

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



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

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

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Construction Mécanique

THEME

*Etude et Conception d'un outil d'emboutissage de la partie inférieure
du panneau de porte extérieure de la cabine profond (double cabine)*

Présentée par :

- M. BOURNISSA Abdesslam
- M. BOUCHARREB Sid Ahmed

Promoteur :

- M. SEMMOUD FathEddine

Promo 2023 - 2024

REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions ALLAH tout puissant pour le courage et la patience qu'IL nous a donné afin de mener ce projet à terme.

Notre projet de fin d'études présenté dans ce manuscrit a été réalisé au niveau de la Société Nationale des Véhicules Industriels - S.N.V.I.

Nous tenons à remercier tout particulièrement, mon promoteur M/ SEMMOUD.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont aidées dans notre travail – MM. RABAH HEBIKI et DJAMEL AIT SAID et Ali MANSEUR ainsi que toute l'équipe de techniciens du Secteur Bureau d'Etudes de centre TE – Fathi, Sid Ali, Yacine et tous les autres.

Nous mentionnons aussi tous les amis qui nous ont accompagné tout au long de notre parcours scolaire.

Nous voudrions également mentionner tous les travailleurs de la Faculté de Technologie, du département de Génie Mécanique - de l'Université de Boumerdes.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à

Ma chère mère

Mon cher père

Mon binôme

Ma petite famille

Ma grande famille

Et à tous mes amis

Sid Ahmed Bouchareb

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère et mon chère père Et tous ceux que j'aurais aimé être là.

À mon frère et ma sœur

*À toute ma famille, mes amis Louhir, Yacine, Yanis, Asli, Chakib, Youcef,
qui m'ont toujours soutenu.*

Abdesslam Bournissa

ملخص:

ان الصناعة في تطور تكنولوجي واقتصادي مستمر. لقد حققت أدوات تصميم المنتجات تطورات كبيرة، بل وأكثر من ذلك مع ظهور تكنولوجيا المعلومات.

الشركة الوطنية للمركبات الصناعية في الجزائر لم تبقى على حالها، ومن أجل تنويع أنواع المركبات، تقوم بإدخال تعديلات مبتكرة على المركبات الحالية للحفاظ على مكانتها في السوق الوطنية والتوافق على المستوى الدولي.

يتم في هذه الوثيقة تقديم: دراسة وتصميم أداة التقدير للوحة الباب الخلفي الأيمن

للساحنة k66

الكلمات المفتاحية: التصميم، التقدير، CAD، القطع بالليزر، الطي، القالب

Résume :

L'industrie est en perpétuel évolution technologique et économique. Les outils de conception de produits ont réussi de très grands développements et encore plus avec l'avènement de l'informatique.

La société nationale de véhicule industriels, en Algérie n'est pas restée comme avant et, pour diversifier les types de véhicules, elle introduit sur les véhicules actuels des modifications innovations pour garde sa position dans le marché national et s'entendre à l'international.

Dans ce document, il est présenté : Etude et conception d'un outil d'emboutissage du panneau de la porte arrière droite du véhicule k66

Les mots clés : conception, emboutissage, CAO, Découpe laser, pliage, matrice.

Abstract:

The industry is in constant technological and economic evolution. Product design tools have achieved great developments and even more so with the advent of IT.

The national company of industrial vehicles in Algeria has not remained like the past and, to diversify the types of vehicles, it introduces innovative modifications on current vehicles to keep its position in the national market and get along internationally.

In this document, it is presented: Study and design of a stamping tool for the right rear door panel of the k66 vehicle

Key words: design, stamping, CAD, laser cutting, folding, punch.

Sommaire

Résumé	
Remercîment	
Dédicace	
Introduction générale.....	02
Problématique.....	04
Présentation de lieu de stage	
1. Présentation de la société nationale des véhicules industriels (SNVI).....	9
2. Historique de la SNVI	9
3. Le groupe SNVI	10
4. Rénovation d'organes	14
5. Les produits de la SNVI	15
6. Centre Tôlerie Emboutissage (TE)	16
Chapitre I : Découpage	
I. La découpe des pièces tôlerie.....	19
I.1. Définition découpage.....	19
I.2. Les procédés de découpages.....	19
I.2.1 Poinçonnage.....	19
I.2.2. Le cisailage.....	20
I.2.3. Caravage	21
I.2.4. Encochage.....	21
I.2.5. Grignotage.....	21
I.2.6. Arasage et repassage	22
I.2.7. Détourage	22
I.3. Différentes phases d'une opération de découpe	23
I.4. Influence des paramètres de l'opération de découpage	24
I.5. Découpe du laser	25
Chapitre II : Le pliage	
II. Introduction	27

II.1	Définition	27
II.2	Principe de pliage	28
II.3.	Les types de Pliages	28
II.3.1.	Pliage en Ve	29
II.3.2.	Pliage en U	30
II.3.3.	Pliage en L	31
II.4.	Technique de pliage.....	32
II.5.	Les paramétrés qui influencent les opérations de pliage	32
II.6.	Caractéristiques d'un pli	32
II.6.1	Le Pli	32
II.6.2.	Calcul des longueurs des fibres	33
II.6.3.	Rayon de la fibre neutre	33
II.6.4.	Le pourcentage % d'allongement des fibres (A%)	33
II.7.	Différents rayons de pliage	34
II.7.1	Rayon du poinçon de pliage	34
II.7.2	Rayon minimal de pliage	34
II.7.3	Rayon de pliage appelé aussi rayon intérieur de pliage ou Ri	36
II.7.4	Calcul du rayon moyen	37
II.8	Déformation plastique	38
II.9	Retour élastique	40
II.10	Facteur K	42
	Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage	47
	Conclusion	49

Chapitre III : Etude et conception

III.	Introduction.....	50
III.1	Les caractéristiques mécaniques du matériau	51
III.2	Composition chimique du matériau	51
III.3	La machine utilisée de découpe la pièce	52

III.4 Choix de la presse à utiliser	54
III.5 Caractéristique de la presse a utilisé	55
III.6 Conception de l'outil	58
III.7 Fonctionnement	59
Conclusion générale.....	70
Références	71

Liste des figures

Figure 01 : partie inférieure panneau de porte extérieure de cabine profonde (k66).....	04
Figure 02 : La société de SNVI	09
Figure 03 : Organigramme actuel de la S.N.V.I.....	10
Figure 04 : Exemple de véhicules.....	14
Figure 05 : Définition produit de S.N.V.I.....	15
Figure 06 : Centre tolérances emboutissage.....	16
Figure 07 : Poinçonnage.....	20
Figure 08 : Principe de cisaillement.....	20
Figure 09 : Crevage.....	21
Figure 10 : Encochage.....	21
Figure 11 : Grignotage.....	22
Figure 12 : Arasage et repassage.....	22
Figure 13 : Détourage.....	23
Figure 14 : Les différentes étapes du découpage.....	23
Figure 15 : Un ensemble de plaques de tôles.....	24
Figure 16 : Les systèmes de découpe laser.....	25
Figure 17 : Pliage de tôle sur une presse plieuse.....	28
Figure 18 : Principe de pliage.....	28
Figure 19 : pliage en V.....	29
Figure 20 : Pliage en frappe.....	29
Figure 21 : Pliage en l'air.....	30
Figure 22: Différence entre le pliage en air et en frappe.....	30
Figure 23 : Pliage en U.....	31
Figure 24: Pliage en L.....	31
Figure 25: Exemple d'une pièce pliée en L.....	31
Figure 26 : Schématisation des fibres d'une pièce en pliage.....	33
Figure 27 : Allongements des fibres en pliage.....	34

Figure 28 : Rayon de poinçon de pliage.....	34
Figure 29 : Coefficient de striction Z	35
Figure 30 : Choix du rayon de pliage.....	36
Figure 31 : Différents rayons dans un pli.....	37
Figure 32: Pliage des tôles métalliques.....	38
Figure 33: Formation des fissures lors de pliage.....	39
Figure 34: Jeu de pliage et rayon de la matrice.....	39
Figure 35: Retour élastique d'une tôle.....	40
Figure 36: Paramètres de retour élastique.....	40
Figure 37 : position de l'axe neutre et de coefficient K	42
Figure 38: Développement de pièce.....	42
Figure 39: Emboutissage à froid.....	43
Figure 40 : Outils à simple effet.....	44
Figure 41 : Outils à double effet.....	44
Figure 42 : Variation de l'arrondi sur la matrice.....	45
Figure 43 : Les défauts en emboutissage.....	45
Figure 44 : dessin définition finie du panneau de porte.....	47
Figure 45 : Ecran sur ABE.....	50
Figure 46 : Découpe laser fibre.....	51
Figure 47 : Schéma du ABE.....	52
Figure 48 : dessin de pièce déplié sur l'écran.....	52
Figure 49 : panneau de porte.....	53
Figure 50 : solution1.....	53
Figure 51 : solution2.....	55
Figure 52 : solution3.....	55
Figure 53 : ensemble de l'Outil d'emboutissage.....	55
Figure 54 : Partie supérieure de l'outil.....	58
Figure 55 : semelle supérieure.....	59

Figure 56: Matrice.....	60
Figure 57 : Colonnes de guidage.....	60
Figure 58 : Classification des ressorts par couleur.....	61
Figure 59 : Schéma de dimensionnement d'un Ressort.....	62
Figure 60 : tableau ressort danly.....	63
Figure 61 : ressort.....	63
Figure 62 : vis de fixation.....	64
Figure 63 : coefficients de sécurité	65
Figure 64: Partie inférieure de l'outil.....	66
Figure 65 : semelle inferieure.....	66
Figure 66 : poinçon.....	67
Figure 67 : serre flan.....	67
Figure 68 : bobéchon.....	68
Figure 69 : Manutention méplat.....	68
Figure 70 : Manutention méplat.....	69

Liste tableaux

Tableau 01 : Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper.....	25
Tableau 01 : Caractéristique du rayon de la fibre neutre	33
Tableau 03 : Choix de rayon minimum en fonction pourcentage d'allongement.....	37
Tableau04 : Les Caractéristique mécaniques du matériau	51
Tableau 05 : Composition chimique de matériau.....	51
Tableau06 : Caractéristiques techniques de la presse.....	54
Tableau 07: Ressort à couleur Jaune.....	63
Tableau 08 : résistance-pratique-des-boulons-vis-et-rivets (fixation).....	64

Liste des abréviations

S.N.V.I: Société Nationale des Véhicules Industriels.

EPS : Entreprise Publique Sociale.

G.S.E : la gestion socialiste des entreprises.

DRVI : Division Rénovation Véhicules Industriels.

FOR : Filiale Fonderie de Rouïba.

VIR : Filiale véhicules industriels Rouïba.

GS : Fonte grise sphéroïdale.

GL : Fonte lamellaire.

CIR : Carrosseries Industrielles de Rouïba

UER : Unité Étude et Recherche.

CIT : Filiale Carrosserie Industrielle de Tiaret.

PTAC : Poids total avec cabine.

TE : Tôlerie emboutissage.

AMT : Analyse et mesure du Travail.

DRH : Direction des ressources humaines

CAO : conception assisté par ordinateur.

DAO : dessin assisté par ordinateur.

SPA : Société Par Action.

Introduction générale

Introduction générale

L'industrie est en perpétuel évolution technologique et économique. Les outils de conception de produits ont atteint de très grand développements et encore plus avec l'avènement de l'informatique.

La société nationale de véhicule industriels, a évolué, et pour diversifier les types de véhicules, elle introduit sur les véhicules actuels des modifications innovations pour garde sa position dans le marché national et s'entendre à l'international.

Durant notre stage a la S.N.V.I et pour la préparation de notre projet de fin des études, il nous a été proposé comme thème " Etude et conception d'un outil d'emboutissage du panneau de la porte arrière droite du véhicule k66 "innove et équipée par une double cabine.

Dans notre document, nous avons commencé par présenter l'entreprise qui est la S.N.V.I, comme notre projet se rapporte au pliage-emboutissage du panneau de porte, nous avons présenté les procédés de découpage des tôles qui seront suivi des processus de pliages - emboutissage. A la fin, nous présentons les phases de fabrication du panneau de porte et l'étude du montage du pliage-emboutissage, et, nous terminons par une conclusion.

Problématique

Problématique

Il nous a été proposé au niveau du bureau des méthodes de la S.N.V. I de faire l'étude et la conception d'un outil d'emboutissage du panneau de la porte arrière droite (figure01).

Le montage d'emboutissage pour la portière gauche sera symétrique à celui que nous présentons dans ce projet. Ce travail nous a été proposé pour solutionner les différentes difficultés de réglages et montages rencontrés au niveau des véhicules fabriqués à ce jour.



Figure 01 : partie inférieure panneau de porte extérieure de cabine profonde (k66).

Ce travail nous a été proposé pour réaliser la pièce en série car, jusqu'à aujourd'hui, le pliage se faisait par pli et le véhicule est au stade de prototype et de réglages.

La réalisation de la pièce du prototype leur posait des problèmes d'alignement des plis vu que ces plis étaient faits un à un, en plus de la perte de temps de manipulation.

Présentation de lieu de stage

I. Présentation de la société nationale des véhicules industriels (SNVI)

I.1 Historique de la SNVI [1]

- En juin 1957 Berliet entreprend la construction d'une usine de poids lourd de type CKD. En octobre 1958, eu lieu la sortie du premier véhicule Berliet (entièrement monté en Algérie). Dès lors, la production de Berliet-Algérie a connu une progression régulière. En juin 1964 le gouvernement algérien par l'intermédiaire de la Caisse algérienne du Développement prend une participation de 40% dans la société (Berliet – Algérie).



Figure 02 : La société de SNVI

- La SONACOME est créée en 1967 par ordonnance N° 67-150. Elle a été chargée par le gouvernement algérien de promouvoir et de développer le secteur des industries mécaniques et d'exercer le monopole d'importation des produits mécaniques en Algérie.

Au titre de cette mission, elle a lancé au cours du premier quadriennal 1970–1973 un programme d'investissement pour l'édification de 07 complexes industriels.

La politique adoptée par la SONACOME pour la mise en place de cet appareil de production a été fondée sur les options suivantes :

- Création de complexe industriels liés aux produits à fabriquer.
- Promotion de l'industrie par l'utilisation et le développement de toutes les techniques de transformation des métaux (fonderie / forge / emboutissage/ usinage /etc.) formation intensive des hommes (outilleurs / réglers / techniciens /agents de maitrise).
- Le décret présidentiel 81/348 portant restructuration des entreprises donne naissance à la SNVI en décembre 1981.
 - De 1981 à 1994 : La SNVI (Société Nationale de Véhicules Industriels) devient une Entreprise Publique Sociale (EPS). La SNVI est née à l'issue de la restructuration de la SONACOME, et le décret de sa création (N°81-342 du 12/12/1981) lui consacra un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régi par les principes directifs de la gestion socialiste des entreprises (G.S.E).
 - De 1995 à 2011 : En mai 1995, la société a changé son statut juridique pour devenir une entreprise publique économique régie par le droit commun. La SNVI est érigée en Société Par Action (SPA) et devient un groupe industriel.
 - De 2011 à janvier 2015 : Au mois d'Octobre 2011, la SNVI a changé de statut juridique pour devenir un groupe industriel composé d'une Société Mère et de quatre filiales.
 - Depuis février 2015 à ce jour : par suite de la réorganisation du secteur public marchand, l'EPE Ferro Vialet toutes ses participations sa étirât tachée au groupe SNVI comme 5 filiale.

I.2 Le groupe SNVI

Il est constitué d'une société mère et de 05 cinq filiales.



Figure 03 : Organigramme actuel de la S.N.V.I.

a. Filiale administrative : [2]

Elle est composée de :

- Direction centrale.
- Direction centrale commerciale et son réseau.
- Division Rénovation Véhicules Industriels (DRVI).

Les fonctions principales de la société mère SNVI sont orientées essentiellement vers :

- L'élaboration et la mise en œuvre de la politique financière.
- La définition de la politique de rémunération et du développement de la Ressource Humaine du Groupe.
- Continuer également à assurer le business sa actuelle rapport avec :
 - La commercialisation des véhicules industriels neufs.
 - La rénovation des véhicules industriels à Sidi-Moussa.
 - Les activités du Transport, Dédouanement et Transit.
 - La formation spécialisée avec son centre implanté sur site de Rouïba.
 - La SNVI dispose sur le site de Rouïba des structures suivantes :
 - Un Centre de Formation et de Perfectionnement pour toutes les spécialités et filières nécessaires aux technologies et techniques appliquées.
 - Une Unité de Dédouanement, Transport et Transit.

b. Filiale Fonderie de Rouïba(FOR) :

Située à 10 min de l'aéroport Houari Boumediene d'Alger à 30 min du port, la filiale Fonderies de Rouïba a été mise en exploitation le 1er janvier 1983 ; sa principale mission est la fabrication de bruts de fonderie en fonte ainsi que des pièces en aluminium selon les nuances suivantes :

- Fonte grise sphéroïdale GS.
- Fonte lamellaire GL.
- Aluminium.

Capacité de production installée est de 9000 tonnes par an de fonte grise et de 300 tonnes par

An d'aluminium. La fonderie de Rouïba produit des bruts principalement pour le secteur mécanique

Et pour d'autres secteurs tels l'hydraulique, les matériels agricoles et les travaux publics.

c. Filiale véhicules industriels Rouïba(VIR) :

Créé en juillet 1970, le Complexe des Véhicules industriels de Rouïba, érigé en Filiale le 1er janvier 2011, faisant partie du groupe industriel SNVI est l'unique fabricant de véhicules industriel en Algérie, le complexe produit des camions de 6,6 à 26 tonnes de poids total en charge, des tracteurs routiers, des auto cars et des auto bus mettant en œuvre des technologies et des technique d'élaboration telles que, l'estampage à chaud (forge), l'emboutissage, l'usinage, le taillage d'engrenage, la rectification et les traitements thermiques. Capacité de production installée : 4 500 véhicules/an.

La filiale des Véhicules industriels de Rouïba est composée de cinq centres de production :

➤ **Le centre forge :**

Produisant des bruts de forge.

➤ **Le centre d'usinage mécanique :**

Produisant des ponts, des essieux, des systèmes de direction et d'autres pièces de liaison ;

➤ **Le centre de tôlerie et d'emboutissage :**

Produit des longerons, des cadres châssis de cabines et d'autre pièces de liaison.

➤ **Le centre de montage camions :**

Possédant deux lignes d'assemblage.

➤ **Le centre de montage d'autocars et d'autobus :**

Assemblage de cars et de bus et fabrication de pièces en polyester et sellerie. Ce centre dispose de deux unités :

-L'unité polyester pour fabrication de pièces en composites (fibre de verre/polyester).

-Une Unité Étude et Recherche (UER).

L'UER a pour mission de :

- Développer la gamme actuelle produite par le complexe véhicules industriels.
- Améliorer la qualité et la fiabilité de ce produit.
- Réduire les coûts de la participation.
- Mener des actions pour diversifier leurs sources d'approvisionnement.
- L'acquisition et la maîtrise de nouvelles technologies.

d. Filiale de Carrosseries Industrielles de Rouïba(CIR) :

La Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba, fabrique des équipements industriels portés et tractés tels que les plateaux, bennes, citernes à eau, citernes hydrocarbures, semi-remorques ainsi que les équipements spéciaux d'assainissement, voirie et de lutte contre les incendies. Ses principaux ateliers sont :

- Atelier de débitage.
- Atelier de mécanique.
- Atelier d'assemblage.
- Atelier de montage.
- Atelier de peinture.

e. Filiale de Carrosseries Industrielles de Tiaret (CIT) : [3]

La Filiale Carrosserie Industrielle de Tiaret, située dans la commune de Ain Bouche kif-Tiaret et à 3Km de l'aéroport de Tiaret, spécialisée dans la conception et la fabrication de carrosseries industrielles portés et tractés dans les gammes suivantes : Plateaux, Bennes, Citernes à eau, CiternesHydrocarbures, cocottes à ciment, Portes engins, Fourgons frigorifiques/standards et véhicules spéciaux.

La Filiale Carrosserie Industrielle de Tiaret est certifiée ISO9001 versions 2008 depuis l'année 2007. Ses activités sont orientées vers la production de carrosseries industrielles, utilisant les techniques et procédés de chaudronnerie :

- Bennes entrepreneurs, carrières et céréalières.
- Citernes hydrocarbures et a eau.
- Cocottes à ciment.
- Fourgons frigorifiques et standards.
- Remorques.
- Véhicules spéciaux des tinées à des applications spécifiques tels que :
- Plateaux et porte-conteneurs.
- Clin mobile pour collecte de sang.
- Sous-station mobile pour transformation de l'énergie électrique.
- Fourgons ateliers.
- Porte-pipes.
- Porte palettes porte bouteille gaz.
- La filiale maitrise également le carrossage des véhicules moteurs (châssis cabines) dans les gammes suivantes :
- Plateaux standards porte palettes pour bouteilles à gaz.

- Citernes à eau et hydrocarbures.
- Fourgons standards et frigorifiques.

Les installations industrielles de cette filiale entre parties comme suit :

- Atelier débitage.
- Atelier Soudage.
- Atelier Usinage.
- Atelier Peinture.
- Atelier Contrôle et jaugeage.
- Atelier Menuiserie.
- Atelier adaptation Prototypes.

