250\text{N}$

Largeur  $l=40\text{mm}$

Longueur  $L=2050\text{mm}$

Masse de la table  $M=\text{Kg}$

Martiaux utilisé : Acier de construction e24 S235 avec :

Limite élastique  $Re=235\text{Mpa}$

Module de Young  $E=210\text{GPa}$

Coefficient de poisson = 0.23

Coefficient de sécurité  $s=2,5$

Calcul de la charge exercé sur la table de la matrice :

On a :

$$P=M \times g \quad [8]$$

Avec :

- P : poids

- M : Masse

-  $g=10\text{m/s}$

$$\text{Application numerique : } P=M \times g=409 \times 10=4090\text{N}$$

$$Q=P+F \quad [8]$$

application numerique :

$$Q=P+F=4090+191250=195340\text{N}$$

avec

Q : charge totale



On prend par excès

Pour notre étude  $L=2050\text{mm}$

$$q = \frac{Q}{L}$$

application numerique

$$q = \frac{257215}{2050} = 95,28 \text{ N/mm}$$

Etude statique

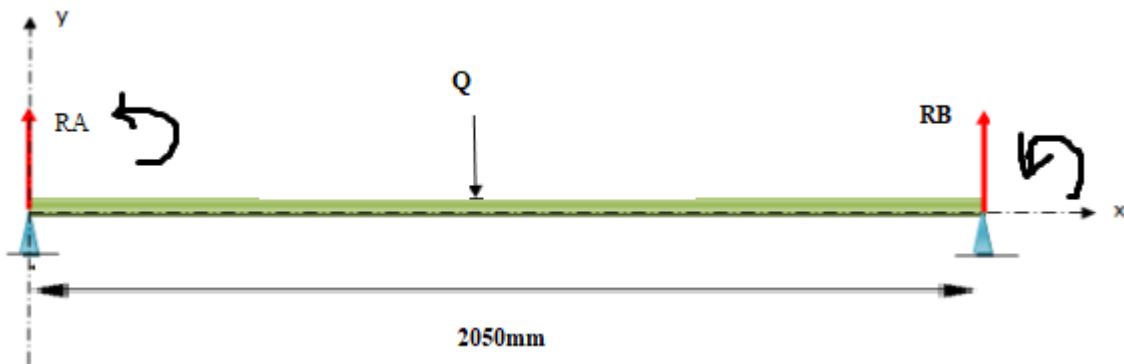


FIGURE 3.8 – schema equivalent

Calcul des réactions  $R_A$  et  $R_B$  On applique le P.F.S au point A

$$\sum f_{ext} = 0$$

$$\sum M_{f_{ext}/A} = 0$$

$$R_{ax} = \frac{q \times L}{2} = \frac{95.28 \times 2050}{2}$$

$$R_{ax} = 97662 \text{ N/mm}$$

$$R_{ax} = R_{bx} = 97662 \text{ N/mm}$$

Calcul de l'effort tranchant

$$T_a = -R_{ax} = -97662 \text{ N/mm}$$

$$T_b = R_{bx} = 97662 \text{ N/mm}$$

Calcul de moment de flexion

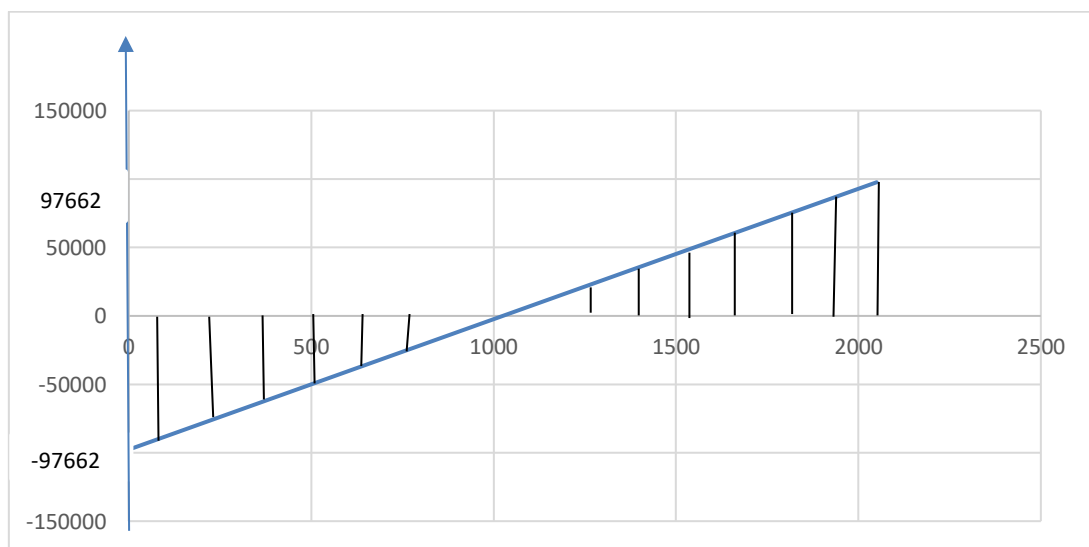
$$M_a = \frac{-q \times L^2}{12}$$

$$M_a = \frac{-95.28 \times 2050^2}{12} = -33367850 \text{ N.mm}$$

$$M_b = \frac{-q \times L^2}{12} = M_a$$

$$M_o = \frac{q \times L^2}{24} = \frac{95.28 \times 2050^2}{24} = 16683925 \text{ N.mm}$$

### Diagramme des efforts tranchants



Vérification de la résistance de la table de matrice :

**$\sigma_{max}$**  : contrainte normale maximale(MPa).

-**Rpe** : la résistance pratique à l'extension(MPa).

-**Re** : limite élastique(MPa).

- **IGz** : moment quadratique selon (G ) (mm<sup>4</sup>).

- **V** : la flèche (mm).

-**S** : coefficient de sécurité S=2.5

La poutre est soumise à la flexion simple. La condition de résistance à la flexion s'écrit comme suite :

$$\sigma_{max} \leq Rpe$$

$$\sigma_{max} \leq \frac{R_e}{s}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{fz \max} \times 6}{b \cdot h^2}$$

→ **Résistance pratique**  $Rpe = \frac{RE}{s}$

$\sigma_{max} \leq Rpe$  condition de résistance

$$\sigma_{max} = \frac{M_{fz \max} \times 6}{b \cdot h^2} \leq Rpe = \frac{R_e}{s}$$