Sa capacité annuelle est de 9 000 produits répartis comme suit :

- Plateaux 3500 unités.
 - Bennes 4150 unités.
 - Citernes 500 unités.
 - Portes Engins 200 unités.
 - Fourgons 650 unités.
- ✓ Filiale de construction de matériels et Équipements Ferroviaires Annaba (FERROVIAL).
 - ✓ Les services de la SNVI.
 - ✓ Pièces de rechange et accessoires.
 - ✓ Service après-vente.

I.3 Rénovation d'organes :

La société SNVI offre à ses clients des prestations permettant la remise à niveau technique de ses produits, voire une régénération en leur redonnant une nouvelle vie. Cette prestation qu'est la rénovation permet de remettre les véhicules à des niveaux de fonctionnement et de performance qui n'ont rien à envier à ceux des produits neufs.



Figure 04: Exemple de véhicules.

I.4 Les produits de la SNVI :

La société nationale des véhicules industriel sa réalisé un chiffre d'affaires de plus de 20 milliards de dinars en 2011, contre un chiffre d'affaires de 15,8 milliards de dinars en 2010. Les gammes des produits de la SNVI se résument à :

Les camions porteurs	Les camions tous terrains
<ul style="list-style-type: none"> •K66 (4x2) :6,6 t de PTAC (poids total avec cabine) ; •K 120 (4x2) : 12 t de PTAC ; •C260 (4x2) chantier 19t de PTAC ; •C260 (6x4), chantier 26 t de PTAC ; •B260 (4x2) routier de19 t de PTAC ; •B305 (6x4), de30 t de PTAC ; 	<ul style="list-style-type: none"> •M120 (4x4) :10t de PTAC/routeet8 t en tous terrains ; •M230 (6x6) : 19 t de PTAC/routeet16 t en tous terrains



Figure 05: Défirent produit de S.N.V.I

Nous avons réalisé cette étude et ce travail dans le center tôlerie emboutissage(TE).

I.5 Centre Tôlerie Emboutissage (TE) :

Le centre TOLERIE EMBOUTISSAGE (TE) Il est chargé de la fabrication :

- Des cabines
- Des ensembles longerons pour toutes les gammes de camion.
- Différents types de tôlerie.
- Les pièces moyennes d'emboutissage.
- Bâches à gasoil.
- Réservoirs d'air.



Figure 06: Centre tolerieemboutissage.

Chapitre I :

Découpage

I. La découpe des pièces tôlerie : [4]

Les pièces de tôlerie sont généralement obtenues par découpage à partir d'un poinçon et d'une matrice, Ils ont la forme de la pièce à réaliser.

Ces pièces sont souvent appelées à subir d'autres opérations qui peuvent être du pliage ou de l'emboutissage.

Dans l'industrie, lesprocèdes de découpage sont choisis à partir de la série de pièce et leur cadence.

Il est défini que :

- La petite série est défini par :50-500.
- La grande série est défini par :+ de 500.

I.1. Définition découpage :

En général, le découpage fait référence à toutes les opérations de découpage effectuées sur une presse. Ce mot a aussi une signification plus précise lorsqu'on souhaite distinguer la partie de l'outil (poinçon ou matrice) qui détermine la forme de la partie de la pièce découpée.

Les diverses opérations de découpage sont présentes à emboutissage par la suite.

Le découpage facilite la création du contour du flan ou de la pièce, ce qui exige la matrice comme partie essentielle de l'outil qui garantit la précision dimensionnelle de la pièce en tenant compte du jeu.

I.2.Les procédés de découpages :

De nombrespocédés de découpage sont choisis en fonction de la nature et de la taille des matériaux à traiter. Ces procédés sont :

I.2.1Poinçonnage :

C'est une opération semblable au découpage, mais l'on conserve la partie extérieure, le déchet étant le déboucheur.

Le terme perforation désigne plus particulièrement des opérations de poinçonnage de petits diamètres (1 à 3 fois l'épaisseur de la tôle par exemple), sur un flan ou en pleine tôle.

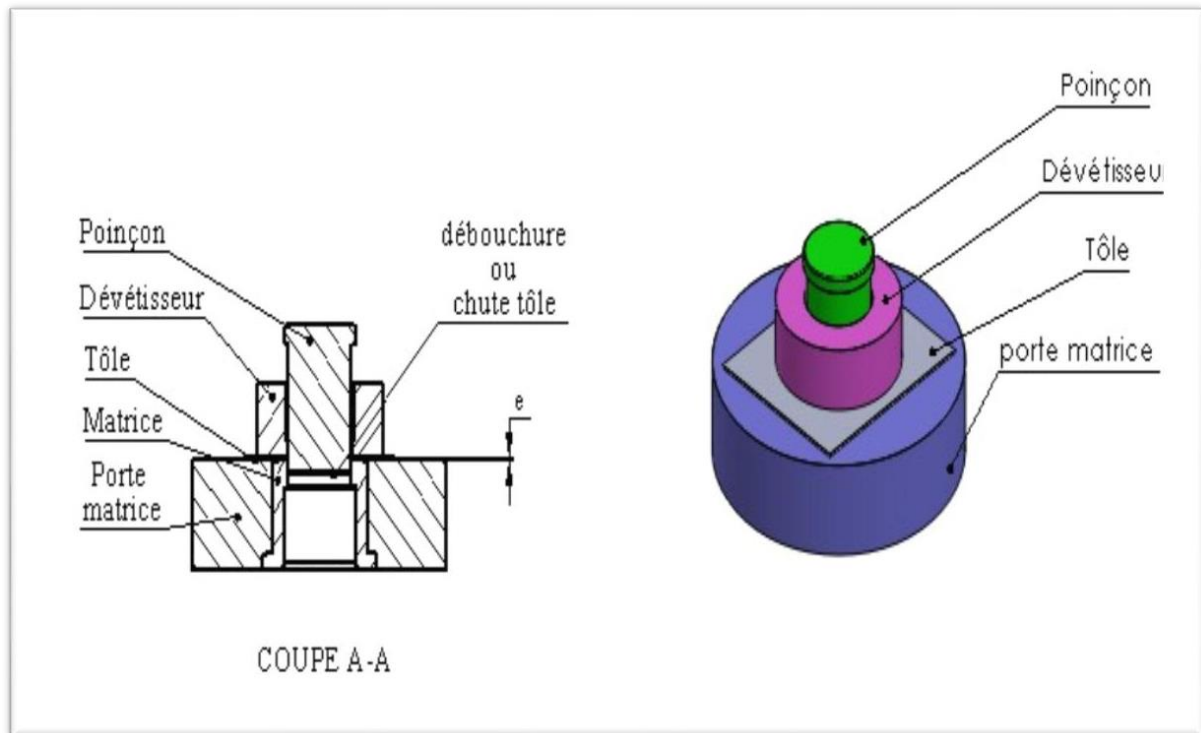


Figure 07 : Poinçonnage.

I.2.2. Le cisailage : [5]

Il offre la possibilité de détacher entièrement ou en partie un objet métallique à l'aide de deux lames dont l'une est au moins mobile.

Sous l'action de la contrainte imposée par la partie active des lames, il se produit une déformation élastique, puis un glissement avec décohésion du métal suivant deux directions formant l'angle b .

L'angle b , ainsi que la profondeur de la décohésion varient suivant la nuance du métal et son état. Globalement un tiers de la section est cisailé, deux tiers sont arrachés.

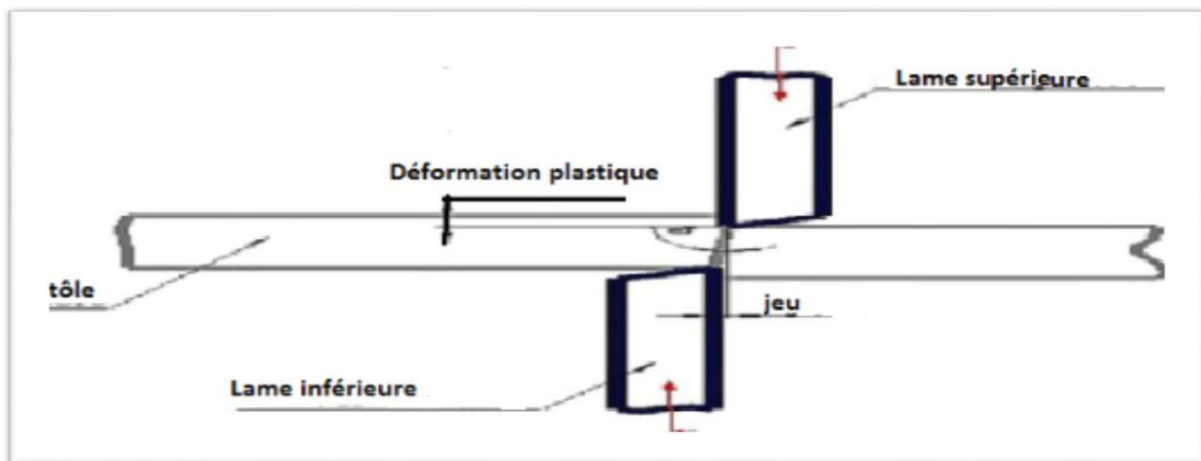


Figure 08: Principe de cisaillement.

I.2.3. Caravage :

C'est un découpage incomplet, généralement fait sur des tôles épaisses, il consiste de ne pas détacher la chute complètement de la pièce.

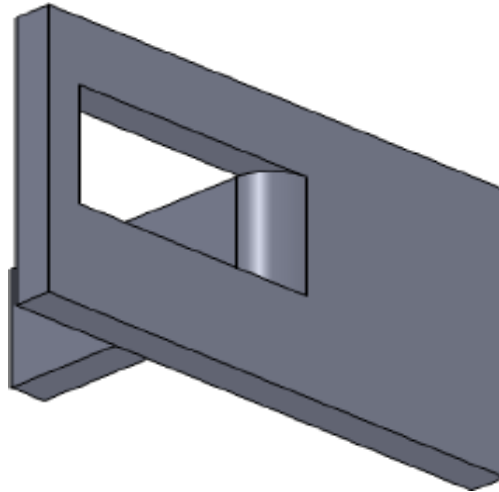


Figure 09 : Crevage.

I.2.4. Encochage :

C'est une opération qui s'effectue sur des pièces finies, consiste à découper des encoches débouchant de la pièce considérée.

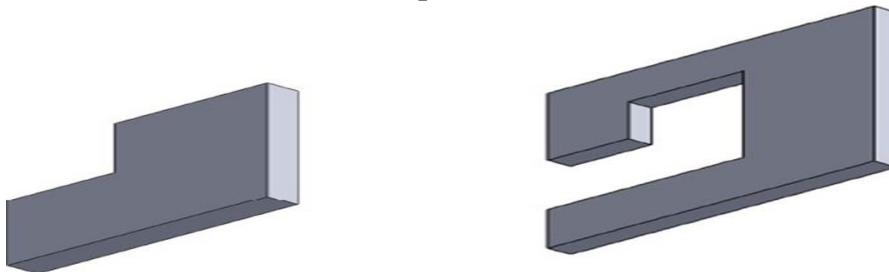


Figure 10 : Encochage.

I.2.5. Grignotage: Poinçonnage partiel par déplacement progressif de la pièce ou du poinçon.

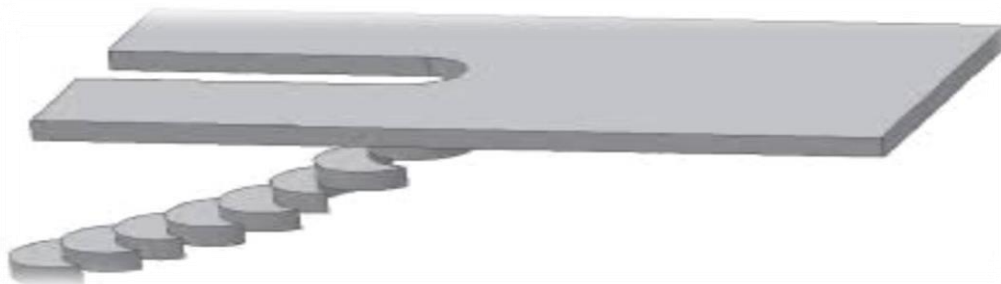


Figure 11 : Grignotage.

I.2.6. Arasage et repassage :

Découpage en reprise (précision et état de surface).



Figure 12 : Arasage et repassage.

I.2.7. Détourage :

Le détourage est une opération de finition du contour d'une pièce déjà pliée au cours d'une déformation.

Il consiste à enlever par découpage un excédent de métal autour d'une pièce préalablement formée : le détourage est alors la dernière opération de formage.

Suivant le type de pièce, on trouve plusieurs techniques :

- les collerettes, après emboutissage, ne sont jamais régulières, il est possible de leur donner une forme régulière par détourage.
- lorsqu'on ne désire pas de collerette, l'arête de l'outil découpe suivant un bord non perpendiculaire à la surface de la tôle.



Figure13:Détourage.

I.3. Différentes phases d'une opération de découpe : [6]

La figure I.9 décrit les étapes successives de découpe du matériau de tôle par la pénétration du poinçon. Après une première phase de légère compression, les fibres superficielles sont découpées alors que les fibres intérieures sont en tension. Ensuite, on observe une zone de forte compression où la limite d'élasticité du matériau de tôle est dépassée.

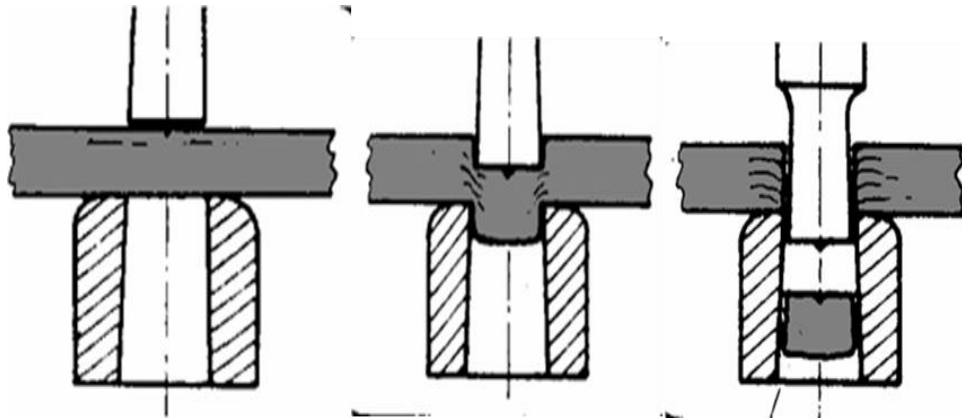


Figure 14: Les différentes étapes du découpage.

Le découpage permet d'obtenir des pièces directement prêtes à l'emploi. Des opérations de reprises ne sont donc pas nécessaires après les opérations de découpage. La qualité du produit découpé est caractérisée par l'aspect du profil. En des longueurs caractéristiques, d'autres défauts de fabrication peuvent apparaître sur le produit fini :

- Les variations de côtes.
- L'apparition de défaut de forme.
- La modification des caractéristiques mécaniques du matériau dans la zone d'coupée.

A cause de l'outil de poinçonnage.

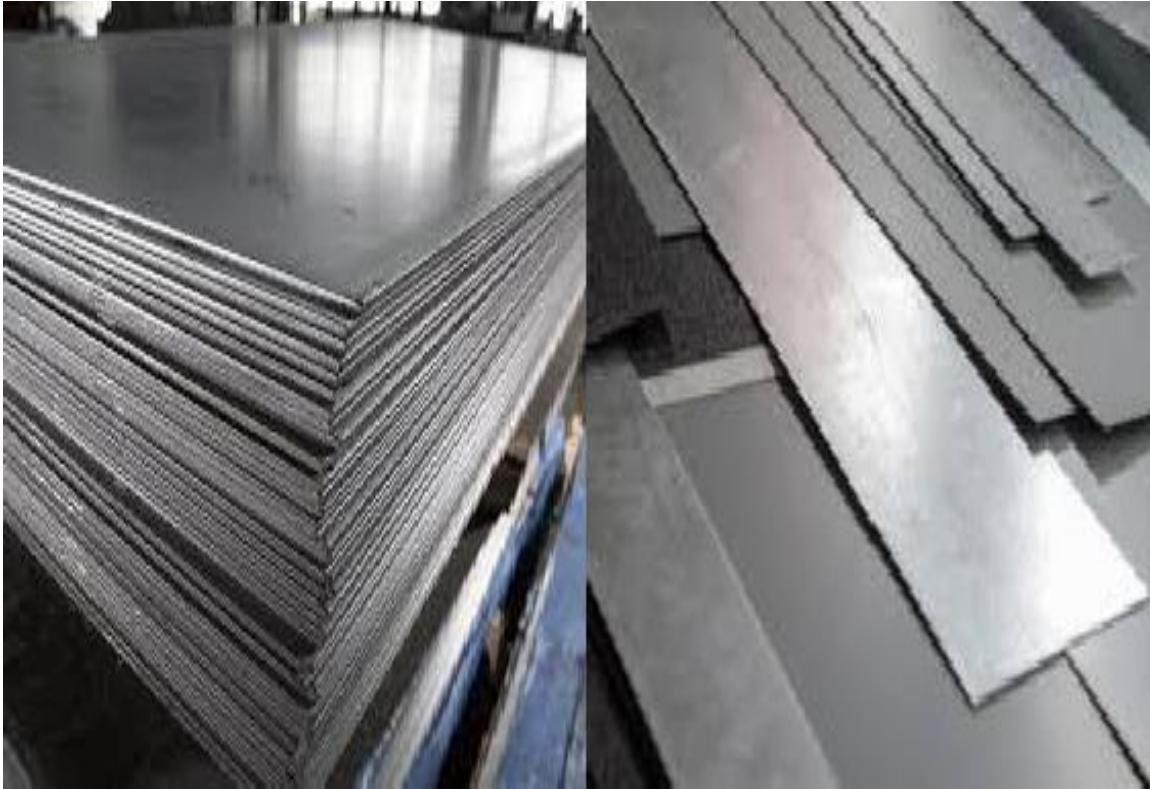


Figure 15 : Un ensemble de plaques de tôles.

I.4. Influence des paramètres de l'opération de découpage :

L'étude des efforts développés au cours de l'opération de découpage a fait l'objet de nombreux travaux. Les différents travaux mettent en évidence l'influence des paramètres du procédé sur les efforts de découpe et la qualité du produit final. Il est nécessaire d'avoir :

- Le jeu entre le poinçon et la matrice.
- La géométrie de l'outillage.
- L'épaisseur et la nature du matériau de la tôle.
- Le coefficient de frottement.
- La vitesse de découpe.

Pour une estimation du jeu entre le poinçon et la matrice, le tableau 1 nous donne les estimations du jeu pour les différents métaux et alliages.

Tableau 01 : Valeur du jeu suivant les différents matériaux à découper.

Matériaux	Jeu diametric
LaitonetCuivre: $1/20^{\text{ème}}$ del' épaisseur delabande	$J=1e/20$
Aciermi-dur: $1/16^{\text{ème}}$ de l' épaisseur delabande	$J=1e/16$
Acier: $1/14^{\text{ème}}$ del' épaisseur delabande	$J=1e/14$
Alliaged' aluminium : $1/10^{\text{ème}}$ del' épaisseur dela bande	$J=1e/10$
Acierinoxydable/ $1/15^{\text{ème}}$ del' épaisseur delabande	$J=1e/15$

I.5. Découpe du laser :

Les systèmes de découpe laser AMADA exploitent les avancées technologiques les plus récentes dans la fabrication de lasers à fibre et de CO2, ce qui permet aux clients d'optimiser leur productivité et leur rentabilité. Les machines de découpe laser à fibre et CO2 AMADA utilisent la technologie laser pour obtenir des vitesses de coupe élevées et une grande flexibilité dans le traitement d'une variété de matériaux tels que l'aluminium, l'acier, le cuivre et le laiton, ce qui permet d'élargir la gamme de processus (PNR).

AMADA propose différents systèmes de découpe laser à fibre et de découpe laser CO2, allant de 3 kW à 12 kW.

Les avancées de leur mouvement et leurs systèmes de livraison de faisceau novateurs visent à accroître la productivité, améliorer la qualité de coupe et diminuer les dépenses d'exploitation.



Figure 16 : Les systèmes de découpe laser.

La découpe de notre pièce du projet se fait par découpe laser.

Chapitre II :

Le pliage

II. Introduction

Le pliage a pour objectif de donner une forme déterminée est qui consiste à déformer une tôle plane en changeant la direction de ses fibres de façon brusque suivant un angle. Ce travail nécessite la maîtrise, de certains paramètres mécaniques. Cette opération se distingue de l'emboutissage par le fait que les contraintes latérales sont nulles. Les paramètres les plus influents dans une opération de pliage peuvent être classés en trois catégories :

- ❖ Paramètres liés à la machine : cadence, puissance... ;
- ❖ Paramètres liés à l'outillage : rayon, course, angle, jeu... ;
- ❖ Paramètres liés au matériau : formabilité, propriétés élastiques, anisotropie, ... ;

Le produit fini est sensible à ces trois types de paramètres ; néanmoins, selon la destination finale de la pièce et les critères de qualité demandés, il peut y avoir prépondérance d'un paramètre par rapport à un autre. Dans la conception moderne, des exigences autres que mécaniques et de service interviennent. L'aspect esthétique d'un produit obtenu par mise en forme est de plus en plus recherché. L'ensemble de ces contraintes de fabrication se répercute dans la pièce. L'état géométrique et mécanique du produit plié aura ultérieurement une grande influence sur la tenue en service des pièces.