$43.12 \leq 94$
-----------------

**La condition de résistance à la flexion est vérifiée**

⇒ Validation par RDM 6

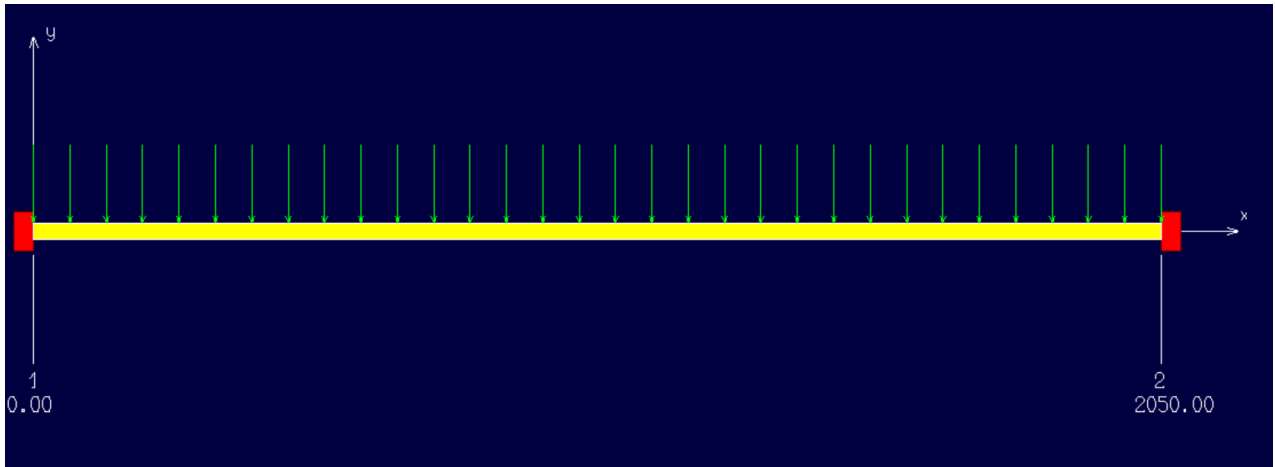


Figure 3.9 : Modélisation de la table du matrice

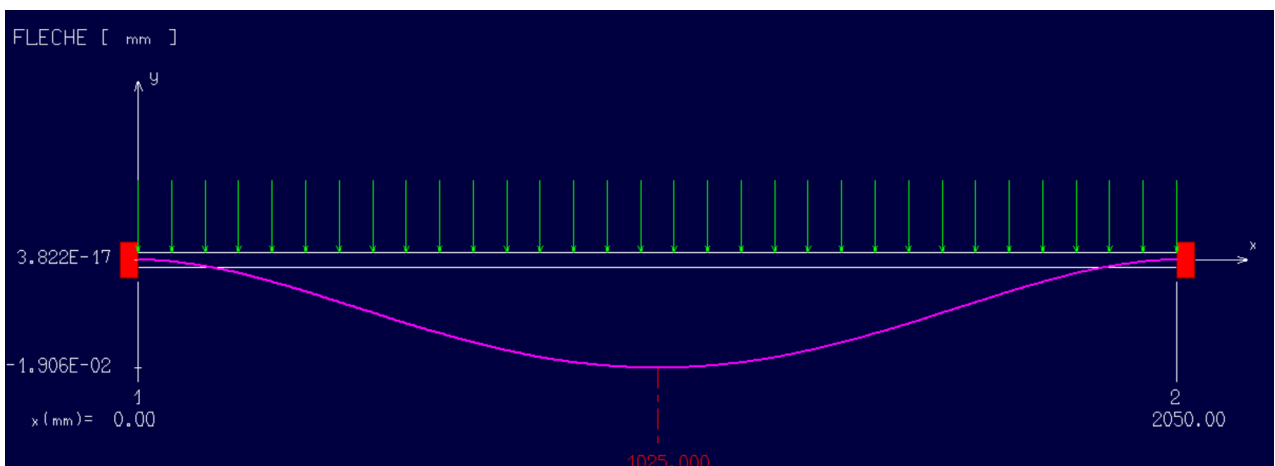


Figure 3.10: Flèche de table

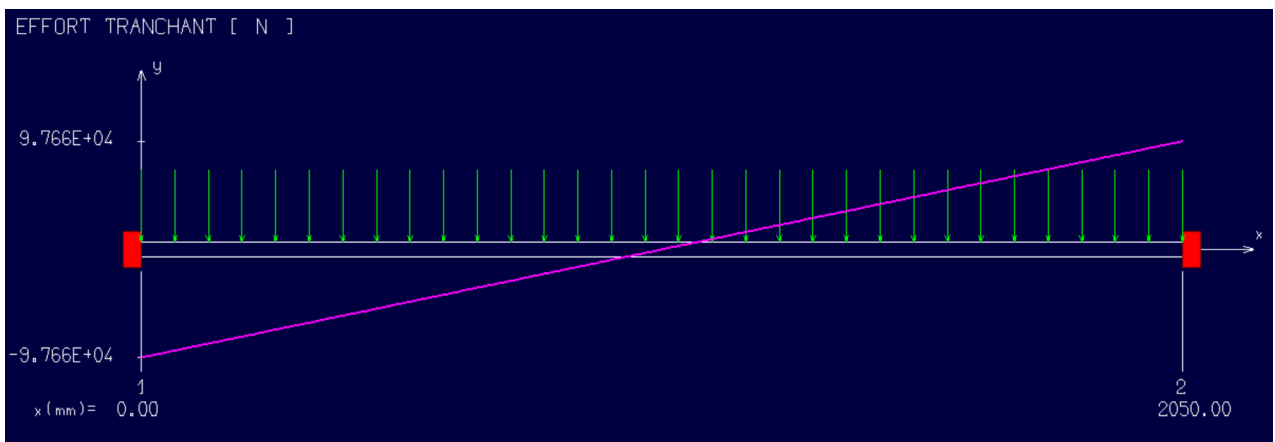
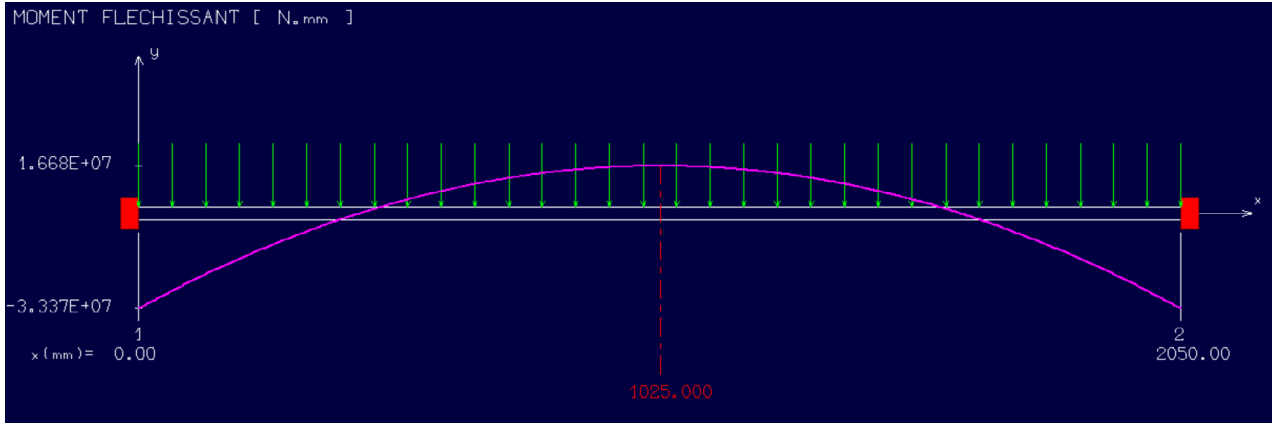


Figure 3.11: Diagramme d'effort tranchant



**Figure 3.12:** Diagramme de moment fléchissant

+-----+  
 | Flexion d'une poutre droite |  
 +-----+

Utilisateur : LAHIANI

Nom du projet :

Date : 4 décembre 2023

+-----+  
 | Données du problème |  
 +-----+

+-----+  
 | Matériau |  
 +-----+

Nom du matériau = Acier  
 Module de Young = 210000 MPa  
 Masse volumique = 818 kg/m<sup>3</sup>  
 Limite élastique = 275 MPa

+-----+  
 | Noeuds [ mm ] |  
 +-----+

Noeud 1 : x = 0.000

Noeud 2 : x = 2050.000

+-----+

| Section(s) droite(s) |  
+-----+

Noeuds 1 --> 2

Rectangle plein : LY = 690.0 LZ = 40.0 (mm)  
Aire = 276.00 cm<sup>2</sup>  
Moment quadratique : Iz = 109503.00 cm<sup>4</sup>  
Fibre supérieure : vy = 345.00 mm Wel.z = 3174.00 cm<sup>3</sup>  
Fibre inférieure : vy = 345.00 mm Wel.z = 3174.00 cm<sup>3</sup>

Poids de la structure = 462.82 N (g = 10.00 m/s<sup>2</sup>)

+-----+  
| Liaison(s) nodale(s) |  
+-----+

Noeud 1 : Encastrement  
Noeud 2 : Encastrement

+-----+  
| Cas de charge(s) |  
+-----+

Charge linéairement répartie : Noeuds = 1 -> 2 pyo = -95.28 pye = -95.28 N/mm

+-----+  
| Résultats |  
+-----+

+-----+  
| Déplacements nodaux [ mm , rad ] |  
+-----+

Noeud	Flèche	Pente
1	0.000000	0.000000
2	0.000000	0.000000

Dy maximal = 3.82221E-17 mm à x = 2050.000 mm  
Dy minimal = -1.90564E-02 mm à x = 1025.000 mm

+-----+  
| Efforts intérieurs [ N N.mm MPa ] |  
+-----+

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

Noeud	Ty	Mfz	Sxx
1	97662.00	-33367850.00	-10.51
2	-97662.00	-33367850.00	-10.51

Moment flechissant maximal = 16683925.00 N.mm à 1025.000 mm  
Moment flechissant minimal = -33367850.00 N.mm à 2050.000 mm

Contrainte normale maximale = 10.51 MPa à 2050.000 mm  
Contrainte normale minimale = -10.51 MPa à 2050.000 mm

+-----+  
| Action(s) de liaison [ N N.mm ] |  
+-----+

Noeud 1     $F_y = 97662.00$      $M_z = 33367850.00$   
Noeud 2     $F_y = -97662.00$      $M_z = -33367850.00$

+-----+  
| Informations sur le calcul |  
+-----+

Pivot minimal = 0.00000000000000E+0000



### 3.12 Simulation sous SOLIDWORKS

Notre étude numérique se fera sur la structure de la machine vue son importance dans le maintien des éléments de notre presse plieuse.

#### 3.12.1 Propriétés du matériau utilisé

Le comportement de la structure dépend des propriétés de notre matériau

L'acier utilisé est S235 :

Le S235 est un acier de construction non-allié qu'on utilise dans la construction des machines et des véhicules

Le tableau suivant nous donne la composition chimique de notre matériau

Désignation		Composition chimique %					
Abréviation	N° de qualité	FE	MN	C	SI	P	S
S235	1.1191	98.5	1.40	0.17...0.20	0.035	0.045	0.045

Tableau 3.5 : Composition chimique du matériau

Les caractéristiques mécaniques de l'acier S235

- Résistance à la traction : 360-510 MPa
- Limite d'élasticité : 235 MPa
- Allongement : 26%
- Module d'élasticité : 210 GPa

### 3.12.2 Géométrie fixe

Cette étape consiste à définir la partie fixe de la structure, dans notre cas on a appliqué la géométrie fixe sur les surfaces de la base comme le montre la figure 3.13.

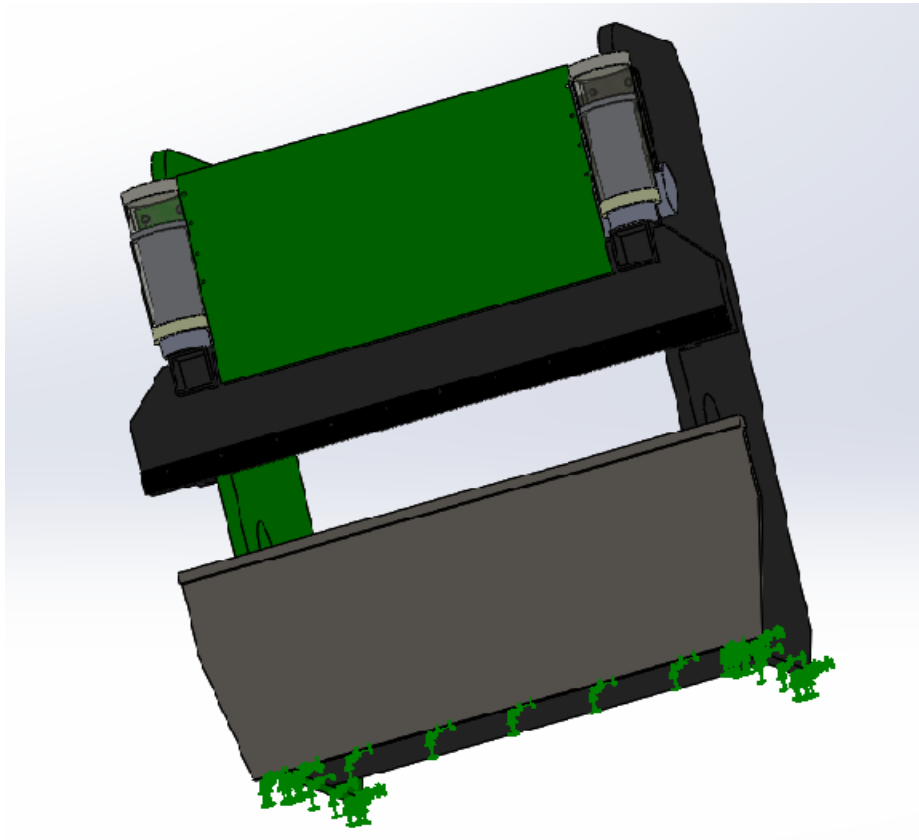


Figure 3.13 : Géométrie fixe

### 3.12.3 Forces appliquée

La figure 3.14 consiste l'application des forces sur la structure de la presse

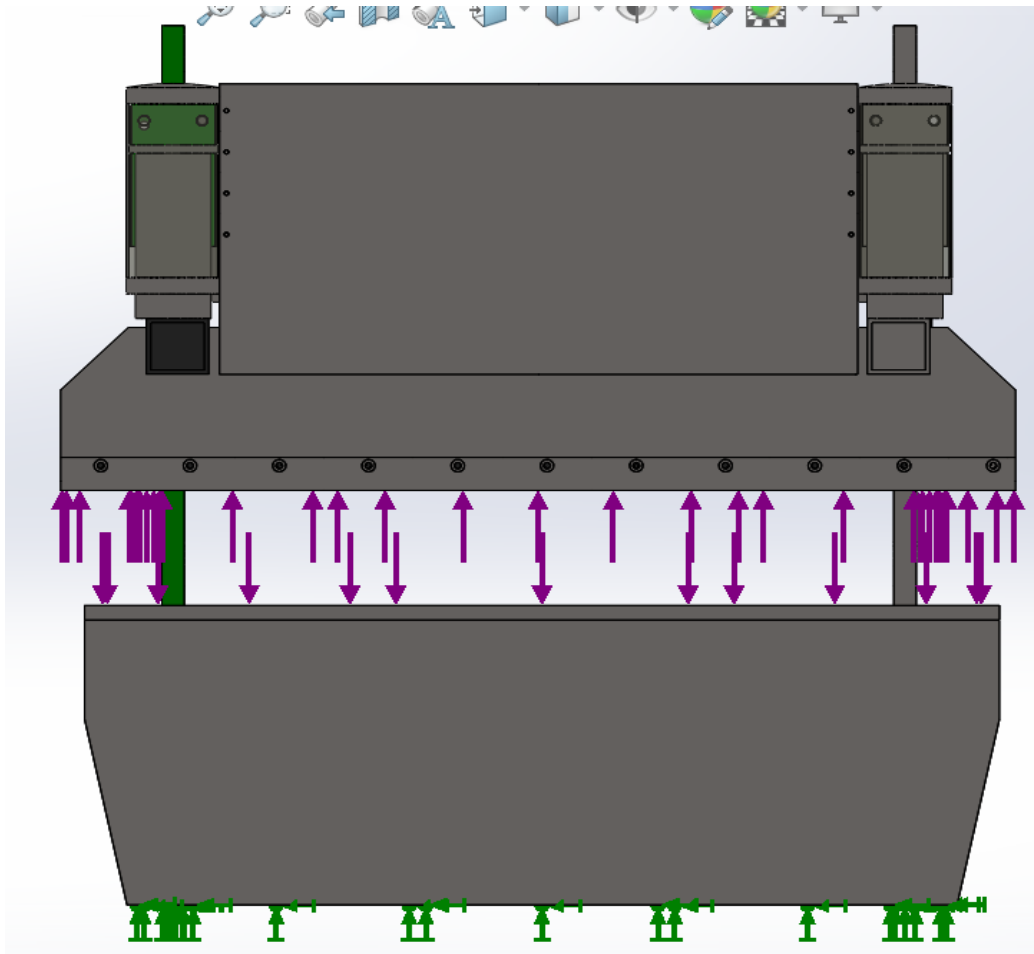


Figure 3.14: Application des forces sur la structure

### 3.12.4 Résultats de simulation pour une structure d'épaisseur de 30 mm

#### *a. Maillage :*

La figure 3.15 nous montre un maillage standard de qualité moyenne pour notre structure de 30mm