Notre pièce est de type "*pièce pliée*". Comme nous traitons dans notre thème la portière a formera partir d'un poinçon et matrice, au niveau de la S.N.V.I, on lui donne le nom de pièce emboutie.

II.1 Définition [7]

Le pliage est un procédé de formage à froid où une tôle plane est déformée de manière permanente en la plaçant sur une matrice et en appliquant une force avec un poinçon. Cette opération permet de créer des angles et des formes spécifiques en fonction des exigences de conception.

L'effort nécessaire à obtenir le pli dépend de la limite élastique du métal, de l'épaisseur de la tôle, de la longueur et de la direction du pli, les deux méthodes les plus utilisées sont :

- ❖ Le pliage en l'air sur une presse plieuse.
- ❖ Le pliage en frappe sur plieuse universelle (à sommier).

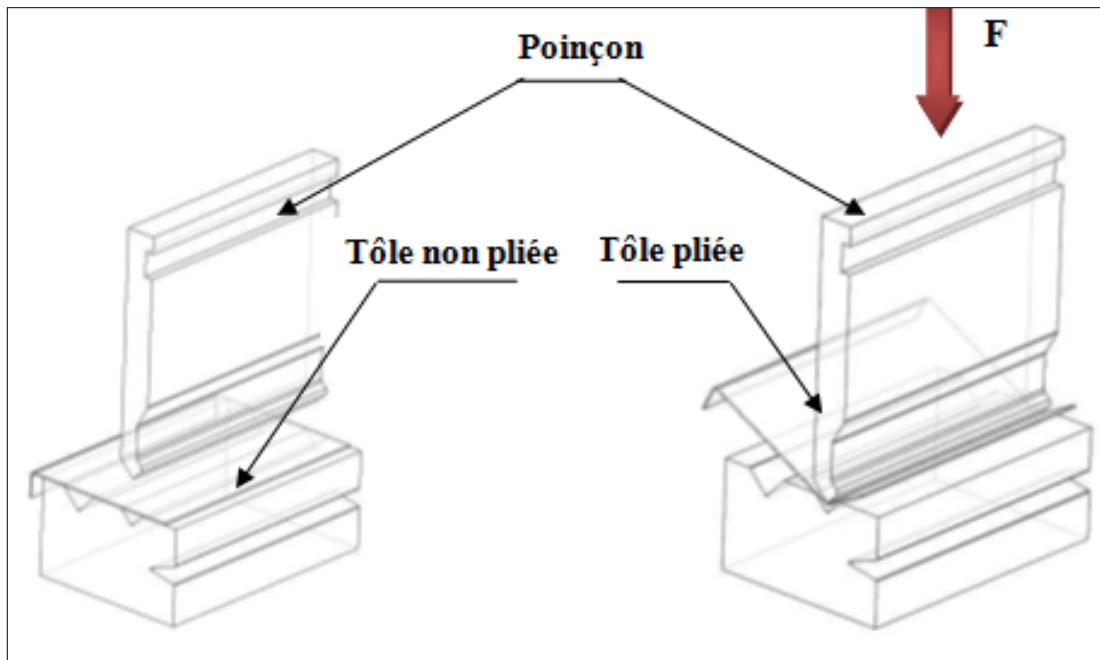


Figure 17 : Pliage de tôle sur une presse plieuse.

II.2 Principe de pliage

Le pliage consiste à déformer plastiquement une tôle plane en appliquant une force sur sa longueur.

Pour obtenir l'angle désiré, il est nécessaire de dépasser la limite élastique du matériau.

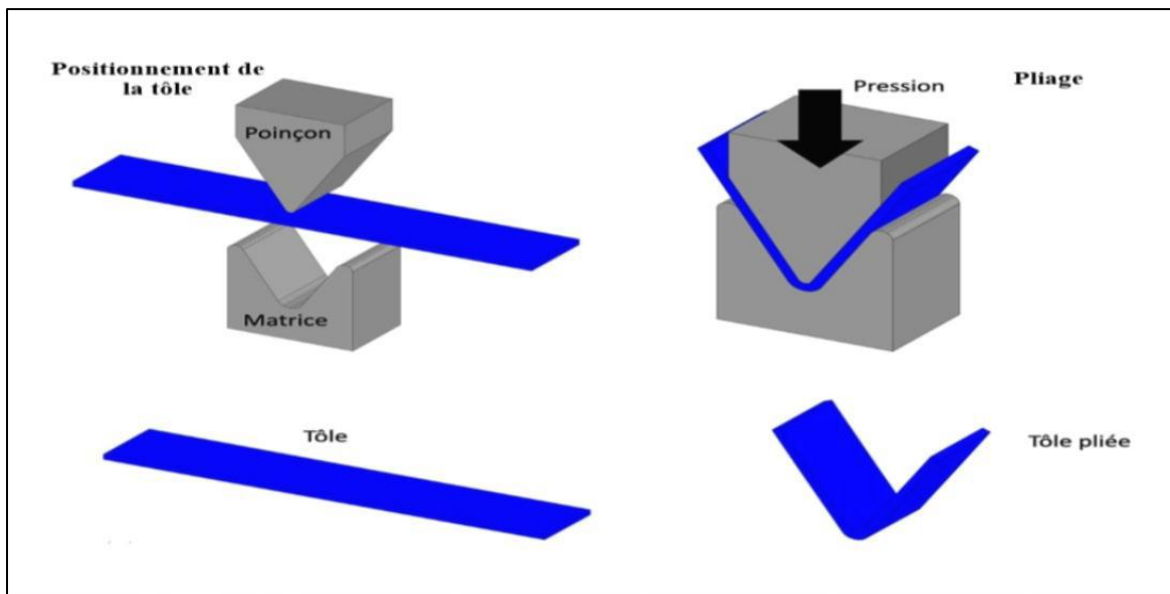


Figure 18 : Principe de pliage.

II.3. Les types de Pliages :

Suivant la géométrie des poinçons et les matrices, trois types de pliage sont distingués :

II.3.1. Pliage en Ve :

Dans le pliage en V, le serre-flan est superflu. L'angle de formage de la tôle est déterminé par la variation de l'angle du V du poinçon et de la matrice. Le pliage peut se faire soit en l'air soit par frappe.

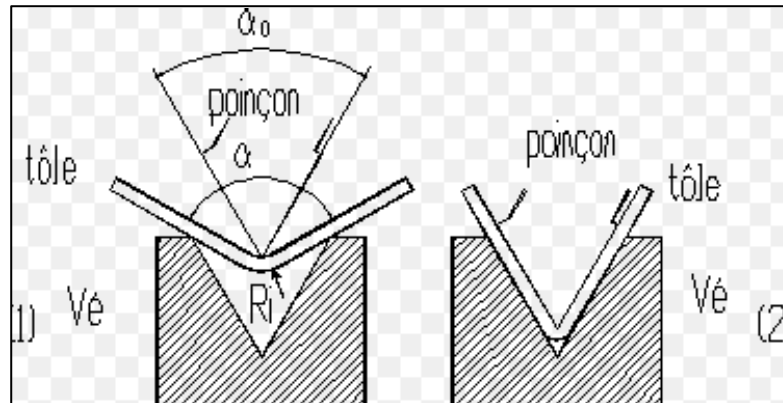


Figure19: pliage en Vé.

- **Pliage en frappe :**

Également appelé pliage en fond de matrice, le pliage en frappe consiste à marquer la tôle avec le poinçon en exerçant une force suffisante pour dépasser sa limite élastique, éliminant ainsi tout effet de retour. Ce forgeage à froid, réalisé au fond du vé, détermine l'angle de pliage et requiert une force considérable. En d'autres termes, cette méthode commence par un pliage en l'air, suivi d'une pression supplémentaire pour que la tôle épouse les faces de la matrice.

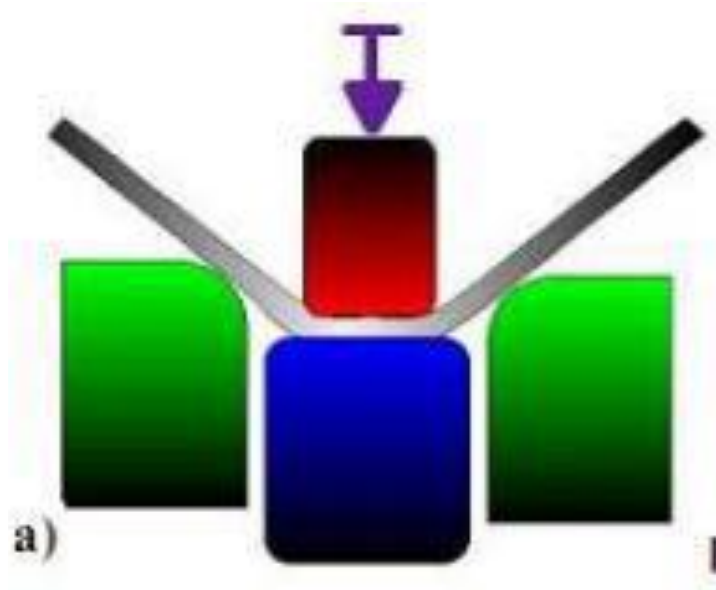


Figure 20 : Pliage en frappe.

- **Pliage en air**

Dans le cas d'un pliage en l'air, la tôle est placée sur les arêtes du vé, le poinçon, descend dans le vé, exerçant la force nécessaire pour déformer la tôle selon l'angle désiré. Un certain nombre d'éléments influencent la formation de cet angle. Pour un réglage défini, la tolérance de l'épaisseur de la tôle, les flexions du tablier et du coulisseau et la dimension des vé est nécessaire.

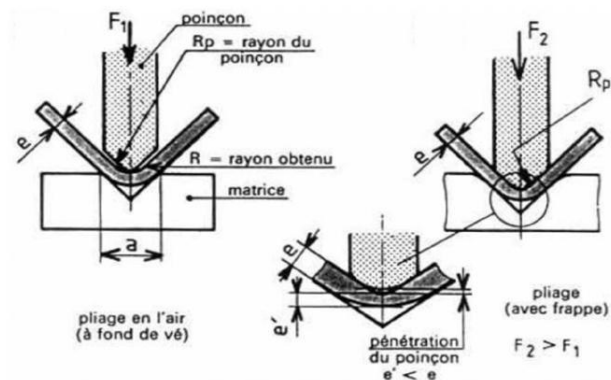


Figure 21 : Pliage en l'air.

Remarque : Les forces utilisées dans le pliage en air sont 5 fois moins importantes que pour le pliage en frappe.

Dans le pliage en air, la tôle est toujours soumise au phénomène de retour élastique.

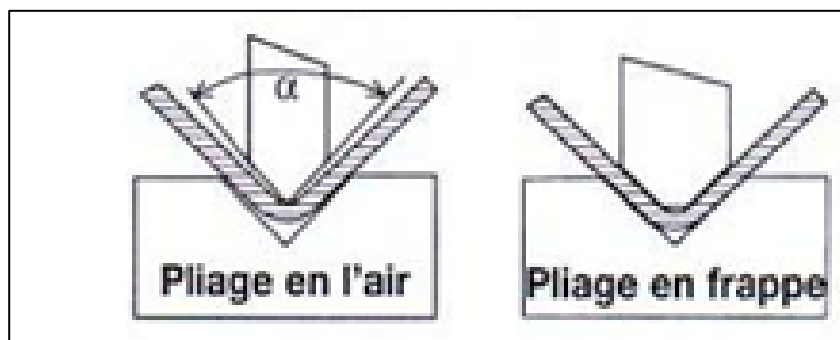


Figure 22: Différence entre le pliage en air et en frappe.

II.3.2. Pliage en U :

Le principe est voisin de celui du pliage en vé. Seuls les outils (poinçons et matrices seront différents).

Cela ressemble cependant a de l'emboutissage. On peut obtenir avec cette méthode une infinité de formes pliées, si les outils sont disponibles.

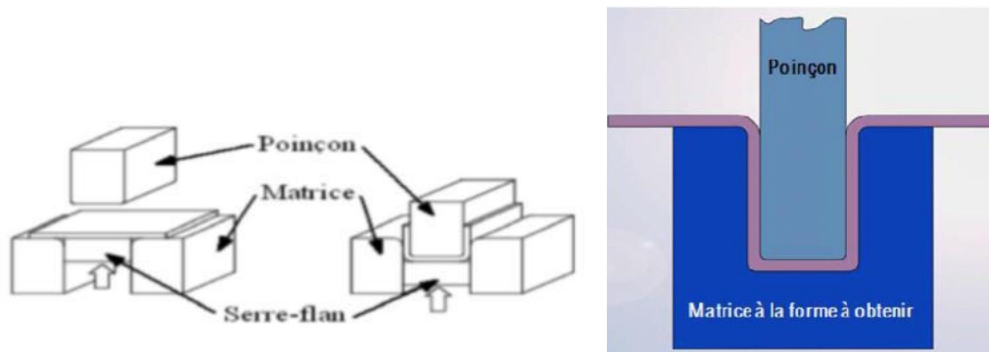


Figure 23 : Pliage en U.

II.3.3. Pliage en L :

Le pliage en L ou en tombé de bord consiste à plier un flan en porte-à-faux à 90° et est maintenu entre la matrice et le serre-flan. Au niveau du pli, la surface intérieure est celle qui adopte le pliage, tandis que la surface extérieure possède le plus grand rayon.

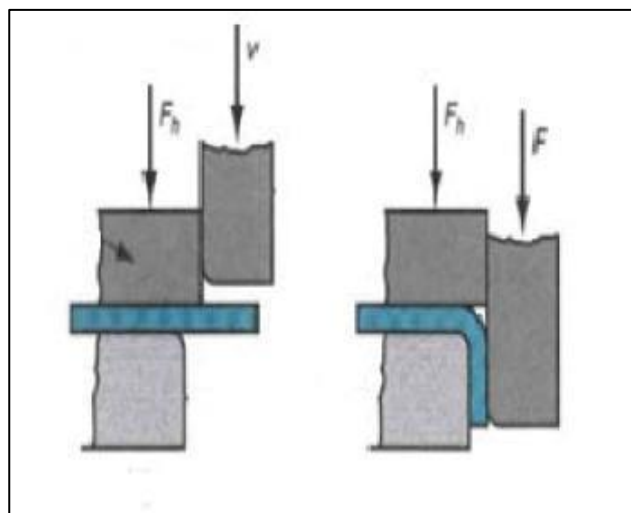


Figure 24: Pliage en L.

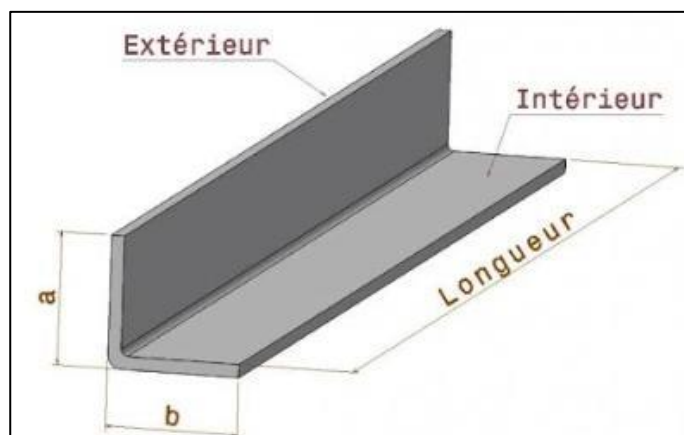


Figure 25: Exemple d'une pièce pliée en L.

II.4. Technique de pliage [8]




Le pliage de tôle consiste à déformer la matière en modifiant la direction de ses fibres selon un angle précis. En pratique, la tôle est placée dans une machine de pliage qui exerce une pression pour la plier.

- ❖ Pliage avec une presse plieuse : La tôle est posée à plat sur une matrice fixe équipée d'un « vé ». Lors du pliage, un poinçon (partie supérieure de la machine) descend verticalement pour enfoncer la tôle dans le vé, créant ainsi le pli jusqu'à l'angle souhaité. En raison de la déformation élastique du métal, il est souvent nécessaire de plier légèrement plus que l'angle désiré pour compenser l'effet de retour élastique.
- ❖ Pliage avec une plieuse universelle : Le poinçon marque l'emplacement du pli sur la tôle, et un sommier maintient la tôle en place pendant que le tablier (pièce mobile de la machine) exerce une pression sur la partie saillante de la tôle pour la plier.

Ces méthodes permettent une grande précision et sont adaptées à divers types de tôles et d'angles, rendant le processus de pliage essentiel dans la fabrication de pièces métalliques de différentes formes et tailles.

II.5. Les paramètres qui influencent les opérations de pliage :

Plier une tôle, c'est relever une partie de cette tôle de façon à former un angle dont l'arête est rectiligne et plus ou moins arrondie. Les différentes parties de pliage sont :

-  Les deux plans de la tôle qui forment un angle α que l'on appelle angle dièdre ;
-  Les longueurs L_1 et L_2 qui portent le nom de parties droites ;
-  La zone arrondie qui porte le nom de carre.

II.6. Caractéristiques d'un pli

II.6.1 Le Pli

Lors du pliage, la tôle subit une pression qui change l'orientation des fibres. Les fibres intérieures sont comprimées alors que celles extérieures subissent un étirement. L'angle obtenu est appelé « angle de pliage ».

Entre les deux zones de déformations, la fibre neutre qui ne subit aucun allongement ni raccourcissement sera la base de notre calcul de la longueur développée. En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage

II.6.2. Calcul des longueurs des fibres

- ✚ Fibre extérieure : $\pi \times R_{ext} / 2$ [mm]
- ✚ Fibre neutre : $\pi \times R_{fn} / 2$ [mm]
- ✚ Fibre intérieure : $\pi \times R_{int} / 2$ [mm]

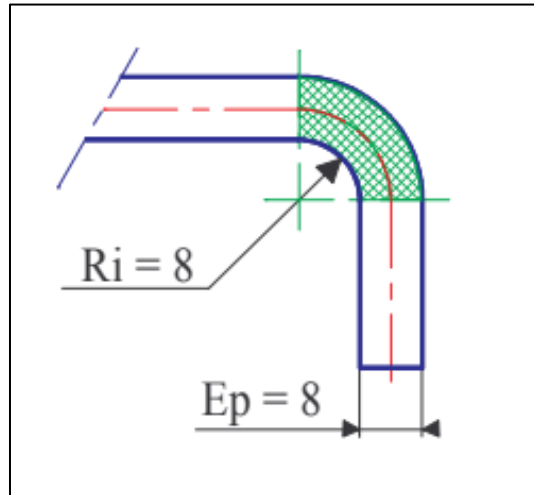


Figure 26 : Schématisation des fibres d'une pièce en pliage.

II.6.3. Rayon de la fibre neutre

Tableau 02 : Caractéristique du rayon de la fibre neutre

Ri / e	Environ 1	Environ 2	Environ 3
R_{fn}	$e/3$	$2. e/5$	$e/2$

✚ $R_{fn} = e \cdot (12)$ Ou bien $R_{fn} = e \cdot (13)$

Remarque :

Dans le pliage :

- La fibre extérieure s'allonge ;
- La fibre neutre ne varie pas ;
- La fibre intérieure se comprime.

II.6.4. Le pourcentage % d'allongement des fibres (A%)

Tous les matériaux acceptent des déformations dans une certaine limite. Pour l'allongement, cette limite s'exprime en %.

$$A\% = (R_{ext} * \pi) - (R_{fn} * \pi) * 100 = (R_{fn} * \pi)$$

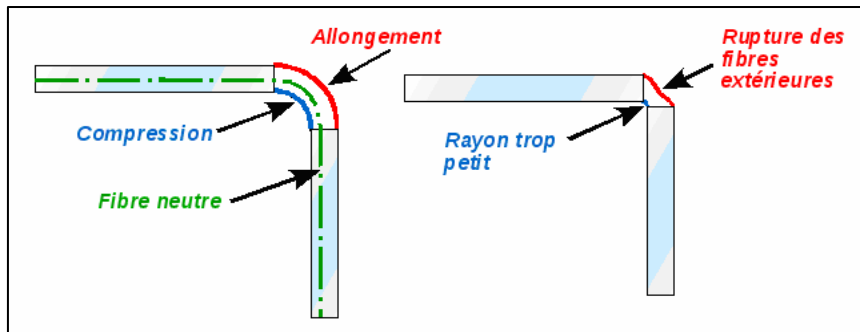


Figure 27 : Allongements des fibres en pliage.

II.7. Différents rayons de pliage

Le rayon de pliage est intéressant à déterminer et vérifier car il va affecter la réalisation du poinçon et de la matrice.

II.7.1 Rayon du poinçon de pliage

Pour obtenir des pièces avec des cotes précises, il faut tenir compte du retour élastique au moment de la conception de l'outillage. Le rayon du poinçon à utiliser en pliage est :

$$\frac{R_p}{e} = \frac{R/e}{1 + 3 \cdot \frac{R \cdot R_e}{E \cdot e}}$$

Avec :

- **E** : module d'élasticité de la tôle (N/mm²).
- **e** : épaisseur de la tôle (mm).
- **]Re** : limite d'élasticité (N/mm²).
- **R_p** : Rayon de l'outil de pliage (mm).
- **R** : Rayon de la pièce finale (mm).