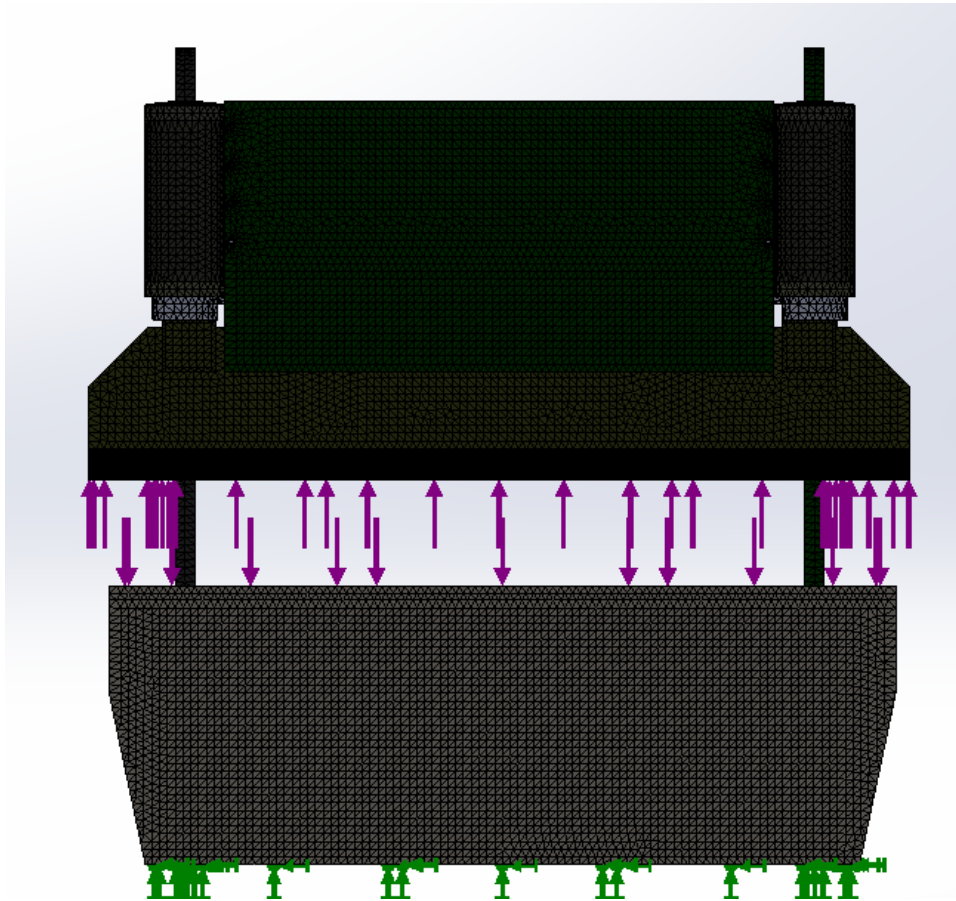


Figure 3.15 : Maillage de la structure avec 30 mm

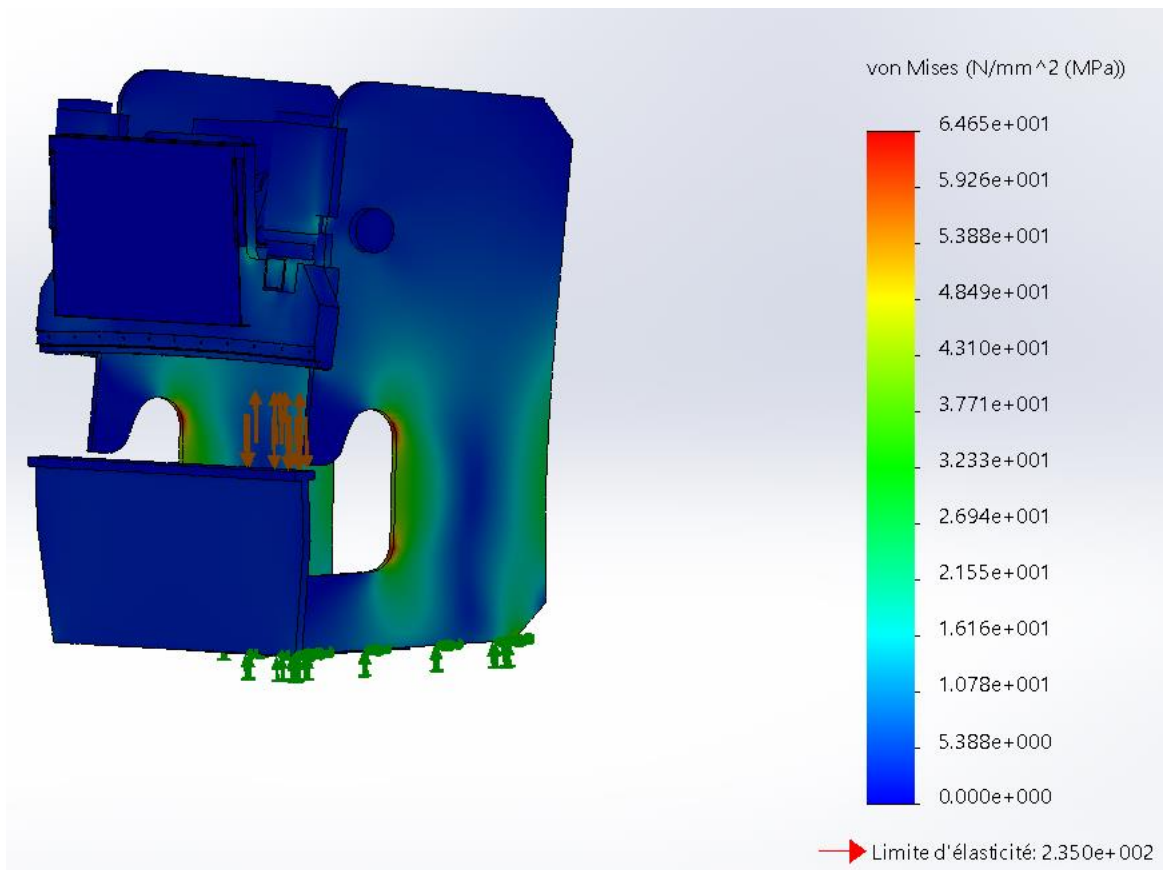
***b. Distribution des contraintes***

La figure 3.16 nous montre la distribution des contraintes de Von Mises la structure est soumise à une force de l'ordre 19.5 Tonne.

Il est remarquable que les zones les plus sollicitées (en rouge) se trouvent au niveau de la partie fixe de la structure

Le contraintes de von mises maximale de l'ordre 64.65 MPa est inférieur à la limite d'élasticité du matériau de l'ordre 235 MPa

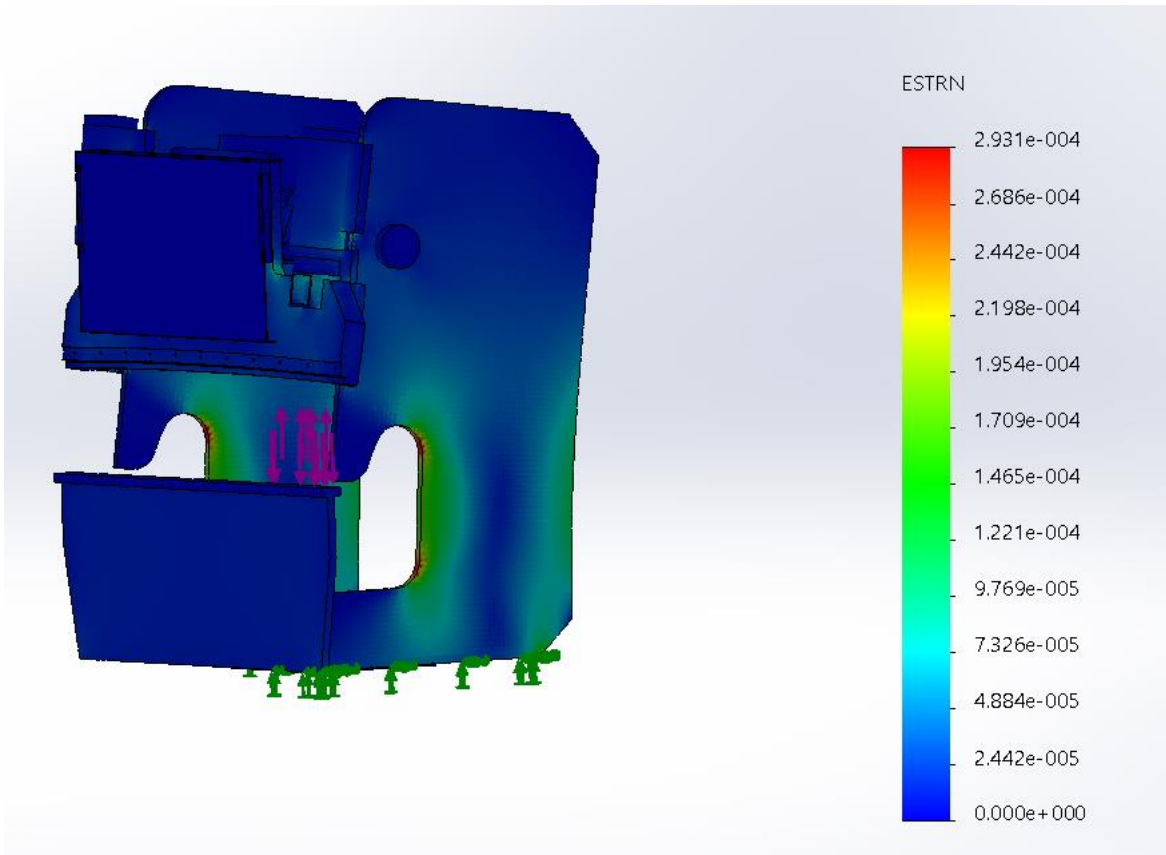
Le matériau va travailler dans le domaine



**Figure 3.16 : Distribution des contraintes de von Mises sur la structure de 30 mm**

*c. La déformation*

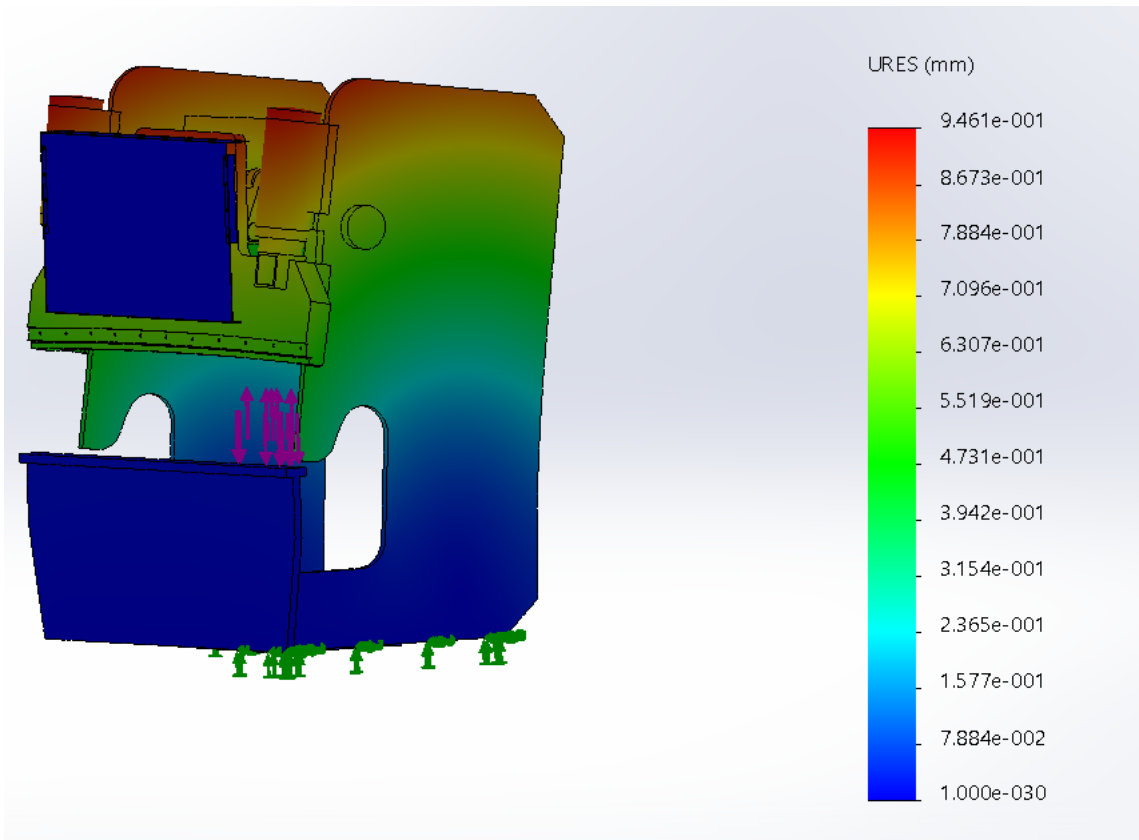
La déformation max dans ce cas est de l'ordre 0.00029 comme le montre la figure 3.17.