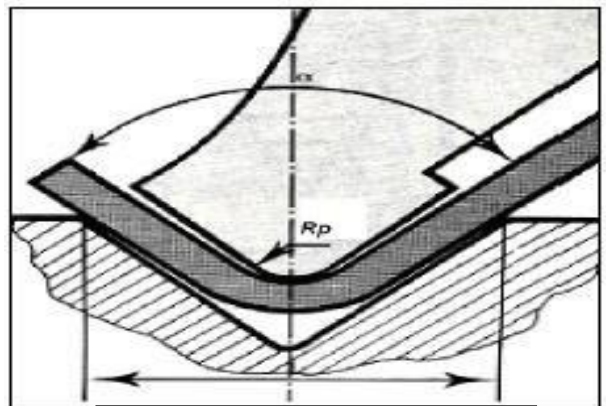


Figure28: Rayon de poinçon de pliage.

II.7.2 Rayon minimal de pliage

Lors du pliage d'une tôle, une déformation plastique se produit dans la zone de pliage. Cette déformation se manifeste par un allongement de la partie extérieure et une compression de la partie intérieure. Sur une pièce pliée, ces déformations sont visibles dans la zone pliée : les fibres intérieures sont comprimées tandis que les fibres extérieures subissent un étirement.

Cette déformation plastique modifie de manière permanente la structure de la tôle, entraînant des contraintes résiduelles. Le contrôle de ces contraintes est crucial pour garantir la qualité et la précision du pliage. Par exemple, des fissures peuvent apparaître sur les

surfaces extérieures si l'étirement dépasse la limite de rupture du matériau, tandis que des défauts de pliage tels que des ondulations peuvent survenir en cas de compression excessive sur les surfaces intérieures.

Pour optimiser le pliage et éviter ces défauts, il est important de choisir correctement les outils de pliage (poinçon et matrice), ainsi que les paramètres de la machine, comme la pression exercée et la vitesse de pliage. De plus, le calcul précis de la longueur développée, basée sur la fibre neutre, est essentiel pour assurer la précision des dimensions finales de la pièce pliée. Cette déformation doit assurer la non rupture du matériau dans cette zone. Autant le rayon de pliage est grand, autant la déformation plastique est minimale. La fibre neutre est une fibre qui ne subit pas de déformation. L'équation donnant la valeur du rayon minimal est la suivante :

$$R_{min} = \frac{e}{\frac{A-4}{100-Z} * \left(\frac{A-4}{200-Z} + 2 \right)}$$

Avec

- Rmin: rayon minimal de pliage en (mm).
- e : épaisseur de la tôle en (mm).
- A(%) : allongement.
- Z(%) : coefficient de striction $Z = \frac{S_0-S1}{S_0} * 100$

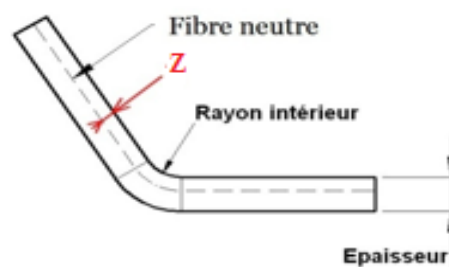


Figure 29 : Coefficient de striction Z.

Avec

- S_0 : section de la pièce ;
- S_1 : section de la pièce après pliage.

Remarque

1. L'expression du rayon de pliage R désigne toujours le rayon intérieur ;
2. Le coefficient de striction est négligé.

II.7.3 Rayon de pliage appelé aussi rayon intérieur de pliage ou Ri

Le rayon de pliage est défini selon la machine employée et les contraintes du dessin de la pièce. La plupart du temps, le dessin n'impose pas de rayon, c'est la machine utilisée qui définira à ce moment sa valeur.

□ **Sur une presse plieuse:** le rayon intérieur dépend du Vé.

On admettra :

$$Ri = \frac{Ve}{6} [mm]$$

Avec :

- Ri : rayon intérieur ;
- Vé : angle de pliage.

Le rayon intérieur varie aussi en fonction de la matière et de son coefficient d'allongement. Plus la matière est malléable, plus le rayon intérieur pourra être petit, sans que l'on observe des défauts de criquage (cassure à l'extérieur du pli).

Sur une plieuse universelle : le rayon de pliage est défini par l'opérateur (ou le plan de Définition) durant le réglage du tablier de la machine. Dans ce cas, on considère le rayon extérieur du pli.



Figure 30 : Choix du rayon de pliage.

N.B : Pour le rayon extérieur du pliage des différents aciers on trouve :

- Acier d'usage courant : $Re = e$;
- Acier inoxydable d'usage courant : $Re = 2,5 \times e$;
- Aluminium recuit : $Re = e$;

- Aluminium écroui : $Re = 3 \times e$;
- Cuivre recuit : $Re = e$;
- Cuivre écroui : $Re = 2,5 \times e$.

Remarque :

Le rayon intérieur de pliage ne doit jamais être vif, car il risque de provoquer une fatigue exagérée du métal et aurait un amincissement trop important qui pourrait amener une cassure.

Ce rayon dépend de :

- A) La nature de métal (acier, aluminium, cuivre...);
- B) L'épaisseur à plier ;
- C) L'état de malléabilité (recuit, trempé, écroui...);
- D) L'orientation des fibres linéaires (direction de laminage).

Remarque :

Le rayon intérieur de pliage ne doit jamais être vif, car il constituerait une fatigue exagérée du métal et aurait un amincissement trop important qui pourrait amener une cassure.

II.7.4 Calcul du rayon moyen

$$R_m = R_i + e/2 \text{ Ou } R_m = R_e - e/2$$

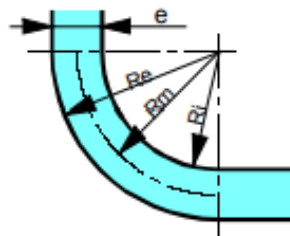


Figure 31 : Différents rayons dans un pli.

Avec

- Re = Rayon extérieur. (mm)
- Rm = Rayon moyen. (mm)
- Ri = Rayon intérieur. (mm)
- e = Epaisseur. (mm)

Tableau 03 : Choix de rayon minimum en fonction pourcentage d'allongement.

Rayon minimum R_i	Pourcentage D'allongement A%
1	$\geq 33\%$
2	$\geq 20\%$
3	$\geq 14\%$
4	$\geq 12\%$
5	$\geq 8\%$
6	$\geq 0.7\%$

II.8 Deformation plastique

Le matériau est soumis à une traction à l'extérieur et à une compression à l'intérieur lors du pliage. La fibre neutre, qui délimite ces deux zones, ne subit ni allongement ni raccourcissement. La déformation en traction étant plus "facile" que la déformation en compression, la fibre neutre se déplace vers l'intérieur du pli lorsque le rayon de pliage diminue.

$$d = \frac{e}{2} Si \frac{R}{e} \leq 3$$

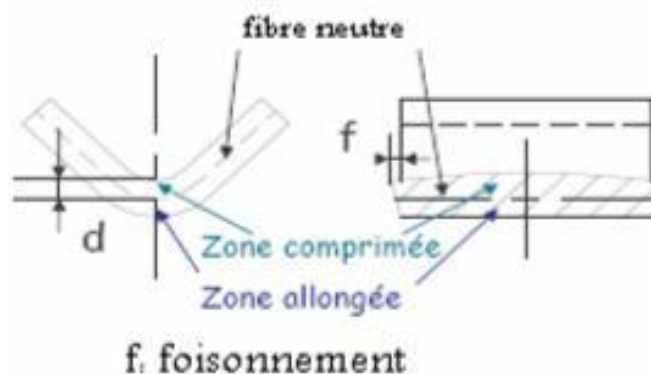


Figure32:Pliage des tôles métalliques.

Dans le pli, on constate :

- Une réduction d'épaisseur d'autant plus que $R \ll e$.
- Un élargissement au niveau du pli.
- Le foisonnement.

Pour éviter la fissuration au niveau du pli, il faut vérifier que l'allongement de la fibre extérieure ne dépasse pas l'allongement de la rupture des matériaux. On effectue le rapport entre la longueur de la fibre neutre et la longueur de la fibre extérieure.

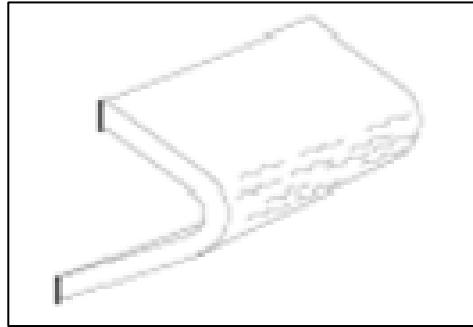


Figure 33: Formation des fissures lors de pliage.

Le jeu de pliage [9]

Dans la conception de l'outil de pliage, il est nécessaire d'anticiper un jeu de pliage entre l'arête verticale extérieure du poinçon et l'arête intérieure de la matrice. Ce jeu doit être égal à l'épaisseur de la tôle plus une tolérance maximale afin d'assurer un pliage précis et sans défauts.

$$J \geq e + \text{tolerance max}$$

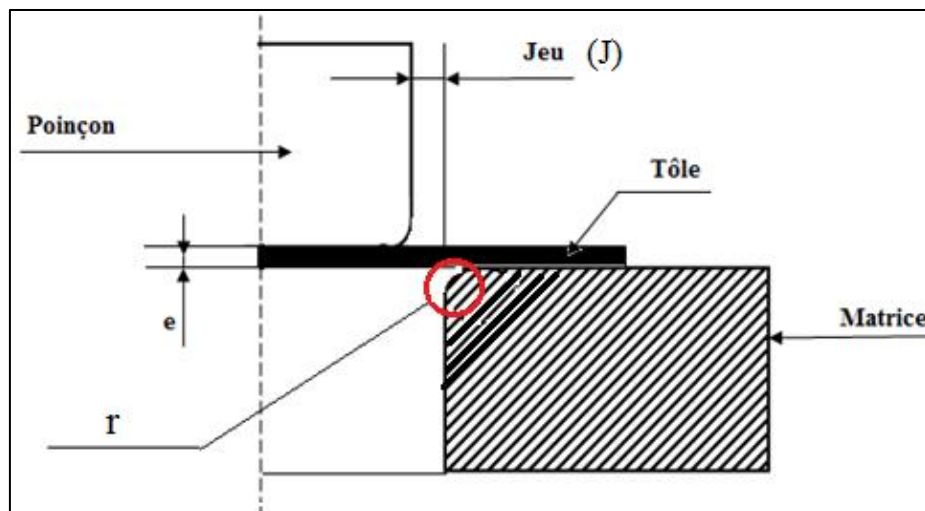


Figure 34: Jeu de pliage et rayon de la matrice.

II.9 Retour élastique

Le pliage de la tôle est un processus fondamental dans le domaine de la métallurgie et de la fabrication de pièces métalliques. Il est obtenu par une déformation plastique de la tôle, ce qui signifie que le matériau subit un changement permanent de forme sans retour élastique significatif. Cependant, il est important de reconnaître que cette déformation plastique s'accompagne inévitablement d'une déformation élastique.

Lors des processus de pliage, la valeur de résistance élastique du matériau peut être dépassée, mais les limites de force élastique ne le peuvent pas. Ainsi, même si la déformation plastique modifie la forme de la tôle, une partie de son élasticité originale est toujours préservée. Cela signifie que lorsque la charge est retirée du matériau plié, il tente de revenir partiellement à sa forme et à sa position d'origine.

Ce phénomène est connu sous le nom de retour élastique. En d'autres termes, lorsque l'effort de pliage est relâché, la tôle peut se déformer légèrement en raison de la déformation élastique résiduelle, revenant partiellement vers sa forme initiale. Ce retour élastique est une considération importante lors de la conception et de la fabrication de pièces métalliques, car il peut affecter la précision dimensionnelle et la géométrie finale de la pièce pliée. Ainsi, les opérateurs et les ingénieurs doivent tenir compte du retour élastique lors de la planification des processus de pliage et de l'ajustement des outils et des paramètres de fabrication pour obtenir les résultats souhaités.

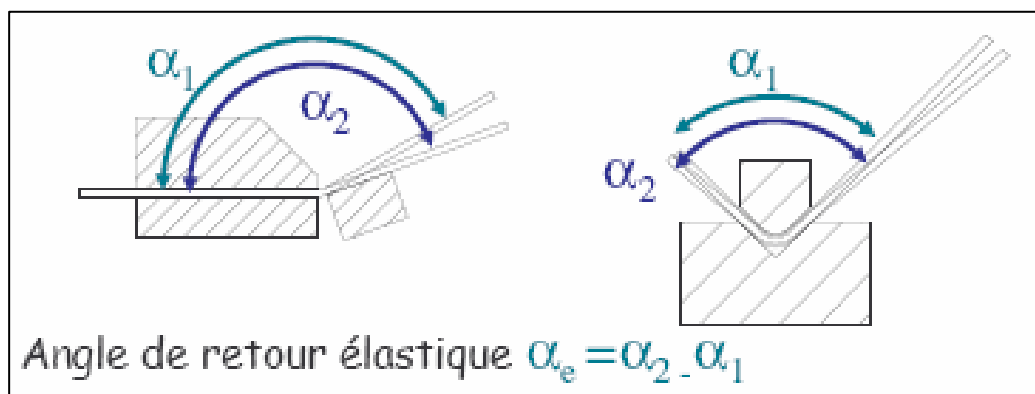


Figure35:Retour élastique d'une tôle.

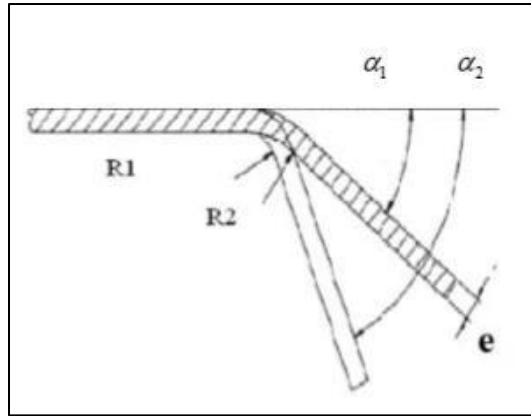


Figure36: Paramètres de retour élastique.

Par calcul, En considérant les notations suivantes :

- α_1 : Angle de la pièce après pliage.
- α_2 : Angle d'outil.
- R_1 : Rayon du pli (intérieur), avant retour élastique.
- R_2 : Rayon du pli (intérieur), pièce finie.

On estime le rayon R_1 de la pièce avant le retour élastique par la formule empirique.

$$\frac{R_1}{R_2} = 4 * \left(R_1 \cdot \sigma_e \cdot \frac{1}{(E \cdot e)} \right)^3 - 3 * \left(R_2 * \sigma_e * \frac{1}{(E \cdot e)} \right) + 1$$

Avec :

- σ_e : La limite élastique du matériau. [Mpa]
- E : Le module d'Young. [Gpa]
- e : L'épaisseur de la tôle. (mm)

On considère alors que la longueur L de la fibre neutre est constante.

- Avant retour élastique : R_1, α_2 .
- Après retour élastique : R_2, α_1 .

$$L = \left(R_1 + \frac{e}{2} \right) \alpha_1 = \left(R_2 + \frac{e}{2} \right) \alpha_2$$

Pour évaluer le retour élastique :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \left(\frac{2 \cdot R_1}{e + 1} \right) * \frac{1}{\frac{2 \cdot R_2}{e + 1}}$$

II.10 Facteur K

Le facteur k est une valeur clé utilisée pour déterminer la position de la fibre neutre sur une pièce pliée et est essentiel dans le calcul des développées de tôle pliée. Toujours positionné par rapport à l'intérieur du pli, le facteur k permet de déterminer avec précision où se trouve la fibre neutre. Pour ce faire, il suffit de multiplier le facteur k par l'épaisseur de la tôle. Cette méthode de calcul est cruciale pour garantir des résultats précis lors de la conception et de la fabrication de pièces pliées en tôle.

❖ **Le facteur k dépend de plusieurs paramètres :**

- Des outils de pliage : Vé et couteau ;
- De l'épaisseur de la tôle ;
- De la matière ;
- De l'angle de pliage ;
- Le sens de laminage peut également avoir un impact.

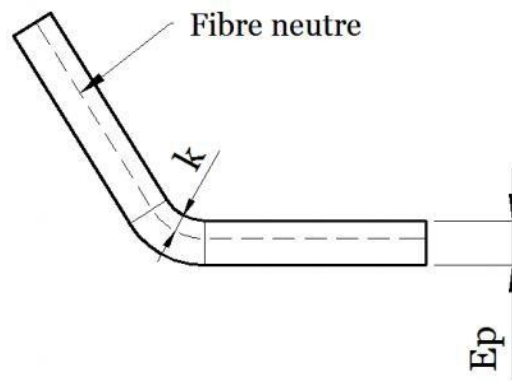


Figure37: position de l'axe neutre et de coefficient K.

$$K = \frac{R_i}{e}$$

Avec

- **e** : épaisseur de la pièce. (mm)
- **Ri** : Rayon intérieur. (mm)
- **L** : longueur du pli. (mm)
- **α** : angle du pli. (mm)

Calcul de la développée du panneau de la porte :

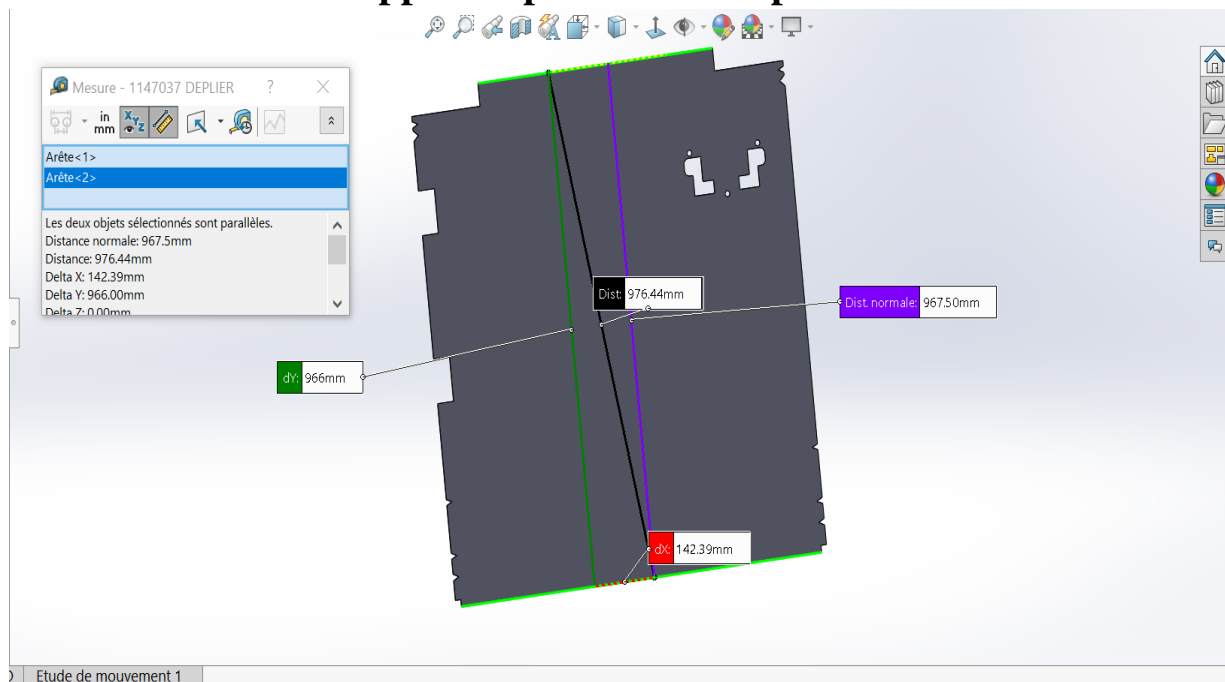


Figure 38:Développement de pièce

$$D = 966\text{mm}$$

➡ Dans ce qui va suivre, nous présentons certaines connaissances défissent l'emboutissage.

Dans l'industrie mécanique, il existe deux méthodes distinctes d'emboutissage : l'emboutissage à froid et l'emboutissage à chaud.

a) **Emboutissage à froid** : [10]

L'emboutissage à froid est un processus industriel effectué à l'aide de presses mécaniques, principalement destiné aux matériaux dont l'épaisseur est inférieure à 4 mm, tels que l'aluminium, les aciers inoxydables, le laiton et les aciers doux (avec un maximum de 0,2% de carbone). Dans la plupart des cas, il nécessite l'utilisation d'un outillage double effet, bien que des exceptions existent. Les pièces peu profondes ou ne nécessitant pas de forces de serrage importantes sont généralement réalisées sur des presses double effet. Durant l'opération, le serre-flan maintient la tôle contre la matrice pendant que le poinçon effectue le travail. Une fois l'opération terminée, la pièce est libérée soit à l'aide d'un éjecteur, soit en la retirant à travers la matrice.