**Figure 3.17 : La déformation sur la structure de 30 mm**

*d. distribution des déplacements*

Le déplacement maximal dans ce cas est de l'ordre 7.3 mm comme le montre la figure 3.18.

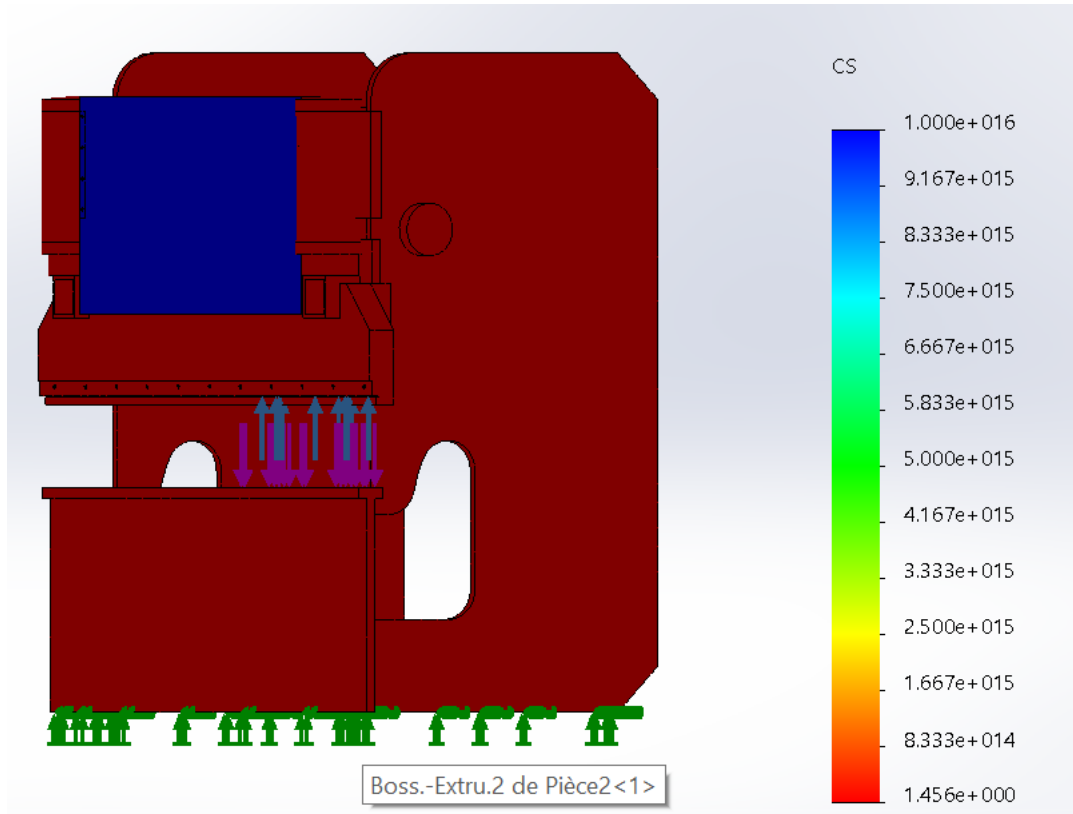


**Figure 3.18 : Distribution des déplacements sur la structure de 30 mm**

*e. Distribution des coefficients de sécurité*

La figure 3.19 illustre la distribution des coefficients de sécurité. La barre d'indication sur la droite de la figure nous montre que le coefficient de sécurité est de l'ordre 1.45

Le coefficient de sécurité dans ce cas est inférieur à 2.5, alors la structure ne va pas résister aux forces appliquées par les vérins hydrauliques



**Figure 3.19 : Distribution des coefficients de sécurité pour une structure de 30mm**



### 3.12.5 Résultats de simulation pour une structure d'épaisseur de 40 mm

#### a .Distribution des contraintes

La figure 3.20 nous donne la distribution des contraintes pour la structure de 40mm de la structure

Le contraintes de von mises maximale t de l'ordre 43.77 MPa est inférieur à la limite d'élasticité du matériau de l'ordre 235 MPa

Le matériau va travailler dans le domaine

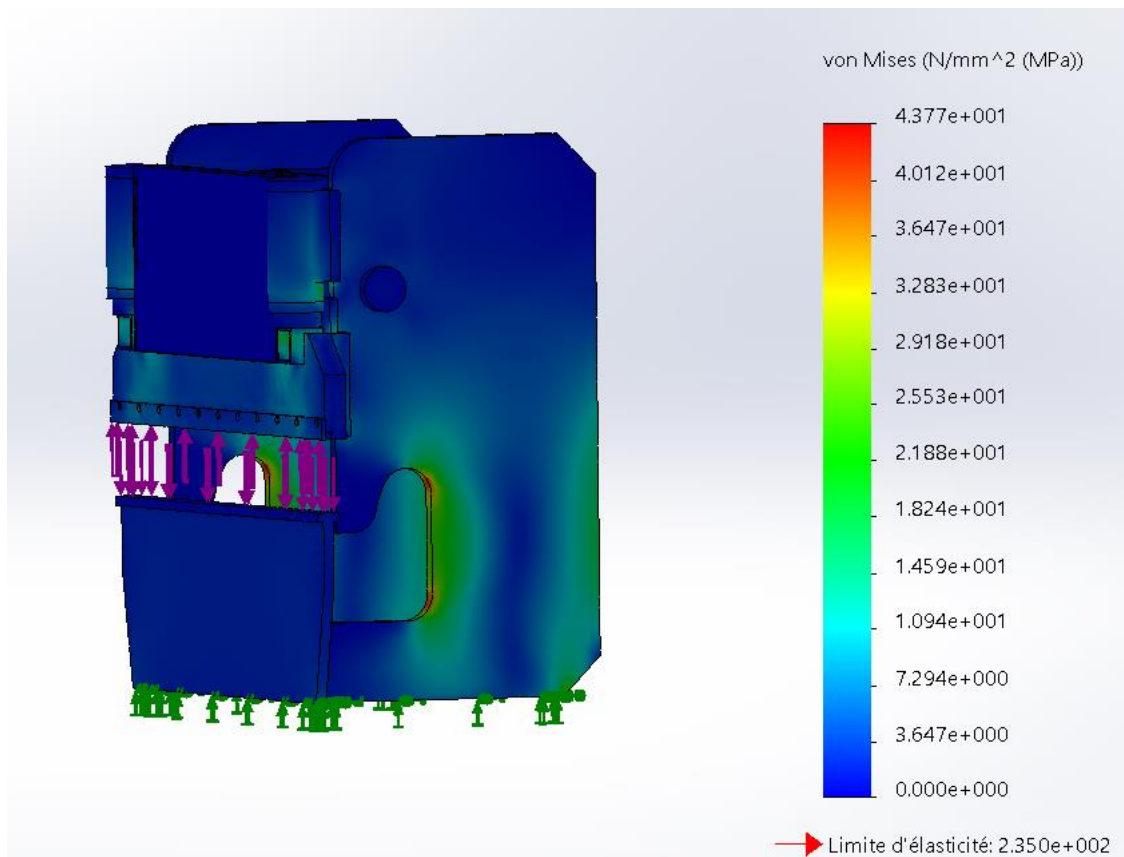
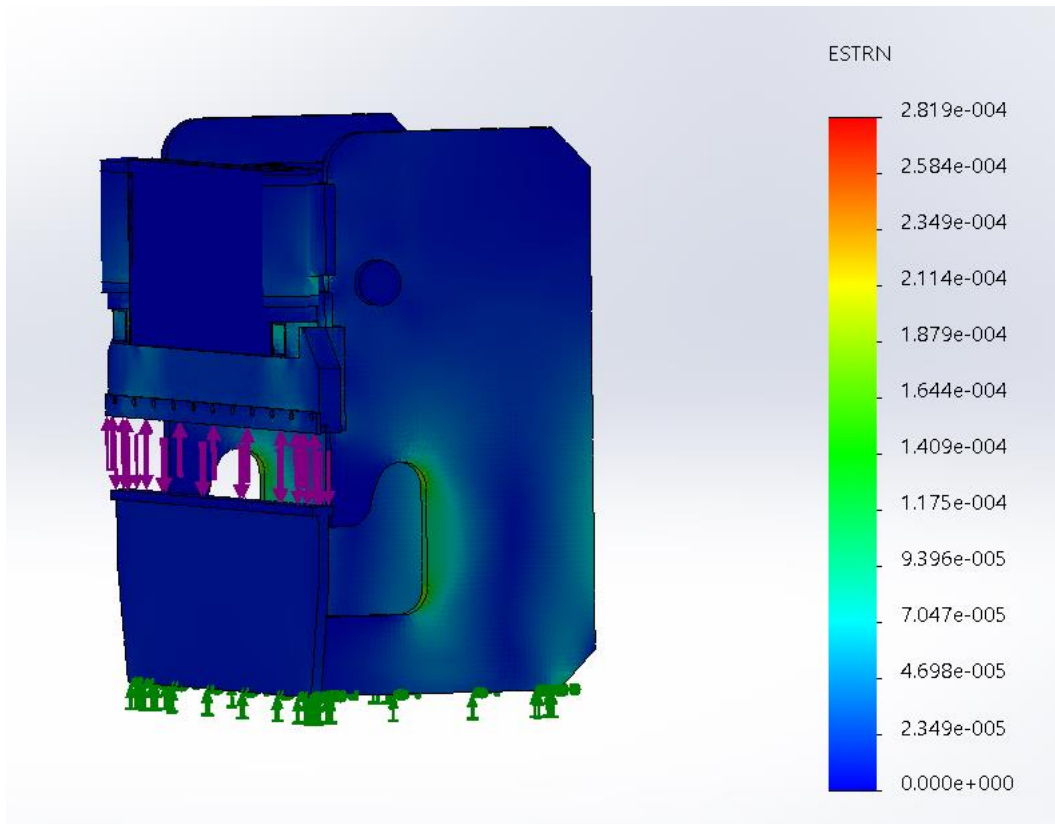


Figure 3.20 : Distribution des contraintes de von Mises sur la structure de 40mm

***b. La déformation***

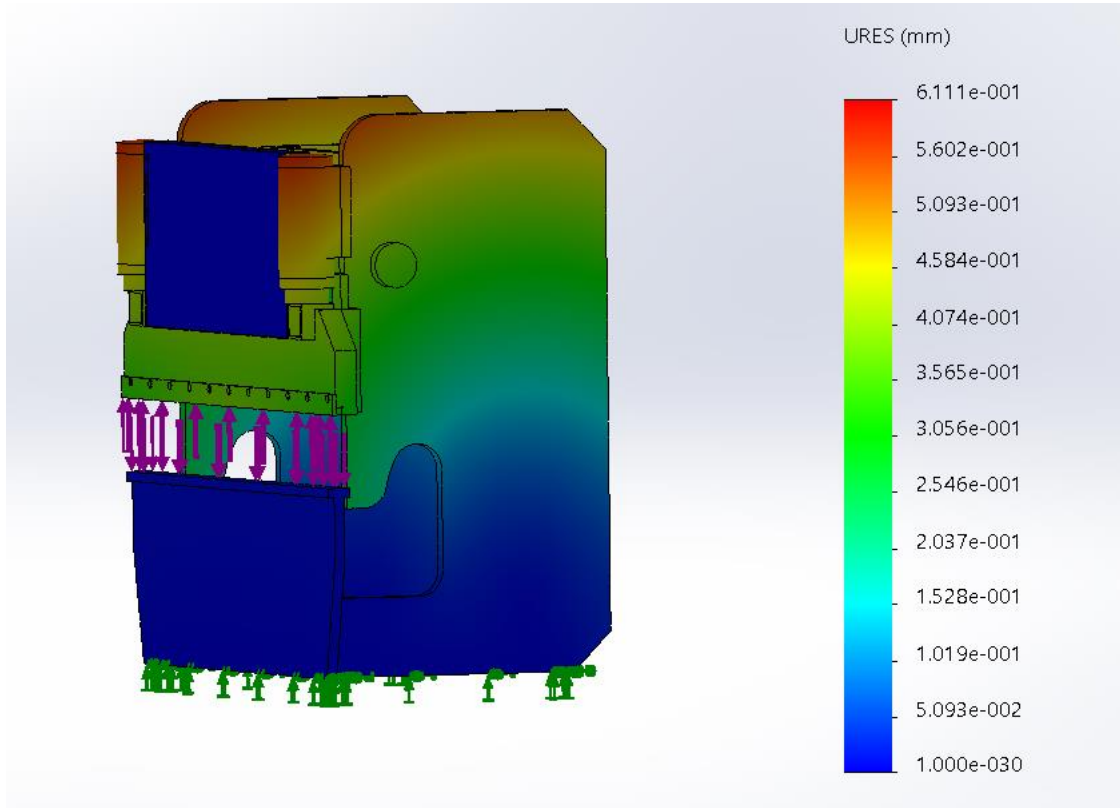
La déformation max dans ce cas est de l'ordre 0.00029 comme le montre la figure 3.21



**Figure 3.21: La déformation sur la structure de 40 mm**

***c. distribution des déplacements***

Dans ce cas le déplacement ne sera pas influant vu que le déplacement maximale est très petit de l'ordre de  $(6.111e-1)$  est presque nulle comme montre la figure 3.22.

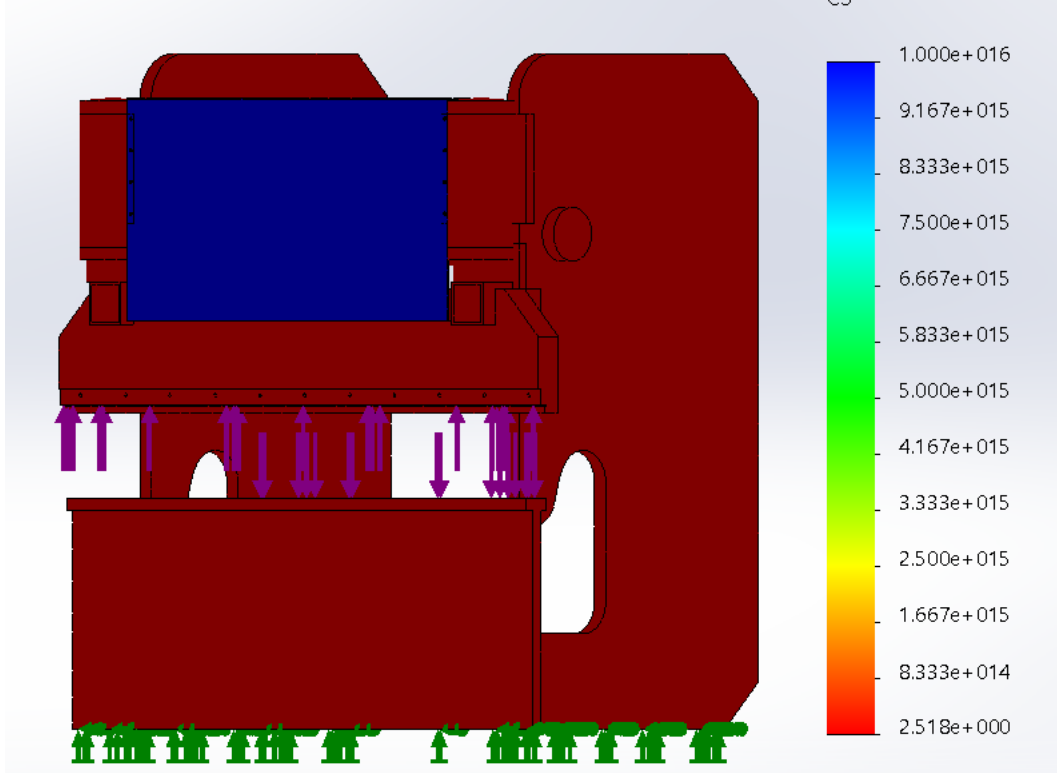


**Figure 3.22: Distribution déplacements sur la structure de 40 mm**

#### *d.distribution des coefficients de sécurité*

La figure 3.23 illustre la distribution des coefficients de sécurité. La barre d'indication sur la droite de la figure nous montre que le coefficient de sécurité est de l'ordre 2.518

Le coefficient de sécurité dans ce cas est supérieure à 2.5



**Figure 3.23 : distribution des coefficients de sécurité avec structure de 40 mm**

### **3.13 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons dimensionné et vérifié les différents composants de la machine et à la fin nous avons effectué une simulation avec les logiciels (solidworks et rdm6) pour vérifier la stabilité de la machine. On conclut que la structure de la presse hydraulique va résister aux forces appliquées si son épaisseur est égale à 40mm vu que le coefficient de sécurité dans ce cas est supérieur à 2.5.