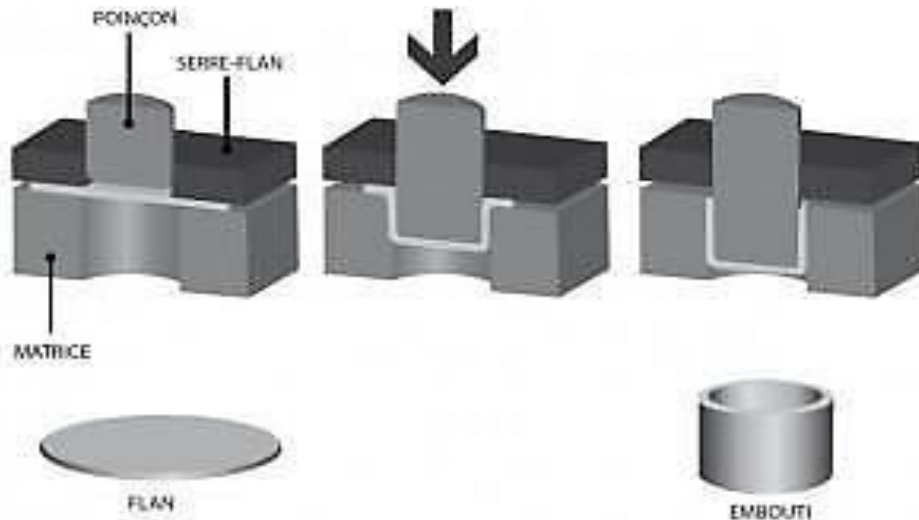


Figure 39 : Emboutissage à froid.

b) **Emboutissage à chaud :**

Le formage de fond de réservoir en acier est largement utilisé, principalement sur des presses hydrauliques à simple ou double effet. Cette technique facilite la déformation des matériaux, notamment lors de l'emboutissage des pièces profondes en chauffant à la fois le flan et la matrice. Cependant, la cadence de production dans le cas de l'emboutissage à chaud est généralement inférieure à celle de l'emboutissage à froid en raison du temps nécessaire pour chauffer les matériaux. De plus, les pièces obtenues présentent souvent une qualité moindre, tant au niveau de la surface que des dimensions, par rapport à celles produites par emboutissage à froid.

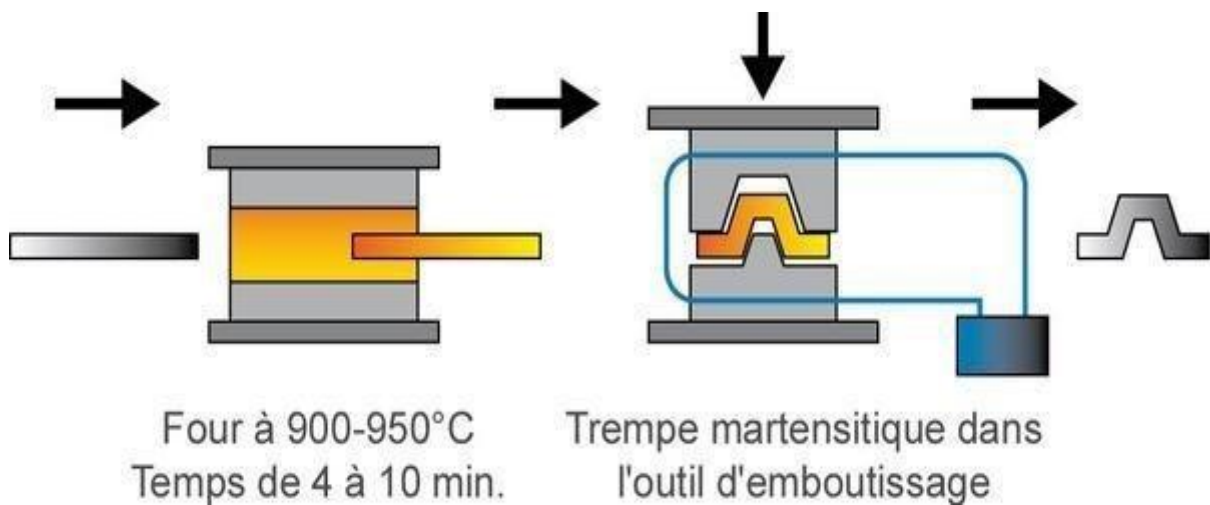


Figure 40: Emboutissage à chaud.

Les outils :

Outils à simple effet : La configuration la plus basique, constituée principalement d'une matrice et d'un poinçon, est plus couramment employée pour les opérations de reprise.

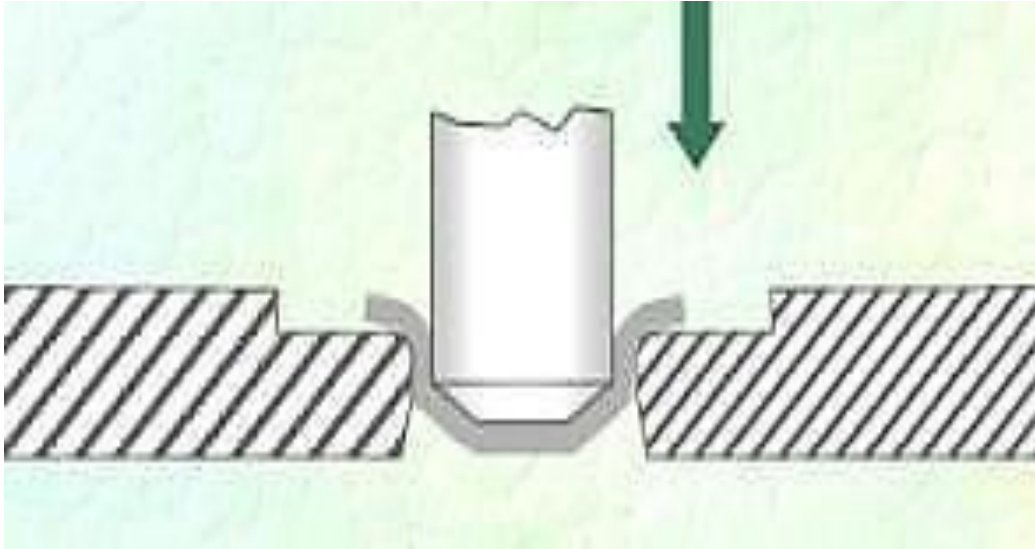


Figure 41 : Outils à simple effet.

Outils à double effet : En plus de l'outil simple effet, il y a également un serre-flan qui est utilisé pour effectuer l'opération d'emboutissage de manière propre.

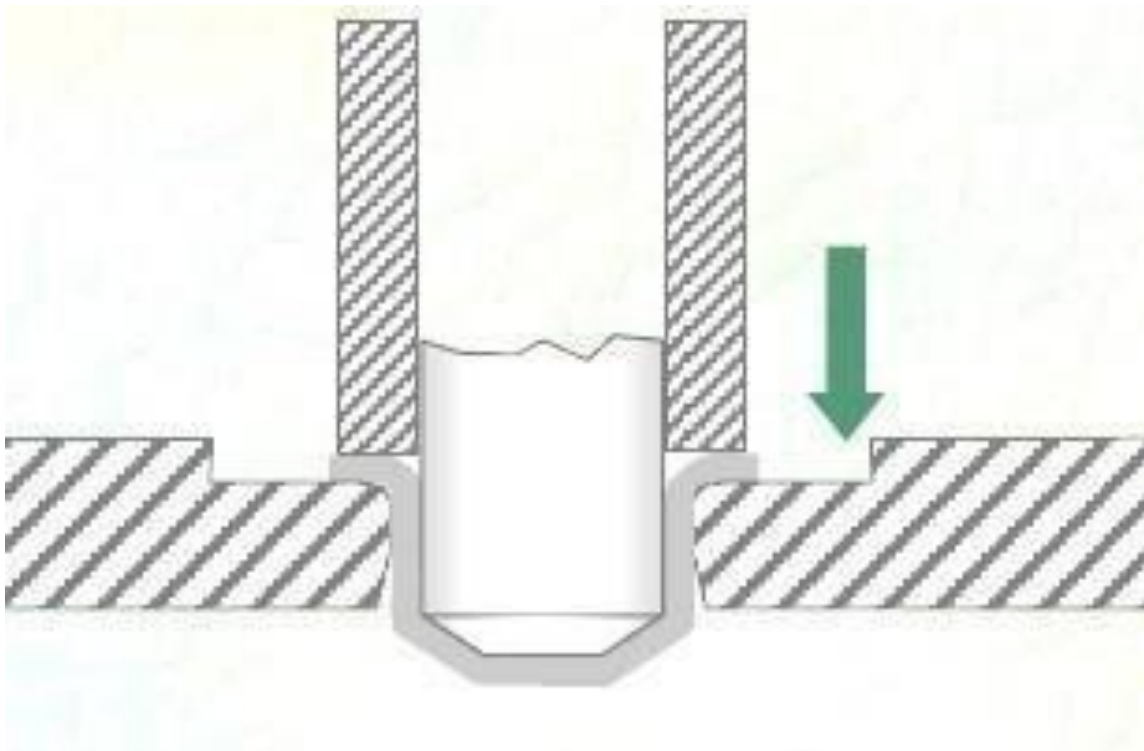


Figure 42 : Outils à double effet.

Rayon de la matrice : [11]

Ce facteur joue un rôle crucial à la fois dans la qualité de l'embouti et dans la répartition des forces. Effectivement, il est clair que dans les deux situations extrêmes mentionnées ci-dessous, l'emboutissage n'est pas fiable :

Pour $r = 0$ on a un déchirement du flan

Pour $r = (D-d) / 2$ on a la formation de plis.

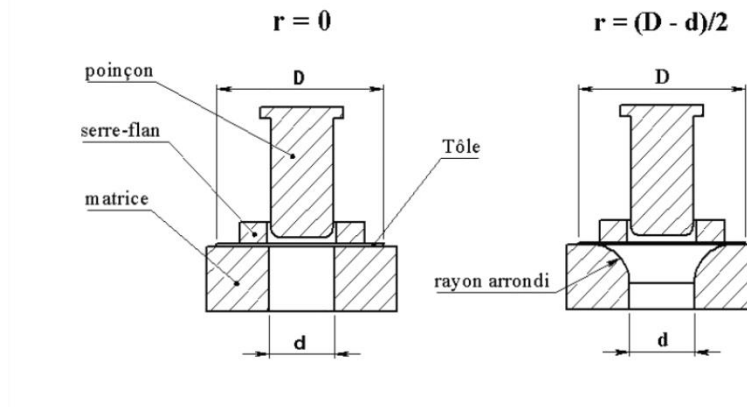


Figure 43: Variation de l'arrondi sur la matrice.

Pour évaluer le rayon efficace, on se sert de la relation relative à la première passe :

- Pour l'acier : $r = 0.8 [(D - d) e]^{1/2}$.
- Pour l'aluminium : $r = 0.8 [(D - d) e]^{1/2}$.
- Pour les passes suivantes on a : $r = (D_{n-1} - d_n) / 2$.

r : rayon de la matrice.

D : diamètre du flan (mm).

d : diamètre de l'embouti (mm).

e : épaisseur du flan (mm).

Rayon du poinçon (R poinçon) :

Il est important que le rayon du poinçon ne soit ni trop faible pour prévenir le décalage du fond de la pièce (amincissement local de la tôle qui indique une déformation locale en expansion), ni trop important pour prévenir les risques de plis. En principe, il ne doit pas être inférieur au rayon de la matrice.

Si la pièce nécessite un rayon réduit, il est nécessaire de prévoir une opération de conformation supplémentaire.

Après emboutissage, l'épaisseur de la partie de la tôle qui est en contact avec le rayon de poinçon trop faible diminue. Le rayon de poinçon est limité entre 5e et 10e.

Les avantages et les inconvénients de l'emboutissage : [12]

Les avantages de l'emboutissage :

- Petites pièces avec des formes géométriques compliquées.
- Bon état de surface.
- Une excellente qualité esthétique et travaux de finition de polissage moins lourds et moins coûteux.
- Bas prix de revient et cadences de production très élevées.

Les inconvénients de l'emboutissage :

- Les zones d'étirement subissent une importante réduction d'épaisseur tandis que les zones de retrait sont soumises à une combinaison d'épaississement et de plissement.
- Les phénomènes de retour élastique (Après le retrait du poinçon) peuvent entraîner une réduction de la matière. Pour corriger ces effets, il est souvent nécessaire d'utiliser des techniques telles que la frappe du rayon, l'étirage ou le maintien prolongé du poinçon, ou encore la modification de la forme du poinçon.
- Le rayon d'entrée de la matrice doit être très arrondi et poli pour éviter toute déchirure du métal.
- Temps de préparation important.
- La conception des outils tels que le poinçon et la matrice est une étape très coûteuse et nécessite un savoir-faire spécifique de l'entreprise.



Figure 44 : Les défauts en emboutissage.

Conclusion :

Notre projet consiste à changer les étapes de pliage fait pli par pli actuellement au niveau de la S.N.V.I, pour un montage de pliage-emboutissage. Nous avons détaillé les procédures de pliages pour les adapter au poinçon et à la matrice afin d'obtenir la précision de la pièce (Panneau extérieure de porte arrière sur le véhicule à double cabine).

Chapitre III :
Etude et conception du
montage

III. Introduction

Pour être toujours compétitif au marché du véhicule utilitaire, il est nécessaire de développer par des innovations les véhicules déjà sur le marché. Cette transformation est devenue nécessaire eux de résoudre aussi le problème de transport des agents des entreprises en raison de la diversification des activités et des spécialités.

Notre étude va porter sur la conception d'un poinçon et matrice pour le pliage (ou emboutissage) du panneau arrière.

Nous avons commencé par l'étude de la gamme de fabrication de notre pièce figure (45)

Le plan définition du panneau est au annexe I.

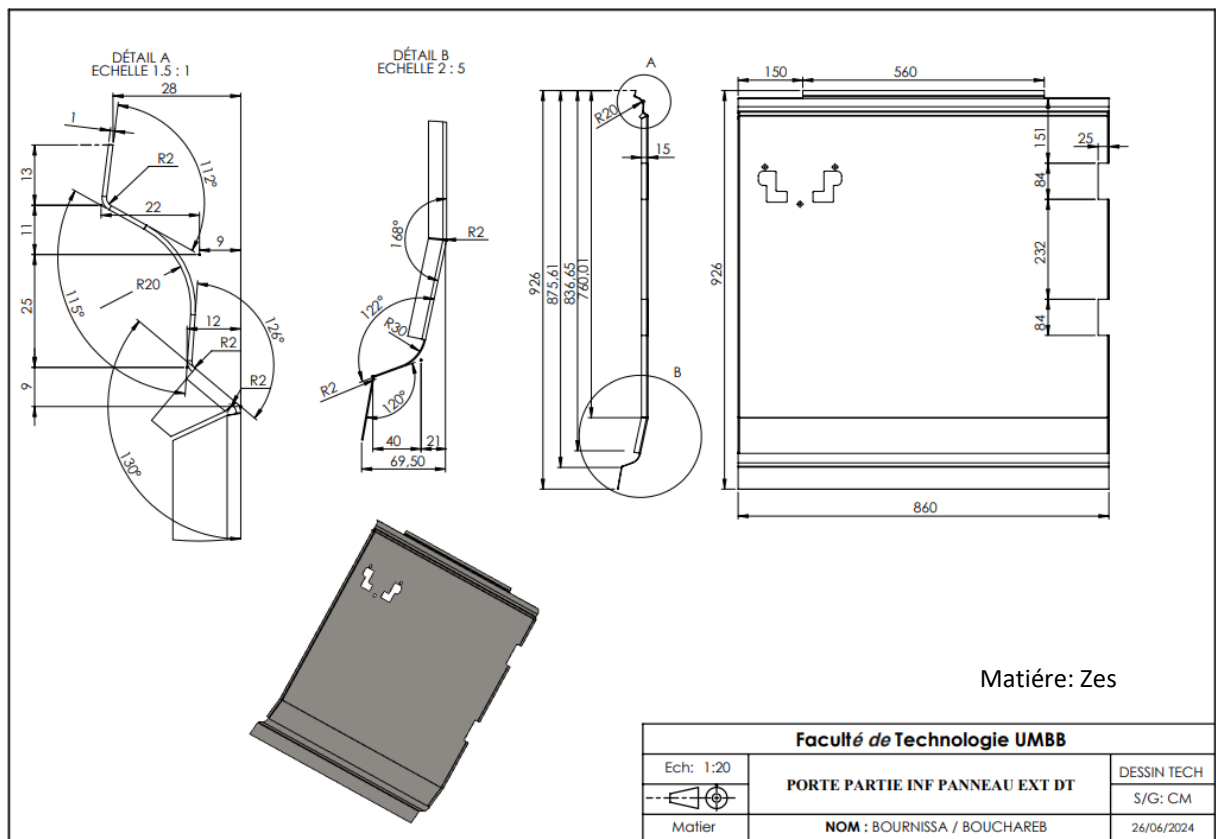


Figure 45 : dessin définition finie du panneau de porte.

III.1 Les caractéristiques mécaniques du matériau :

Tableau 04 : Les Caractéristique mécanique du matériau

Re(N/mm ²)	Rm (N/mm ²)	A ₈₀ %Min
250-350 MPa	350-500 MPa	20-30%

III.2 Composition chimique du matériau :

Tableau05 : Composition chimique de matériau.

Carbone (C)	Manganèse (Mn)	Phosphore (P)	Soufre (S)	Silicium (Si)
0.05% - 0.25%	0.25% - 1.5%	Maximum 0.04%	Maximum 0.05%	0.15% - 0.8%

La réalisation de la pièce se fait en 2phases.

Phase100 : découpage

La découpe du panneau se fait sur une machine à découper au laser. On a une tôle de 2400X1500 sur laquelle sera découpée 2 panneau dépliés.

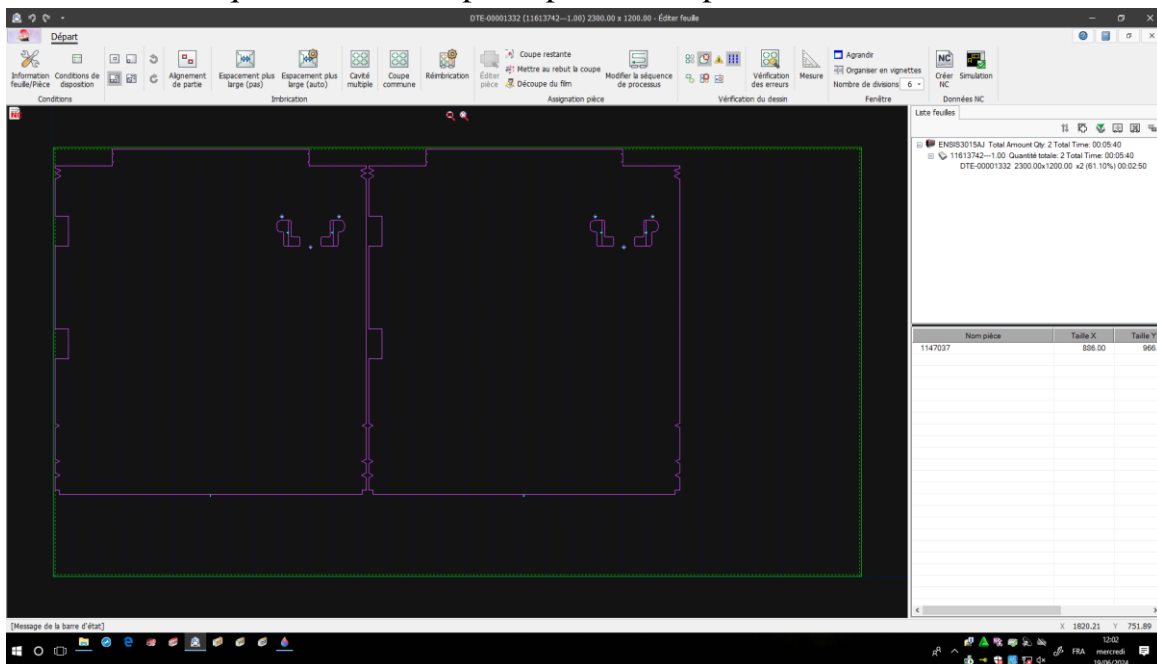


Figure 46 : Ecran sur ABE.

III.3 La machine utilisée de découpe la pièce :

La machine de découpe laser LC 3015 X1 NT est de conception <<Optiques Mobiles >>. C'est à dire que la table support de tôles est fixe et la tête laser se déplace suivant 3axes. La rapidité et la précision des déplacements sont obtenues grâce à l'utilisation de servomoteurs synchronisés sur crémaillère et de guidages prismatiques trempé.



Figure 47 : Découpe laser fibre.

Programmation de la pièce dans Logiciel ABE AMADA converti les entêtes de solide vers ABE.

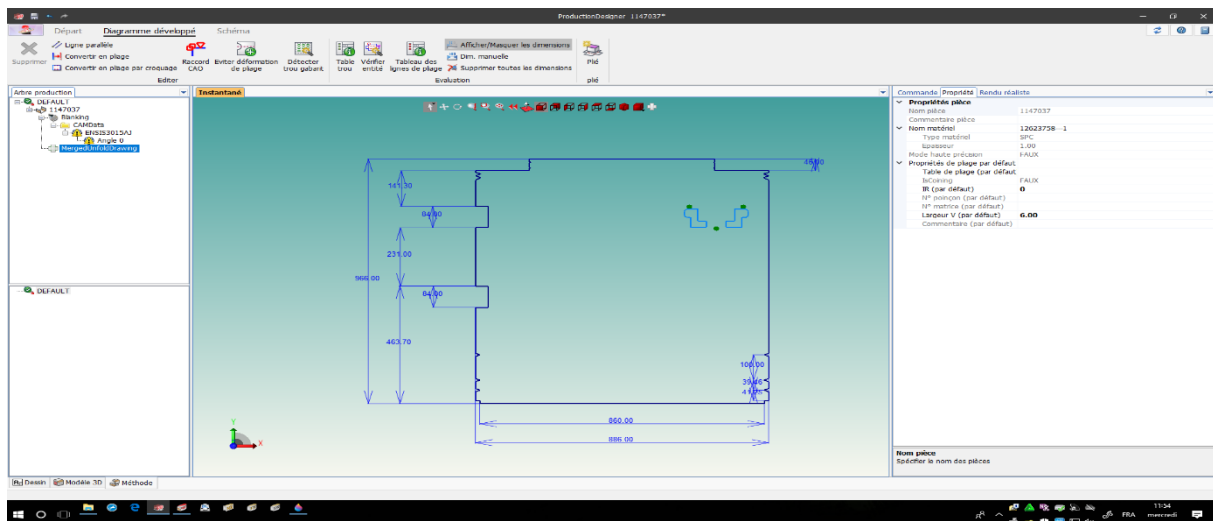


Figure 48 : Schéma du ABE.

La pièce dépliée.

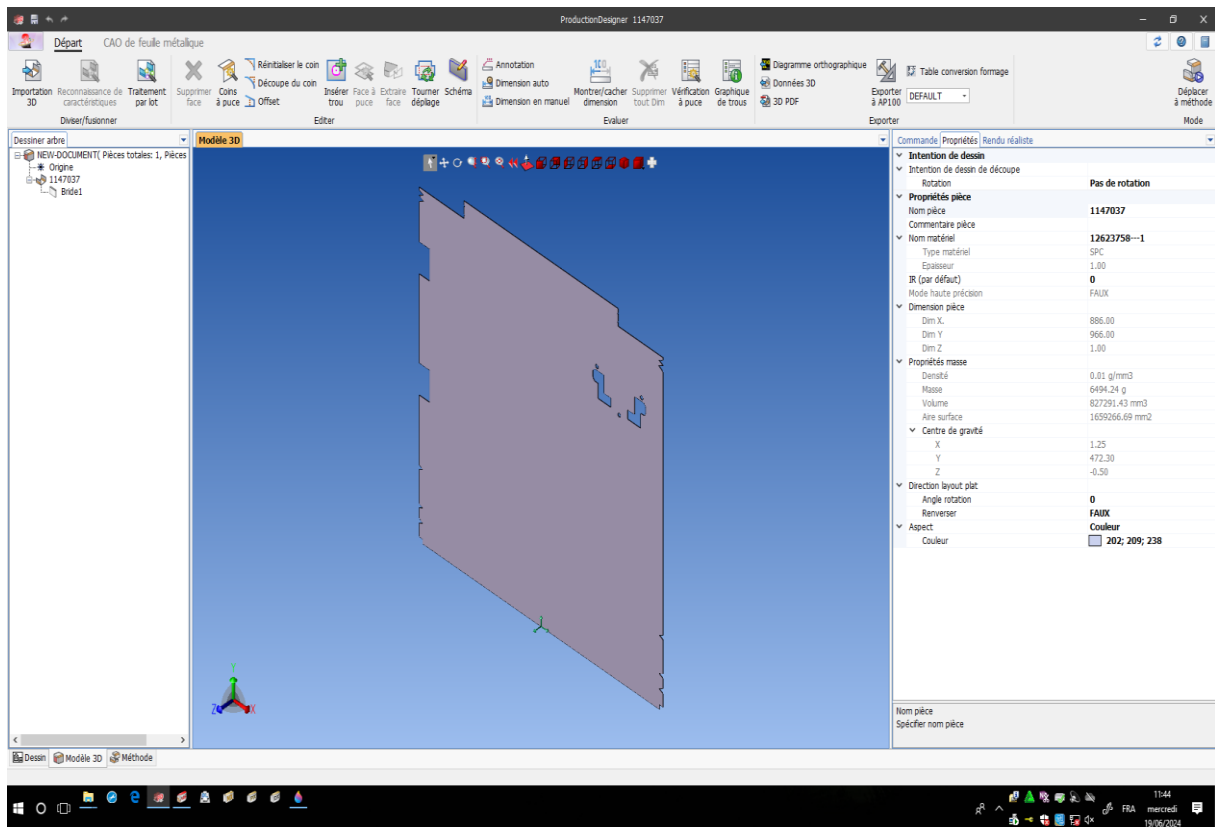


Figure 49 : dessin de pièce déplié sur l'écran.

Phase200 : pliage-emboutissage panneau de porte.

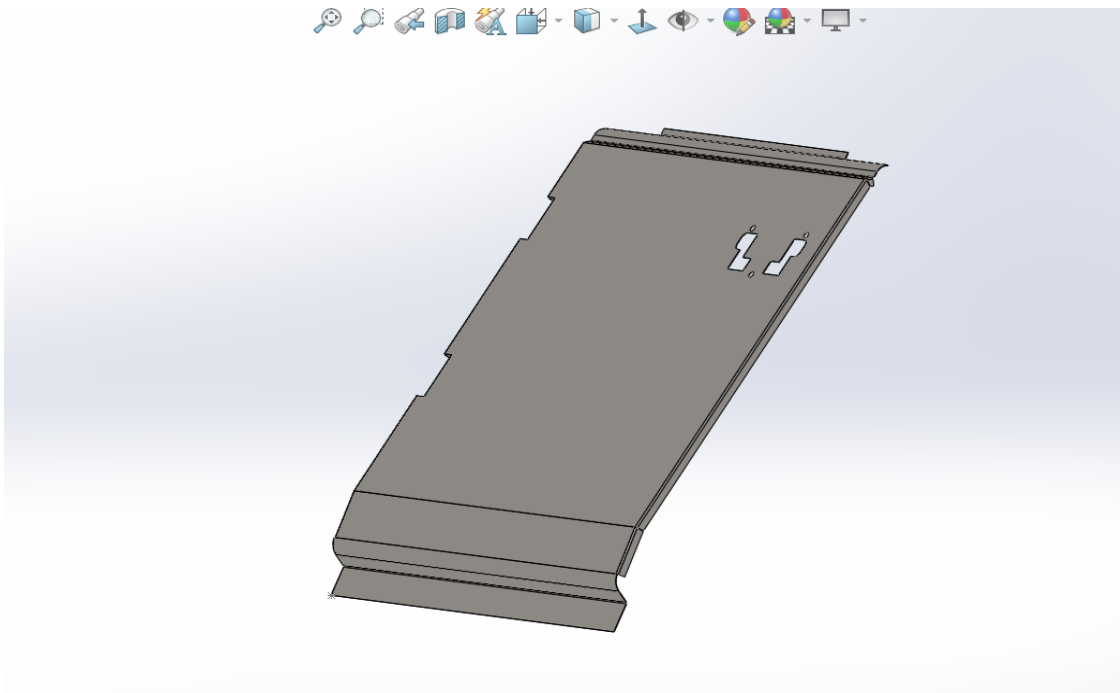


Figure 50 : panneau de porte.

Nécessite un montage qui est sujet de notre étude.

III.4 Choix de la presse à utiliser

Le choix de la presse à utiliser dans les travaux des métaux en feuille dépend essentiellement de plusieurs paramètres tel que :

- L'effort de la presse doit être supérieur aux efforts utilisés,
- La longueur et la largeur de la table, suffisamment supérieur à celle de l'outil,
- La hauteur libre entre la table et le coulisseau doit être supérieur à la hauteur de l'outil fermé.
- La nature des opérations à réaliser

III.5 Caractéristique de la presse a utilisé :

A partir de l'effort que nous avons calculé, nous avons opté pour une presse mécanique PDG 600T (PINCHART- DENY -GRIMAR) arcade dont ses caractéristiques sont données par le tableau ci- dessous :

Tableau 06 : Caractéristiques techniques de la presse.

Capacité de la presse	600 tonnes
Distance entre la table et le coulisseau en (PMB)	1360mm
Dimensions de la table (longueur et largeur en mm)	2500×1650

Le montage de pliage, nous avons commencés par traite le pliage et, et an faire et à mesure (voir solution1, solution2, solution3) qui nous ont permis de résoudre soulevé par les opérations.

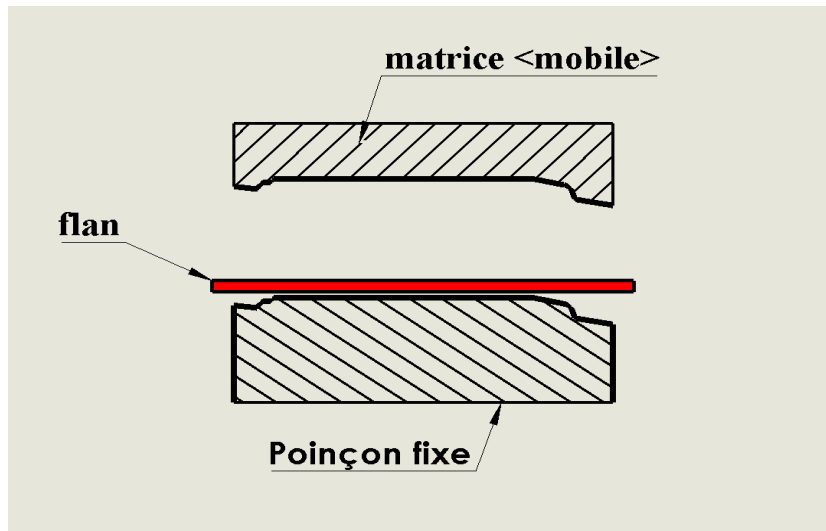


Figure 51 : solution1.

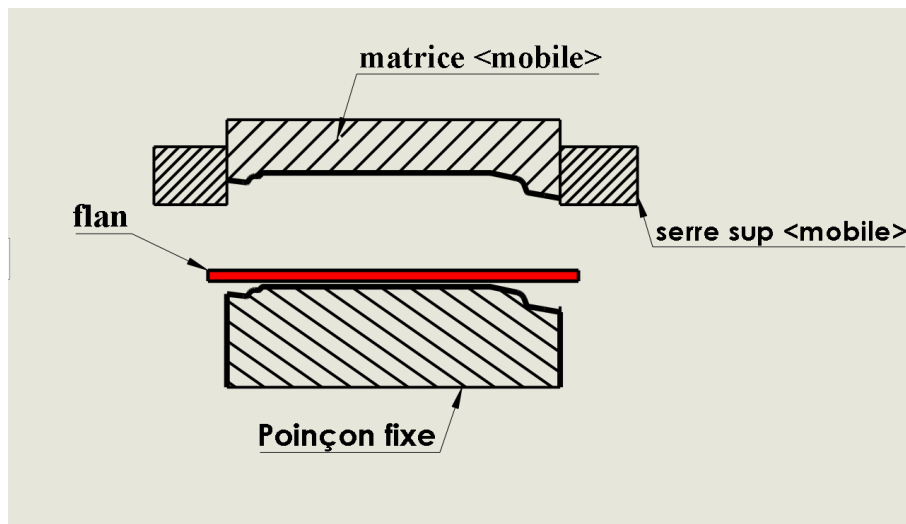


Figure 52 : solution2.

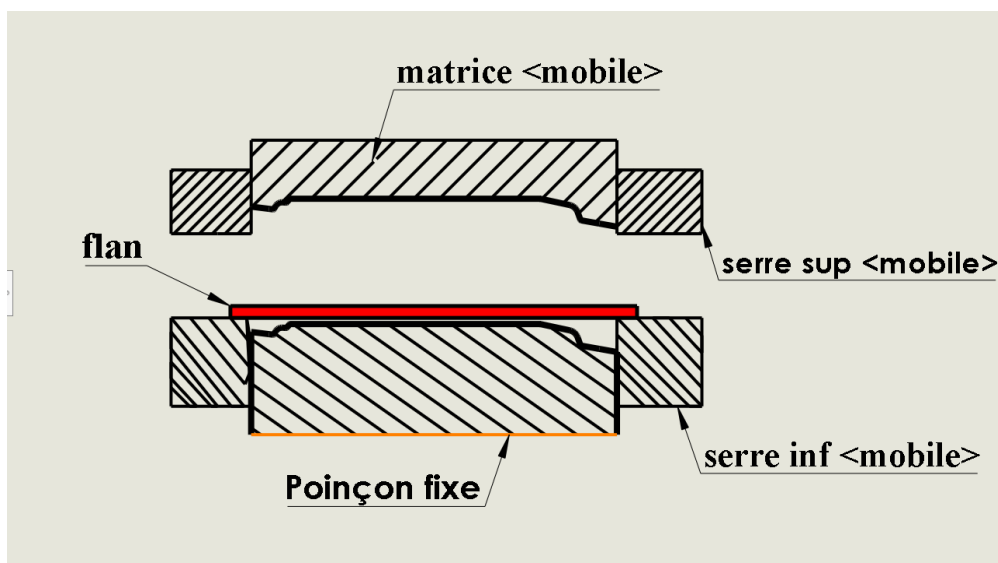


Figure 53 : solution3.

La solution 1 il y a remonté des bords , dans la solution 2 on a ajouté le serre flan supérieure il a été nécessaire de rajouter un serre flan inferieure , qui va faciliter l'enlèvement de la pièces .

1) Jeu entre le poinçon et la matrice :

Il est courant d'utiliser des tables donnant le jeu en fonction de l'épaisseur du flan et de la matrice.

- Pour l'acier : $j = e + 0,07 * (10 * e)^{1/2}$

$$j = 1 + 0,07 \times (10 \times 1)^{1/2}$$

$$j=1,22\text{mm}$$

1) Rayon de la matrice :

$$J \geq 2 \times e$$

$$J=2\text{mm}$$

2) Calcul l'effort de pliage :

Suit: $L=6 \times r_i$

Avec: $L=6 \times 2=12\text{mm}$

$$P = \frac{1,4 * e^2 * X}{L}$$

$$P_1 = \frac{1,4 * 1^2 * 44}{12}$$

$$P_1 =$$

$$5,13\text{Kg/mm}$$

$$F_1 = L * P_1 \Rightarrow F_1 = 860 * 5,13$$

$$F_1 = 4411,8 \text{ daN}$$

$$F_1 =$$

$$4,41\text{Tonnes}$$

- $L_2 = 30 \times 6 = 180\text{mm}$

$$P_2 = \frac{1,4 * 1^2 * 44}{180}$$

$$P_2 =$$

$$0,34\text{Kg/mm}$$

$$F_2=860*0.34$$

$$F_2=292,4daN8$$

⇒

$$F_2=0,292Tonnes$$

$$F_3=F_4=F_5=F_1=4,41Tonnes$$

- $L_6=20*6=120mm$

$$P_6=\frac{1,4*1^2*44}{120}$$

$$P_6=0.51Kg/mm$$

$$F_6=860*0,51$$

$$F_6=438,6daN$$

$$F=0,438Tonnes$$

$$F_7=2872,8daN$$

$$F_7=2,87Tonnes$$

$$F_8=5,13*624$$

$$F_8=3,2Tonnes$$

$$F_9=4,1Tonnes$$

- la force totale pour le pliage :

$$F \text{ total}=F_1+F_2+F_3+F_4+F_5+F_6+F_7+F_8+F_9$$

$$F \text{ total}=28,54Tonnes$$

L : longueur de pliage

P : puissance en T/m

e : épaisseur en mm

X : résistance rupture en kg/mm²

3) Calcul de la résistance à la compression :

Le matériau utilisé pour les poinçons et la matrice est le FT30 et sa Limite d'élasticité :

$$Re=235N/mm^2$$

$$\sigma_{com}=\frac{Fe}{s} < Re$$

$$S=832746,19 \text{ mm}^2$$

$$Fe=290000N.$$

$$\sigma_{com}=\frac{Fe}{s} = \frac{290000}{832746,19}=0,35N/mm^2$$

$$\sigma_{com}=0,35N/mm^2$$

III.6 Conception de l'outil :

Des 3 solutions que nous avons étudiées, la figure (54) représente le dessin d'ensemble de l'outil d'emboutissage du panneau de porte.

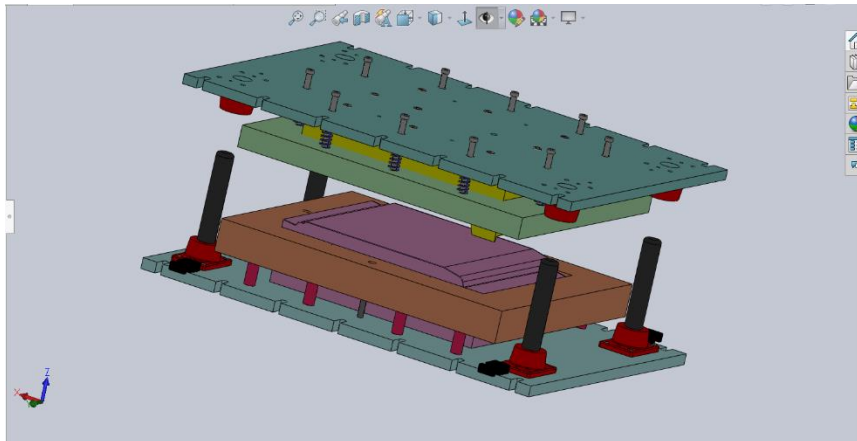


Figure 54 : ensemble de l'Outil d'emboutissage.

III.7 Fonctionnement :

Le fonctionnement de l'outil et de plier le panneau de porte sur une presse hydraulique de l'entreprise.

Il est constitué de :

- Partie supérieure : La figure (55) représente la partie supérieure de l'outil.

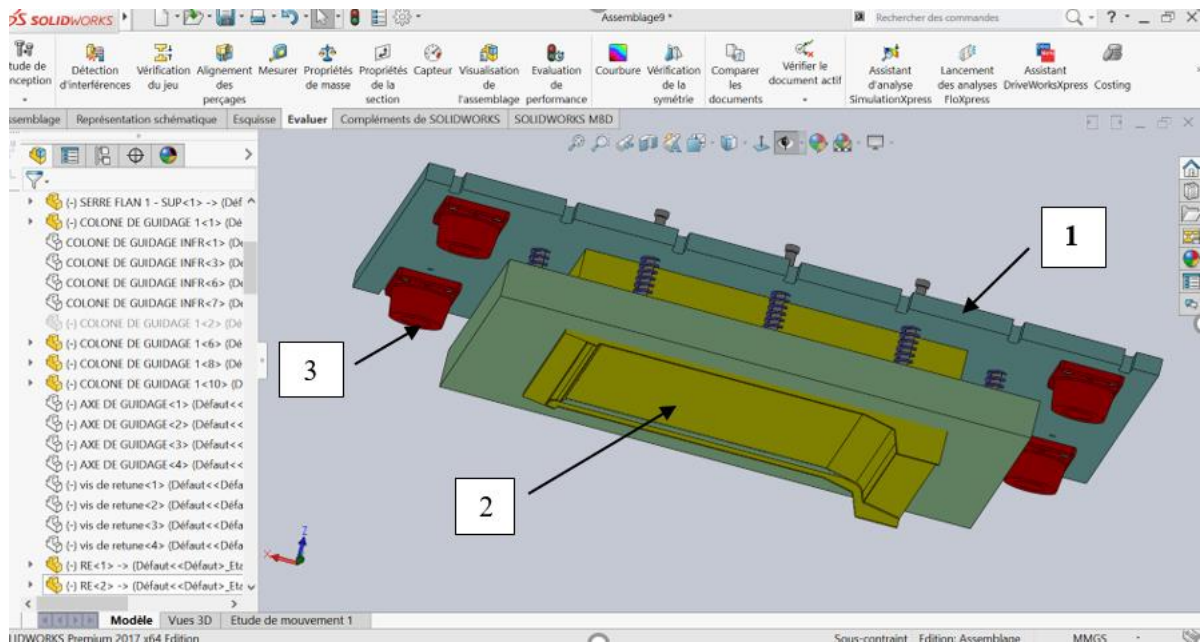


Figure 55 : Partie supérieure de l'outil.

Elle est composée de :

1 Semelle supérieure : est une plaque dans laquelle la matrice est fixée, elle est en fonte. Son épaisseur doit être suffisante pour résister à l'effort d'emboutissage, cette dernière est montée sur la table de la presse généralement bridée (montage plus économique).

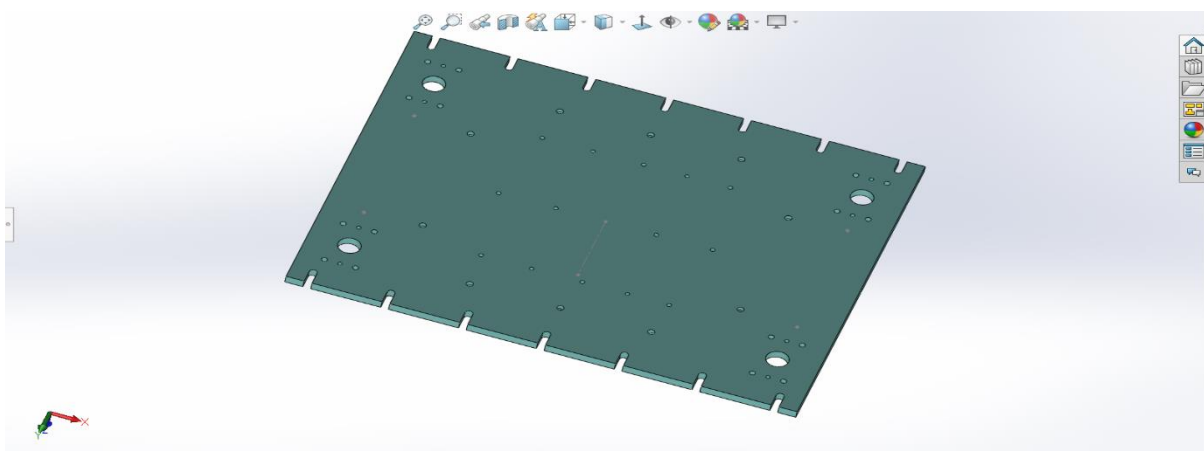


Figure 56 : semelle supérieure.