*Chapitre 4*

---

**Choix hydraulique**

---

## 4.1 Introduction :

Ce chapitre présente une étude du système hydraulique de la presse plieuse. Dans ce cadre on va détailler les points suivant :

- 1- Définir la centrale hydraulique avec ses composantes
- 2- Fonctionnement hydraulique
- 3- Le schéma hydraulique et le circuit de commande

## 4.2 La centrale hydraulique :

La centrale hydraulique (appelé aussi groupe hydraulique) est un générateur de débit et pas de pression. Elle est constituée essentiellement d'un réservoir d'huile, d'un moteur, d'une pompe et d'un système de filtration

### ➤ Réservoir :

Il permet le stockage d'huile, protection contre des éléments qui peuvent pénétrer dans le circuit, et le refroidissement. Symbolisation :

### ➤ Filtre :

La qualité d'installation hydraulique dépend de celle du filtre qui y est inséré car il est utilisé pour retenir les impuretés et les particules solides du fluide.

### ➤ Pompe :

Sa fonction consiste à générer le débit de liquide et mettre sous pression l'huile sous forme d'énergie hydraulique.

Une pompe se caractérise par :

- Son débit
- Sa cylindrée
- Son rendement
- Son sens de rotation
- Sa vitesse de rotation

### ➤ Le manomètre :

Une appareil servant à mesurer la pression du fluide à l'intérieur du circuit hydraulique.[9]



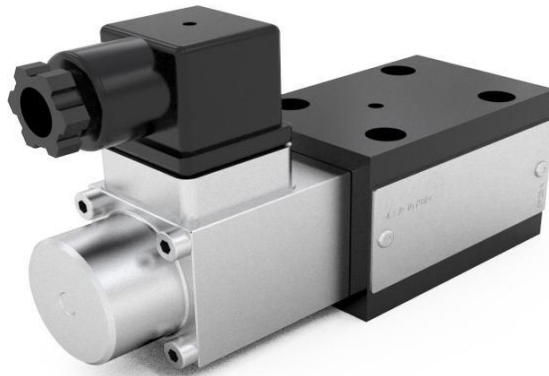
**Figure 4.1 : Manomètre [4]**

### 4.3 Les éléments de liaisons :

➤ **Les distributeurs à commande électrique :**

Son principe de fonctionnement est basé sur la force d'attraction entre un champ magnétique et un noyau de fer doux afin d'activer les tiroirs des composantes hydrauliques. Exemple de schématisation : distributeur 4/3 (4 orifices et 3 positions) A commande électrique 2 orifices liés au récepteur P : alimentation T : mise à la bêche ou réservoir

Un distributeur aiguille le débit vers l'une ou l'autre partie du circuit, autorise ou bloque le passage du débit. Il est constitué de trois (3) parties : le corps, le tiroir et les éléments de commande. [10]



**Figure 4.2 :** distributeur hydraulique [4]

### 4.4 Les appareils de régulation et de protection

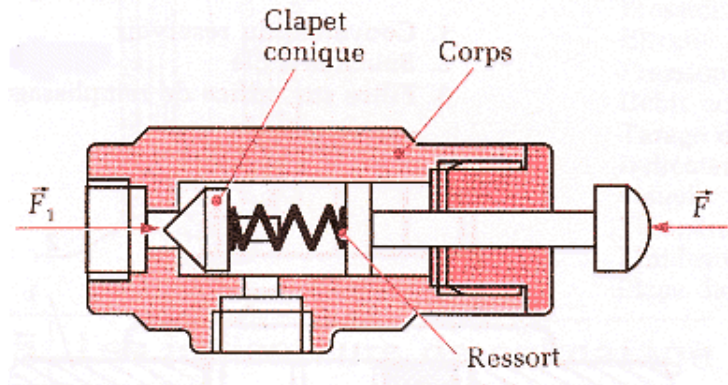
➤ **Limiteur de pression :**

Assurer la sécurité d'un circuit en limitant la pression à un maximum. Cette pression est maintenue. L'appareil est installé en dérivation entre la ligne de circuit et la basse pression (la bêche par exemple).

De par sa conception, il provoque une perte de charge qui est fonction du débit à évacuer.

➤ **Clapet :**

il autorise le passage du fluide dans un seul sens.



**Figure 4.3 : Clapet [4]**

➤ **Accumulateurs :**

Le rôle des accumulateurs hydrauliques est de stocker un volume d'huile sous pression et de le restituer en fonction des besoins.

**Il existe 3 types d'accumulateurs :**

- Accumulateur hydraulique à vessie.
- Accumulateur hydraulique à membrane.
- Accumulateur hydraulique à piston. [10]



**Figure 4.4 : Accumulateur hydraulique [4]**

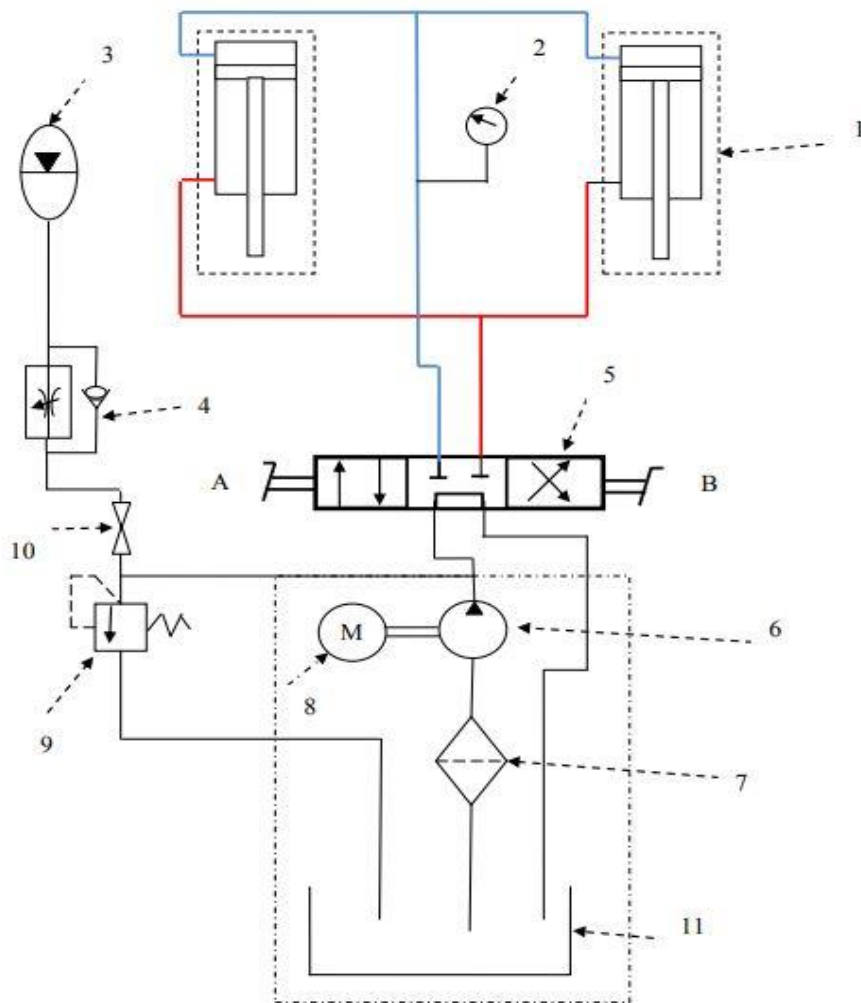
## 4.5 Fonctionnement hydraulique

Après notre étude de choix de composants hydraulique nous avons fait la liaison entre ses composants pour transmettre la puissance du pompe jusqu'aux vérins hydraulique.

Au cours de ce schéma nous avons mis un réservoir qui alimente la pompe à engrenage, cette dernière partage l'huile sous pression, à l'aide d'un moteur électrique, vers les distributeurs qui sont commandés par pédale Enfin, ces distributeurs transmettent le fluide vers les vérins.[10]









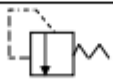




**Schéma hydraulique :**



**Figure 4.5 :** schema hydraulique [10]

Tableau 4.1 : Composants de schéma hydraulique : [10]

Rep	Désignation	Symboles	Fonctionnements
1	Vérin hydraulique		Convertir l'énergie hydraulique en énergie mécanique
2	Manomètre		Mesurer la pression
3	Accumulateur		Stocker l'énergie hydraulique
4	Régulateur de débit		Régler le débit et la vitesse du fluide
5	Distributeur		Distribuer la puissance hydraulique au vérin
6	Pompe hydraulique		Générer la puissance hydraulique
7	filtre		Nettoyer l'huile
8	Moteur électrique		Actionner la pompe
9	Limiteur de pression		Protéger l'installations contre les surpressions
10	vanne		Autoriser ou interrompre le passage du fluide
11	Réservoir		Stocker le fluide

#### 4.6 Conclusion :

L'étude hydraulique de la presse plieuse met en évidence l'importance des composants de la centrale hydraulique, tels que la pompe, les vérins, les accumulateurs, limiteur de pression, distributeur ainsi que leur fonctionnement. Comprendre ces éléments essentiels et le schéma hydraulique associé permet d'assurer un fonctionnement optimal de la presse plieuse, en garantissant la transmission de la puissance hydraulique nécessaire pour réaliser les opérations de pliage de manière précise, efficace et sécurisée.