2.Matrice : Elle est montée sur la semelle supérieure en FT30 (Fonte a 3% Carbone).

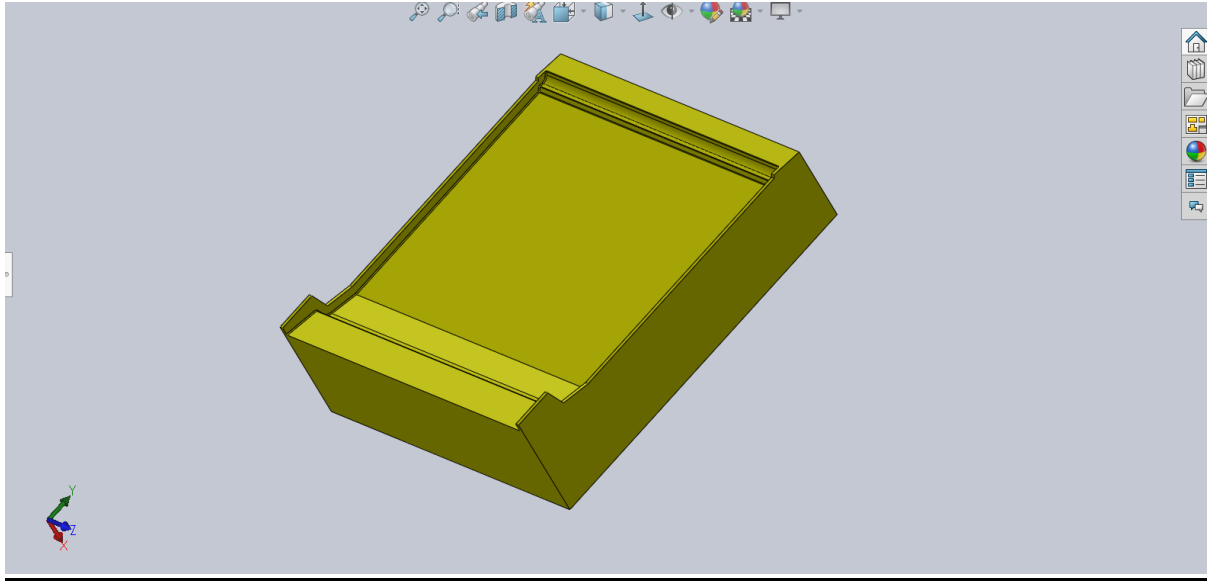


Figure 57 : Matrice.

Embase de guidage supérieure : Rep3

L'élément qui assure le guidage dans la semelle inférieure par l'intermédiaire des colonnes de guidage. En FT25.

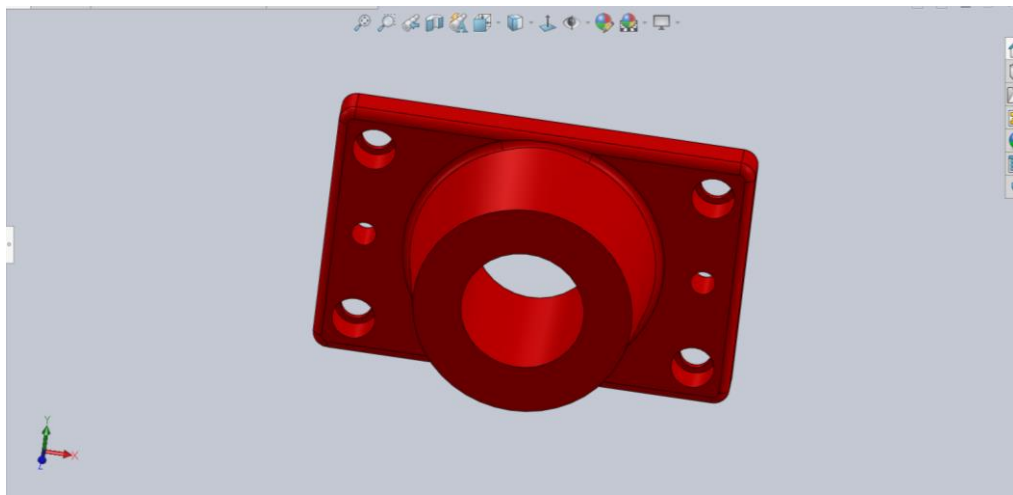


Figure 58 : Colonnes de guidage.

Ressort :

Les ressorts éjectent la pièce de matrice d'abstraction.

Dans ce cas on a :

$$F_{\text{ressort}} = \frac{F_{\text{ext}}}{4}$$

Avec :

F ressort : La force d'un seul ressort, (en dan),

F_{ext}: La force d'extraction des pliages (en dan),

N : Le nombre de ressorts (N=10 ressorts).

Application Numérique

$$F_{\text{ressort}} = \frac{769,5}{4}$$

$$F_{\text{ressort}} = 192,4 \text{ dan}$$

• **Calcul de la raideur des ressorts :**

$$F = K \cdot x$$

Avec :

K : La raideur du ressort, (en N/mm).

x : La course de compression du ressort (x = 6mm)

$$K = \frac{F}{X}$$

Application Numérique

$$K = \frac{192,4}{6}$$

$$K = 32,1 \text{ N/mm}$$

Une règle générale à observer dans le choix d'un ressort, est de toujours utiliser autant de ressorts que la matrice peut adapter, ce qui fournira la charge recherchée, avec une déflexion minimum. En découlera, une augmentation de la durée de vie du ressort, réduire les risques de rupture et l'arrêt des machines, des pertes de production et l'augmentation des frais de maintenance

Pour le dimensionnement du ressort qui supportera l'effort **P ressort**, il est nécessaire de consulter des abaques. Ces abaques classent les ressorts par couleur, ce qui correspond au type de charge, comme la montre les figures ci-dessous.



Figure 59 : Classification des ressorts par couleur

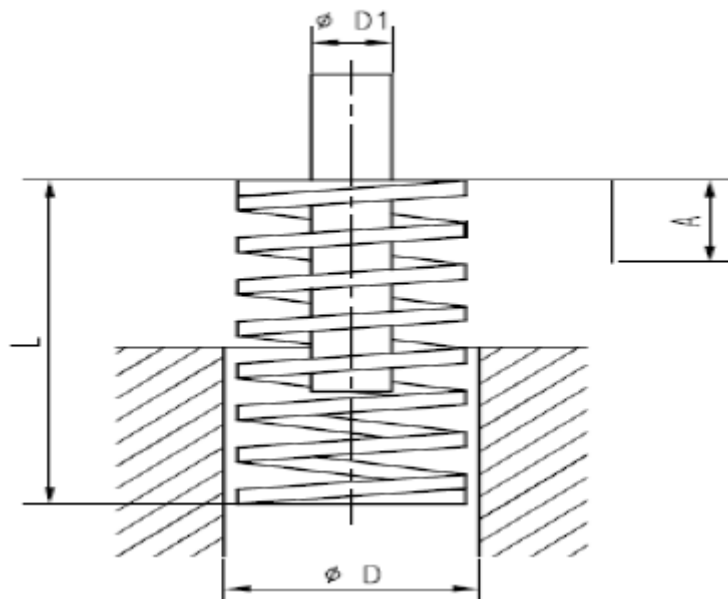


Figure 60 : Schéma de dimensionnement d'un Ressort

Tableau 07: Ressort à couleur Jaune

RESSORT DANLY		2005 - 25										
		Mai '02	Mod.F.									
POUR CHARGES EXTRA - FORTES - Teinte : jaune												
Ø du trou mm	Ø de tige mm	Long. libre mm	REPERE	TAUX Kgs nécess. pour flèche 1mm	TABLEAU DES CHARGES DE DEFLEXION							
					Déflexion totale recommandée longue durée 25 % de C		Déflexion totale recommandée durée moyenne 30 % de C		Déflexion maximum de travail 35 % de C		Ressort comprimé à bloc	
					Charge Kg	Deflex. mm	Charge Kg	Deflex. mm	Charge Kg	Deflex. mm	Charge Kg	Deflex. mm
19	10	25	9.1204.36	35,4	150	4,2	177	5	220	6,2	305	8,6
		32	9.1205.36	25,5	140	5,5	166	6,5	204	8	285	11
		38	9.1206.36	20,2	131	6,5	152	7,5	192	9,5	261	13
		44	9.1207.36	17,0	127	7,5	150	9	187	11	252	15
		51	9.1208.36	14,5	125	8,7	146	10	185	13	248	17
		64	9.1210.36	11,4	125	11	146	13	182	16	248	22
		76	9.1212.36	9,5	123	13	143	15	181	19	247	26
		89	9.1214.36	8,0	120	15	143	18	177	22	247	31
		102	9.1216.36	6,9	120	17	139	20	175	26	245	36
		32	9.1605.36	38,9	214	5,5	253	6,5	311	8,0	427	11
38	9.1606.36	30,7	200	6,5	230	7,5	291	9,5	400	13		
44	9.1607.36	25,2	190	7,5	226	9,0	277	11	380	15		
51	9.1608.36	21,1	183	8,7	213	10	275	13	360	17		
64	9.1610.36	16,4	180	11	213	13	263	16	360	22		
76	9.1612.36	13,4	175	13	202	15	255	19	360	27		
89	9.1614.36	11,3	170	15	202	18	248	22	350	31		
102	9.1616.36	9,8	170	17	200	20	248	26	350	36		
115	9.1618.36	8,7	170	20	200	23	248	29	350	40		
38	9.2006.36	33,0	345	6,5	398	7,5	505	9,5	685	13		
44	9.2007.36	25,5	327	7,5	392	9,0	480	11	650	15		
51	9.2008.36	21,1	320	8,7	374	10	475	13	625	17		
64	9.2010.36	16,4	317	11	372	13	460	16	625	22		
76	9.2012.36	13,4	300	13	350	15	440	19	600	26		
89	9.2014.36	11,3	290	15	346	18	425	22	595	31		
102	9.2016.36	9,8	280	17	340	20	420	26	580	35		
115	9.2018.36	8,7	280	20	335	23	400	29	580	40		
51	9.2408.36	59,0	512	8,7	640	10	765	13	940	16		
64	9.2410.36	45,9	505	11	595	13	735	16	920	20		
76	9.2412.36	36,4	475	13	550	15	690	19	910	25		
89	9.2414.36	29,8	450	15	530	18	670	22	880	29		
102	9.2416.36	26,3	445	17	525	20	660	26	880	34		
115	9.2418.36	23,2	445	20	525	23	660	29	880	38		
127	9.2420.36	20,5	445	22	515	25	655	32	880	43		
152	9.2424.36	16,8	440	26	510	30	640	38	875	52		
64	9.3210.36	75,2	625	11	975	13	1200	16	1570	21		
76	9.3212.36	60,0	780	13	915	15	1140	19	1500	25		
89	9.3214.36	50,6	760	15	900	18	1110	22	1500	30		
102	9.3216.36	42,6	740	17	870	20	1105	26	1500	34		
115	9.3218.36	37,6	740	20	870	23	1090	29	1480	39		
127	9.3220.36	33,1	730	22	820	25	1050	32	1450	43		
152	9.3224.36	26,9	710	26	620	30	1030	38	1425	52		

Figure 61 : tableau ressort danly

D'après le **tableau 07**, on a opté pour des ressorts dont les caractéristiques sont les suivantes:

D (mm)	D1 (mm)	L (mm)	X (mm)	P ressort (dan)
51	25	127	22	1,050

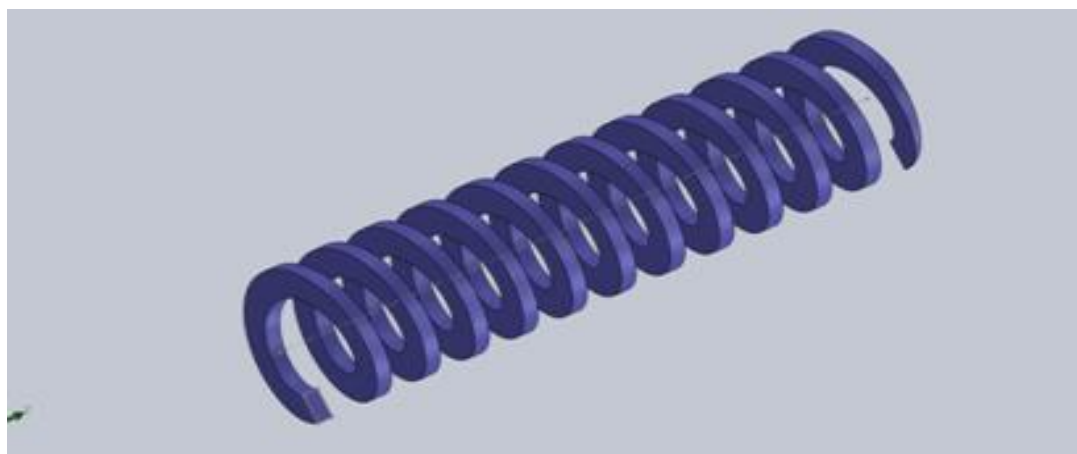


Figure 62 : ressort

Visse de fixation :

Utiliser pour fixer la Semelle supérieure est le poinçon.

On va faire des calculs pour choisir le Vis CHC à partir de ce tableau :

L : cisaillement sur partie lisse ;

F : cisaillement sur filetage ;

T : traction dans l'axe.

Tableau 08 : résistance-pratique-des-boulons-vis-et-rivets (fixation) :

diameter	Acier ordinaires 40 Kg/mm ²			Classe 6.8			Classe 8.8		
	L	F	T	L	F	T	L	F	T
3mm	40	20	60	60	30	90	80	40	120
4mm	69	34.5	103.5	104	52	156	138	69	207
5mm	112	56	168	168	84	252	224	112	336
6mm	160	80	240	240	120	360	320	160	480
8mm	280	140	420	420	210	630	560	280	840
10mm	460	230	690	690	345	1035	920	460	1380
12mm	660	330	990	990	495	1485	1320	660	1980
14mm	900	450	1350	1350	675	2025	1800	900	2700
16mm	1240	620	1860	1860	930	2790	2480	1240	3720

Les calculs de CHC :

$$\text{La loi } \phi = \frac{\text{effort de pliage} \times \text{coefficients de sécurité}}{\text{résistance pratique}}$$

Le diamètre de M 12=12mm

$$M12 = \frac{1,25 \cdot 28,5 \cdot 10^3}{1980} = 18 \text{ Vis}$$

Le diamètre de M 14=14mm

$$M14 = \frac{1,25 \cdot 28,5 \cdot 10^3}{2700} = 14 \text{ Vis}$$

Le diamètre de M 16=16mm

$$M16 = \frac{1,25 \cdot 28,5 \cdot 10^3}{3720} = 10 \text{ Vis}$$

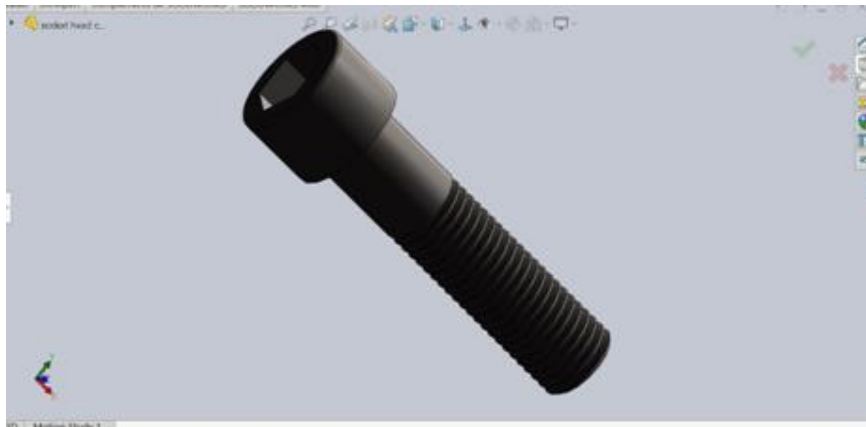


Figure 63 : vis de fixation

- : Coefficient de sécurité

Coefficients de sécurité	
Coefficient de sécurité (s)	Conditions générale 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 cherche la légèreté (aviation). Hypothèse de calcul la plus défavorable (charpente avec vent ou neige, engrenages avec une seule dent en prise...).
3 à 4	Bonne construction, calculs soignés, haubans fixes.
4 à 5	Construction courante (légers efforts dynamiques non pris en compte. Treuils.)
5 à 8	Calculs sommaires, efforts difficiles à évaluer (cas de chocs, mouvements alternatifs, appareils de levage, manutention).
8 à 10	Matériaux non homogènes. Chocs, élingue de levage.
10 à 15	Chocs très importants, très mal connus (presse). Ascenseurs.

Figure 64 : coefficients de sécurité

-Partie inférieure : La figure (65) représente la partie inférieure de l'outil.

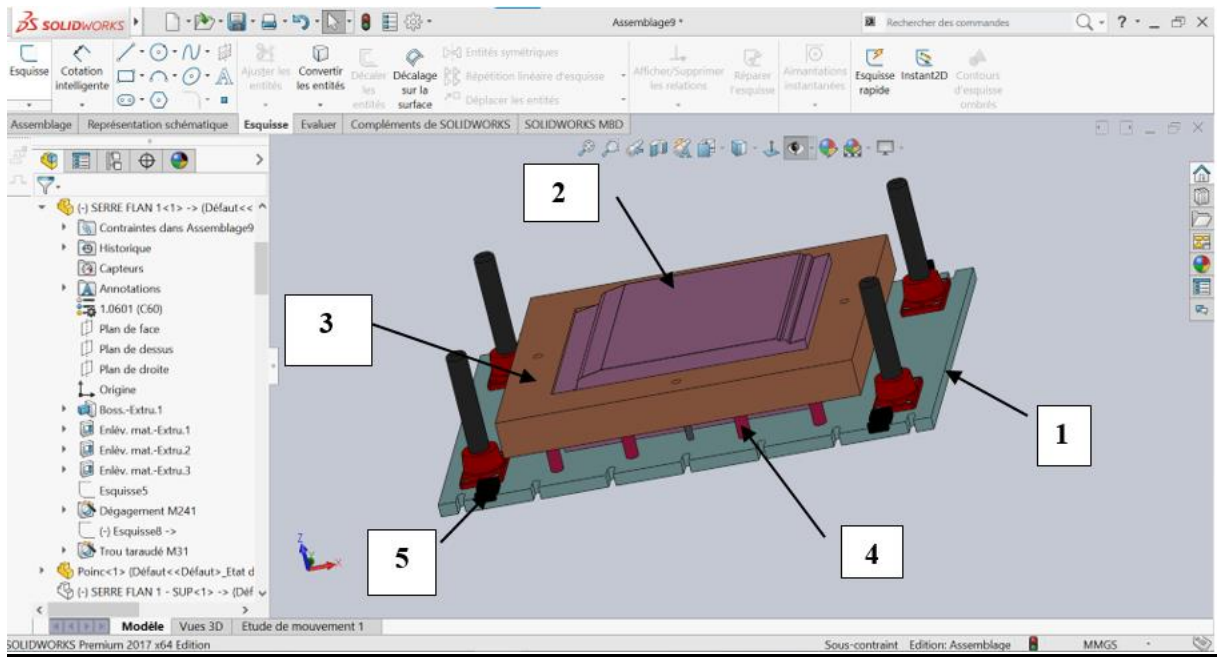


Figure 65 : Partie inférieure de l'outil.

C'est la partie immobile de l'outil. Elle est fixée directement à la presse par des vis, supporte tous les éléments de cette partie et elle se compose de :

1.Semelle inférieure :

C'est une plaque dans laquelle le poinçon est fixée, elle est en fonte. Son épaisseur doit être suffisante pour résister à l'effort d'emboutissage, cette dernière est montée sur la table de la presse généralement bridée (montage plus économique).

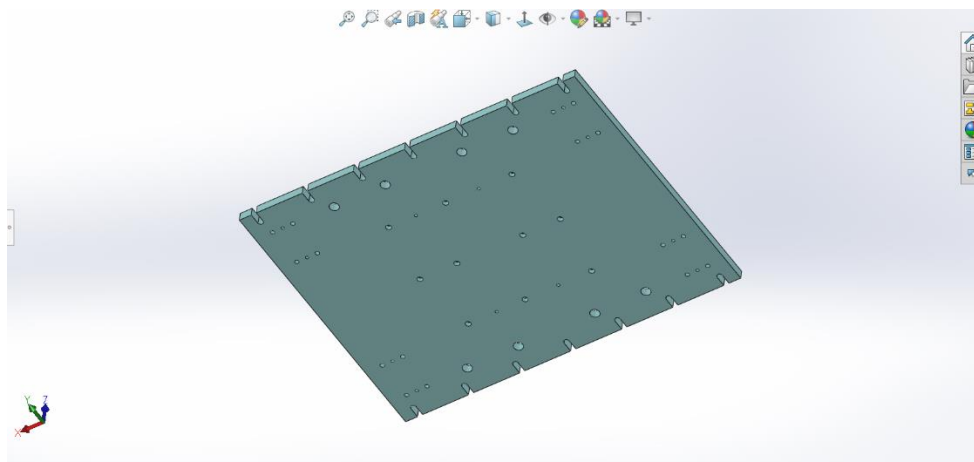


Figure 66 : semelle inférieure.