# Conclusion Générale

Le présent mémoire a été réalisé au sein de la société Sermo dans le but de concevoir une contribution à des modifications sur une plieuse de tôle.

Au cours du stage d'une durée de deux mois, nous avons pu acquérir de solides connaissances théoriques sur le processus de la machine.

Suite à notre étude théorique, nous avons constaté que pour agrandir la presse plieuse jusqu'à 2050 mm, il nous faudrait deux vérins hydrauliques, étant donné que nous avons une force de pliage supérieure à 19 tonnes. De plus, nous avons identifié qu'une pompe d'un débit de 9,7 L/min alimentée par un moteur électrique de 5,5 kW serait nécessaire.

À l'aide des logiciels SolidWorks et RDM6, nous avons réalisé une simulation afin d'appliquer les charges sur notre machine. Nous avons ainsi déterminé que l'épaisseur idéale pour assurer la stabilité de la machine était de 40 mm.

En conclusion, cette étude a permis avec succès de réaliser les modifications nécessaires pour transformer une presse plieuse pneumatique de 1250 mm de largeur en une grande plieuse hydraulique de 2050 mm. Les différentes étapes de recherche, de calculs, de simulations et de développement de la centrale hydraulique ont été menées avec rigueur, aboutissant à une solution technique performante et fiable. Ces modifications offrent à l'entreprise une machine plus puissante et polyvalente, susceptible d'accroître sa capacité de production et d'améliorer la qualité de ses produits pliés.

---

# Bibliographie

---

- [1] Sermo Algérie. <http://www.sermoalgerie.com/index.html>
- [2] Haji Mohamed and Ben Slimene Wajdi. Mémoire de Master en Génie Industriel, titre :étude et conception d'une presse plieuse pour manutention dans l'atelier Master's thesis, ISET Nabeul, 2018.
- [3] Metal Interface. Pliage - Méthodes de pliage, retour élastique, types de plieuses. [https://www.metal-interface.fr/articles-news/t/presse-plieuse-generalites/pliage-methodes-de-pliage-retour-elastique-types-de-plieuses?](https://www.metal-interface.fr/articles-news/t/presse-plieuse-generalites/pliage-methodes-de-pliage-retour-elastique-types-de-plieuses?fbclid=IwAR1Bj963Gpo8NrptPalCtHZhYmXOAQenBtnc0epZcB4b7ldoz7eRTsphLk,Accessed :Mai2023)  
fbclid=IwAR1Bj963Gpo8NrptPalCtHZhYmXOAQenBtnc0epZcB4b7ldoz7eRTsphLk,Accessed :Mai2023.
- [4] Dridi Mohamed Salah et Guendouzi Abdelghani. Mémoire de Master en Construction mécanique, titre Conception d'une presse mécanique pour emboutissage de 40 tonnes Master's thesis, Université Mohammed Seddik Ben Yahia - Jijel, 2019.
- [5] Cours technologie des systèmes hydrauliques élaborée par Mr CHOUCHEN MOHAMED ISET Siliana.
- [6] BROUK Micipsa and BENARROUDJ Mahmoud. Etude et conception d'une presse plieuse hydraulique. Master's thesis, UNIVERSITE ABDERRAHMENE MIRA BEJAIA, 2021. Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique.
- [7] Mr Ouali. Cours Mr ouali dimensionnements des organes de 2022, université de blida 1. Lecture notes, 2012. Course taught by Mr Ouali on Les dimensionnements des organes , Université de Blida 1.
- [8] Dr Ezzraimi. Cours dr ezzraimi rdm 2021. Lecture notes, 2021. Course taught by Dr Ezzraimi on RDM (RESISTANCE DES MATERIEAUX).
- [9] Antonio Venditti. Évaluation de la faisabilité d'un rideau optique comme dispositif de protection sur une presse plieuse. Master's thesis, Université de Montréal, Montréal,

Décembre 2004.

[10] Tojo Nantenaina Fleurie Rajaonarisoa. Mémoire de Licence ès en Génie Industriel, titre : presse plieuse hydraulique. Master's thesis, UNIVERSITE D'ANTANANARIVO ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE, 2013.

[11] Hidrogarne. (n.d.). Plegadora hidráulica convencional Haco. <https://www.hidrogarne.com/fr/machines/plegadora-hidraulica-convencional-haco/> consulté : Mai 2023

[12] AFMO Group. (n.d.). Presse plieuse hydraulique CNC 4 axes de la série. Retrieved from [https://afmo-group.fr/106-presse-pleieuse-hydraulique-cnc-4-axes-de-la-serie.html?fbclid=IwAR0-5Y-pcf7r48cCc1KjMQKcgD-9wCFzz6AqCZVjMXi\\_Ro0OGIOTUBYIE5M](https://afmo-group.fr/106-presse-pleieuse-hydraulique-cnc-4-axes-de-la-serie.html?fbclid=IwAR0-5Y-pcf7r48cCc1KjMQKcgD-9wCFzz6AqCZVjMXi_Ro0OGIOTUBYIE5M)

[13] Pro-Dis. (n.d.). Presse plieuse hydraulique UZMA HAP 1230 NC 2 axes numériques Y et X et axe R manuel 1270mm. Retrieved from <https://www.pro-dis.fr/presse-pleieuse/pressespleieuses-hydrauliques/presse-pleieuse-hydraulique-2-a-3-axes-nc/1291-presse-pleieuse-hydraulique-uzma-hap-1230-nc-2-axes-numeriques-y-et-x-et-axe-r-manuel-1270mm.html>

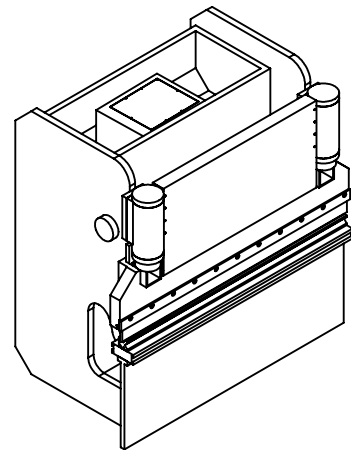
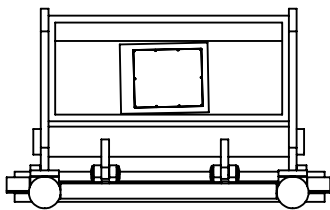
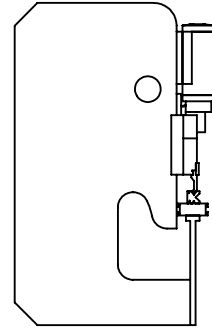
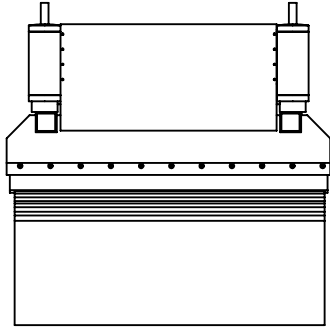
[14] Metalmaq. (n.d.). Tableaux de pliage en tôle. Retrieved from [https://metalmaq.shop/blog/fr/tableaux-de-plierage-en-tole/?fbclid=IwAR0QPxwtVOVDXpA1GeYDJ2kHQfCvnDJ\\_5t9urCChSNFkneqlFv-1aHTDcDU](https://metalmaq.shop/blog/fr/tableaux-de-plierage-en-tole/?fbclid=IwAR0QPxwtVOVDXpA1GeYDJ2kHQfCvnDJ_5t9urCChSNFkneqlFv-1aHTDcDU)

[15] Remo. (2003). Lames de pliage. Retrieved from <https://www.remo.fr/lames-de-plierage.html>

[16] DocPlayer. (n.d.). Actionneurs partie opérative : les vérins hydrauliques. Retrieved from [https://docplayer.fr/63020377-Actionneurs-partie-operative-les-verins-hydrauliques.html?fbclid=IwAR2gA1hTfZfzHFd0R7ZR3kGH\\_jzdQbc5SuCYhefBbifWrYkwmw3dX5wwYpI](https://docplayer.fr/63020377-Actionneurs-partie-operative-les-verins-hydrauliques.html?fbclid=IwAR2gA1hTfZfzHFd0R7ZR3kGH_jzdQbc5SuCYhefBbifWrYkwmw3dX5wwYpI)

## *Annexes*





Université de Blida 1 saad dahleb

echelle 1:10



05-07-2023

# presse plieuse

lahiani abdelghani  
sabri abderraouf

année 2022-23

ACIER S235 (E24)