2.Poinçons :

C'est les éléments qui exécutent réellement le travail, ils sont montés dans le porte poinçon avec un ajustement pressé, ils sont en FT 30.

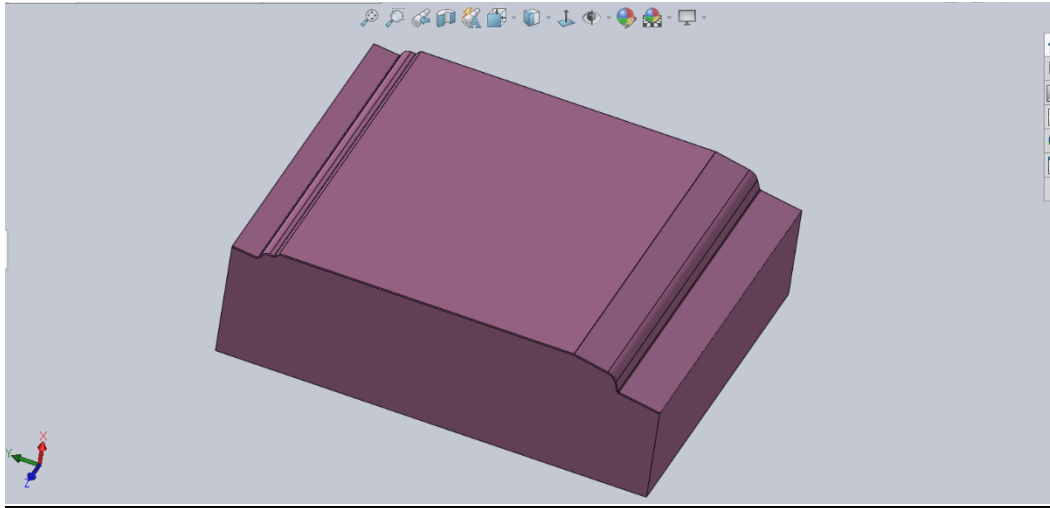


Figure 67 : poinçon

3.Serre flan :

Son rôle est de serrer la bande pendant les opérations de l'outil pour éviter le glissement de la bande et pour sa les poinçons son décaler de 1 mm en haut pour assurer l'arrivée de serre flan a la bande avant tous les poinçons, et aussi guider les pionçons ainsi que les vis d'écartement qui jouent le rôle de relais entre les portes poinçons et le sert flan.

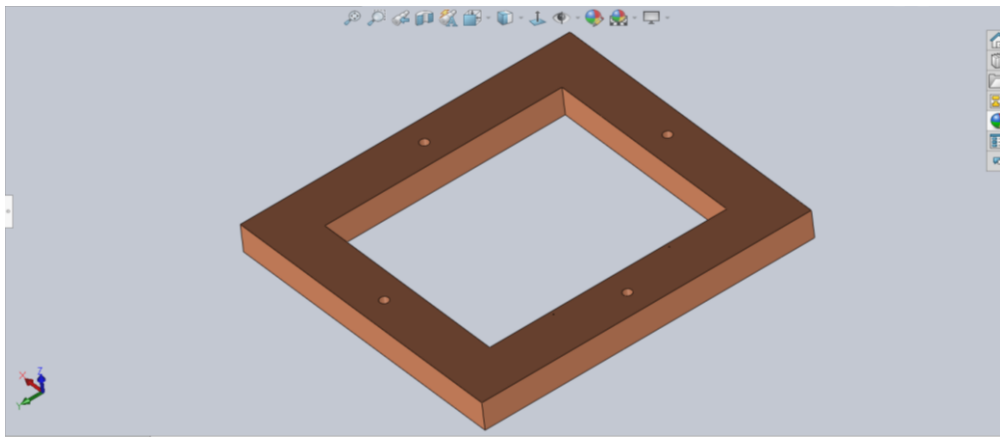


Figure 68 : serre flan

4. Le bobéchon :

C'est la partie intermédiaire entre le Serre-flan et la chandelle (éjecteur sur table machine) son rôle consiste à supporter le choque pour protéger et ajuster la corne de serre-flan en acier FT 25.

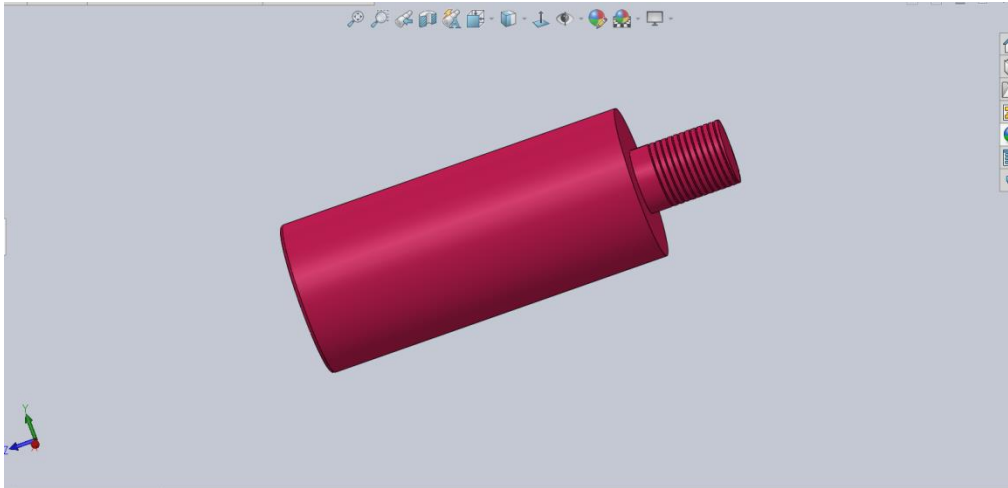


Figure 69 : bobéchon.

5. Manutention méplat :

Monté sur la semelle ; Transporter différents outils de pression en FT30.

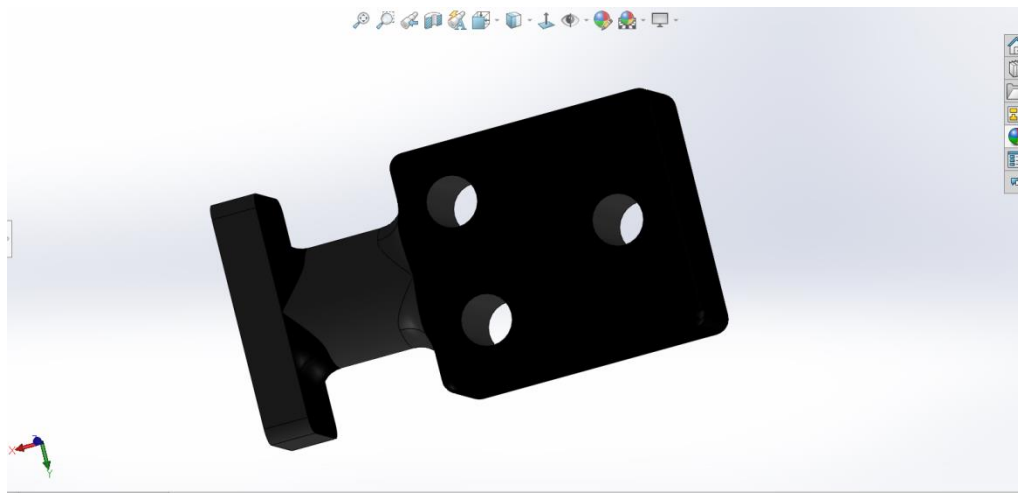


Figure 70 : Manutention méplat

Conclusion générale

Conclusion générale

Durant notre stage au niveau de la FMR, nous avons pu mettre en pratique nos connaissances acquises durant notre formation en Construction Mécanique. De plus, nous nous sommes confrontés aux difficultés réelles de la vie professionnelle.

Dans ce projet de fin d'études, nous nous sommes intéressés à l'étude et la conception d'un outil d'emboutissage de la partie inférieure du panneau de porte extérieure de la cabine profonde.

L'étude que nous avons menée nous a permis d'avoir une excellente maîtrise de l'outil informatique, notamment les outils de conception (SolidWorks) ainsi participer à un projet d'une grande entreprise nationale du secteur industriel, de suivre les procédés de fabrication des diverses formes de pièces mécaniques, qui m'ont permis d'apprendre des techniques, et des méthodes de conception. (c'est une occasion pour moi d'aborder un des domaines essentiels de l'ingénierie, afin d'accéder à la vie professionnelle).

Le cœur, ou la partie essentielle de ce travail, est la conception de l'outil d'emboutissage qui va servir la réalisation en série. Ce travail est réalisé en utilisant le logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO – SolidWorks) qui a permis la détermination des caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents éléments de l'outil.

Cette conception est une solution parmi tant d'autres. Notre choix devait répondre au cahier des charges, faciliter la réalisation du produit, en tenant compte de la qualité, à moindre coût.

Le choix des dimensions de chaque élément de l'outil, d'emboutissage, est selon les conditions de résistances et les contraintes sollicitées sur les poinçons, ainsi selon le calcul des efforts fournis par la presse, qui peut supporter l'outil.

L'outil a été réalisé et accepté par l'entreprise. Nous avons pris les dimensions exactes des éléments essentiels selon les normes exigées. En fin notre projet été satisfaisant et réussi avec succès.

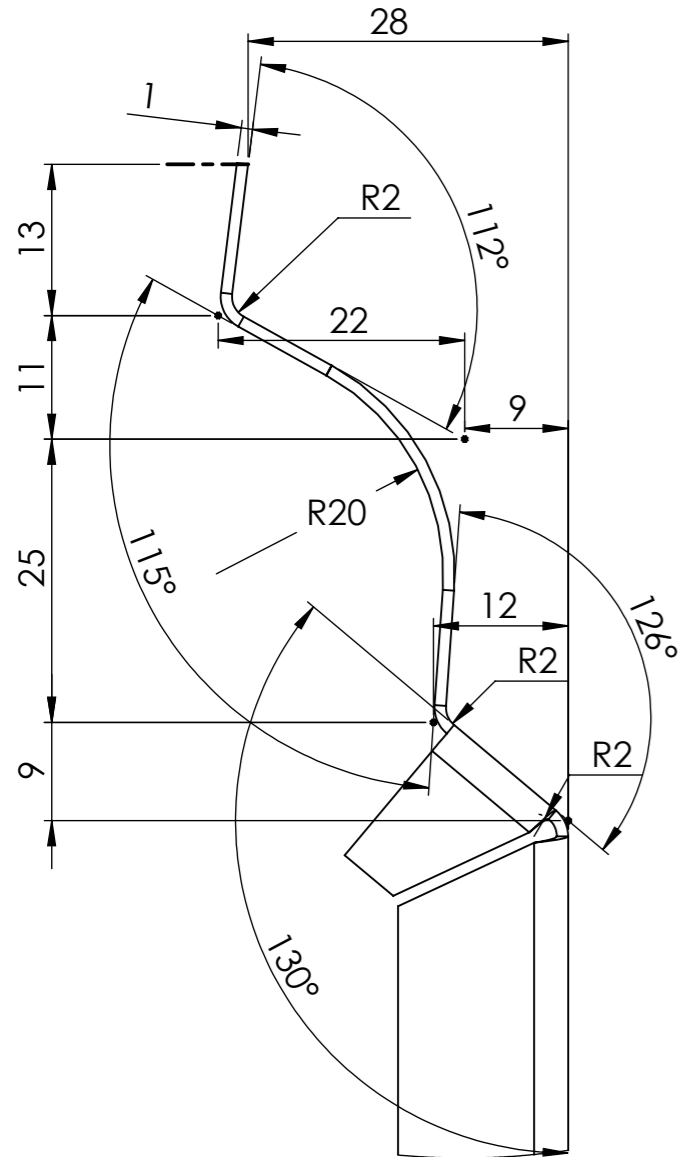
En perspectives, nous espérons que la réalisation de notre projet dans la société SNVI soit faite.

Bibliographié

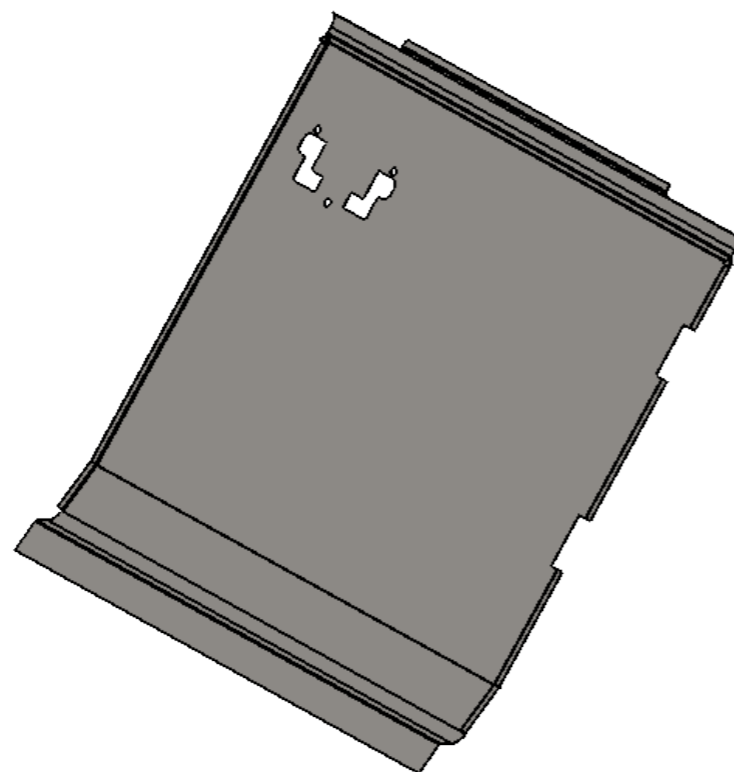
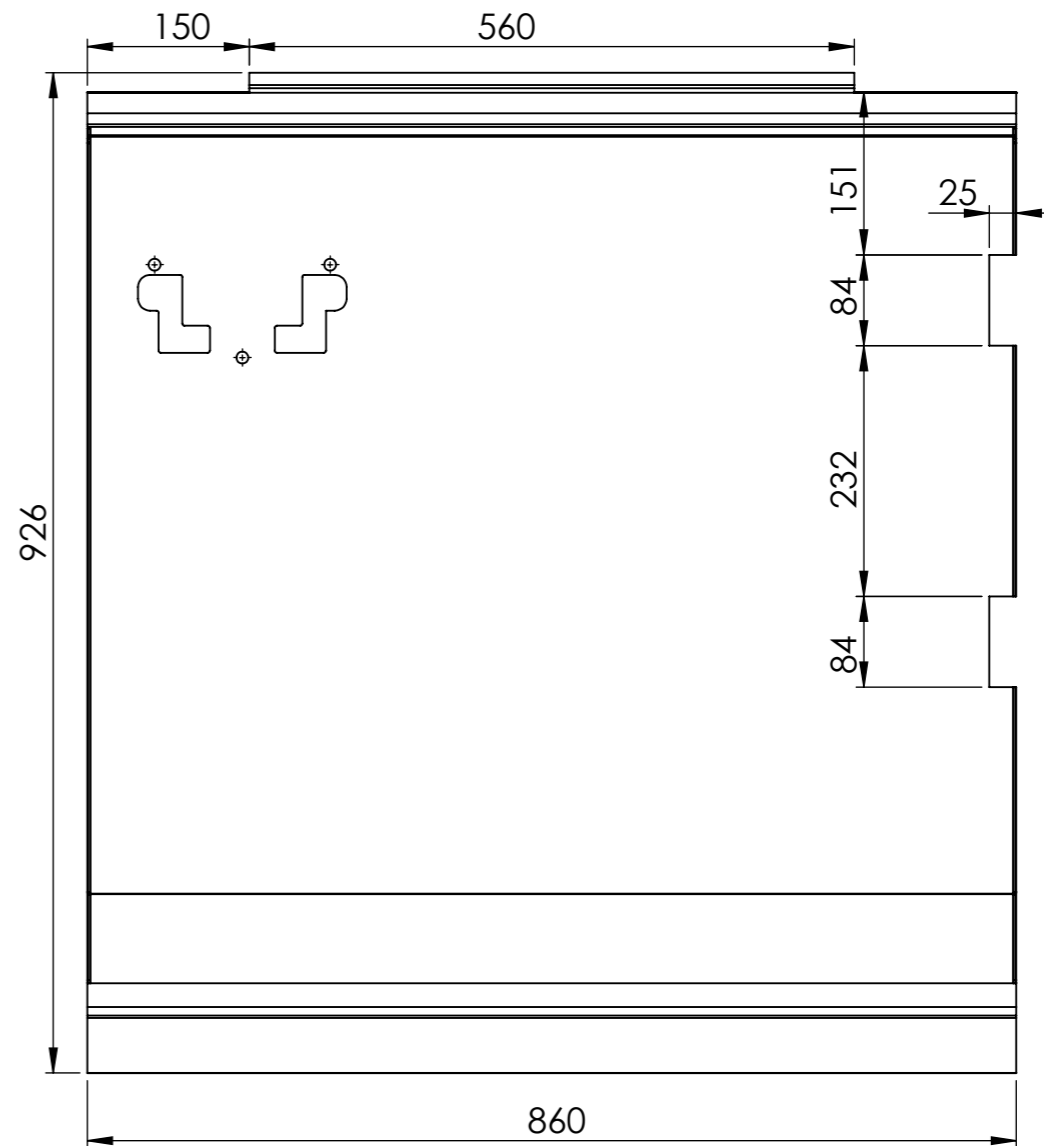
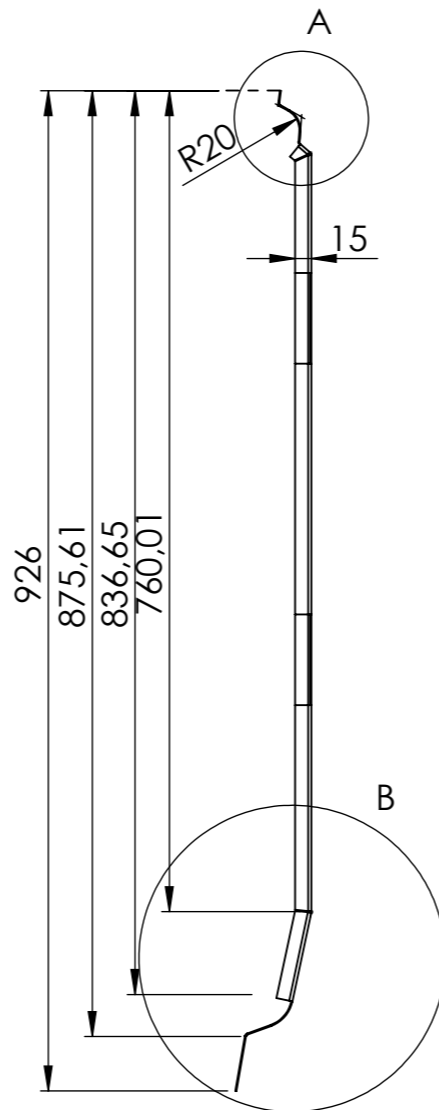
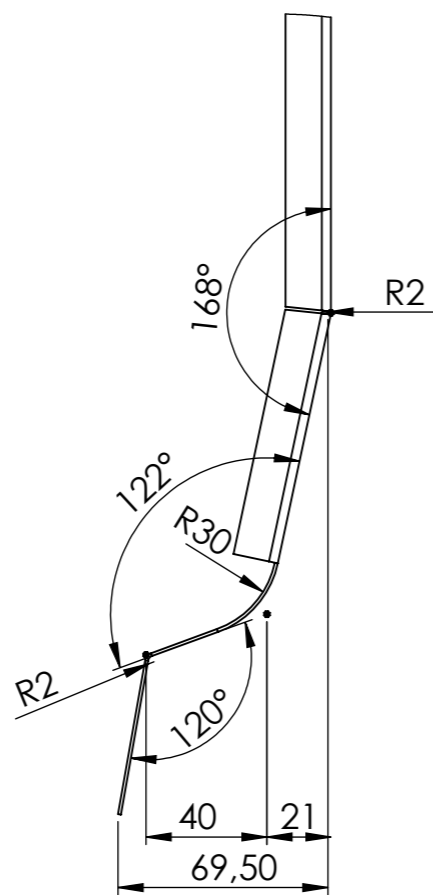
- [1] www.expressdz.dz/2021/02/13/apres-des-decennies-de-faillite-et-de-mauvaise-gestion-la-snvi-bientot-rattachee-a-la-direction-des-industries-militaires/
- [2] présentation de SNVI doucement de société
- [3] Centre tôlerie emboutissage entreprise nationale des véhicules industriels (document de société)
- [4] Metal cutting: Theory and Practice by A, Stephenson and John S, Agapiou
- [5] Machining and Machine Tools by Geoffrey boothrody
- [6] <https://www.amada.ca/FR/Laser>
- [7] Jean-Charles Trebbi l'art du pliage : de l'origami au design
- [8] Paul Jackson pliages et découpages
- [9] Didier Boursin pliages et découpes
- [10] Belhadj, Lilia. *Etude Et Conception D'un Outil D'emboutissage Pour La Table De Travail D'une Cuisinière ENIEM*. Dis. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 2018.
- [11] Tarn, Viêt Quo. *Analyse par éléments finis du formage d'un flasque métallique*. National Library of Canada = Bibliothèque nationale du Canada, Ottawa, 2001.
- [12] Yann LE DOUX, Thèse de doctorat, université de Savoie Ipéca. 12 décembre 2005.

Annexe

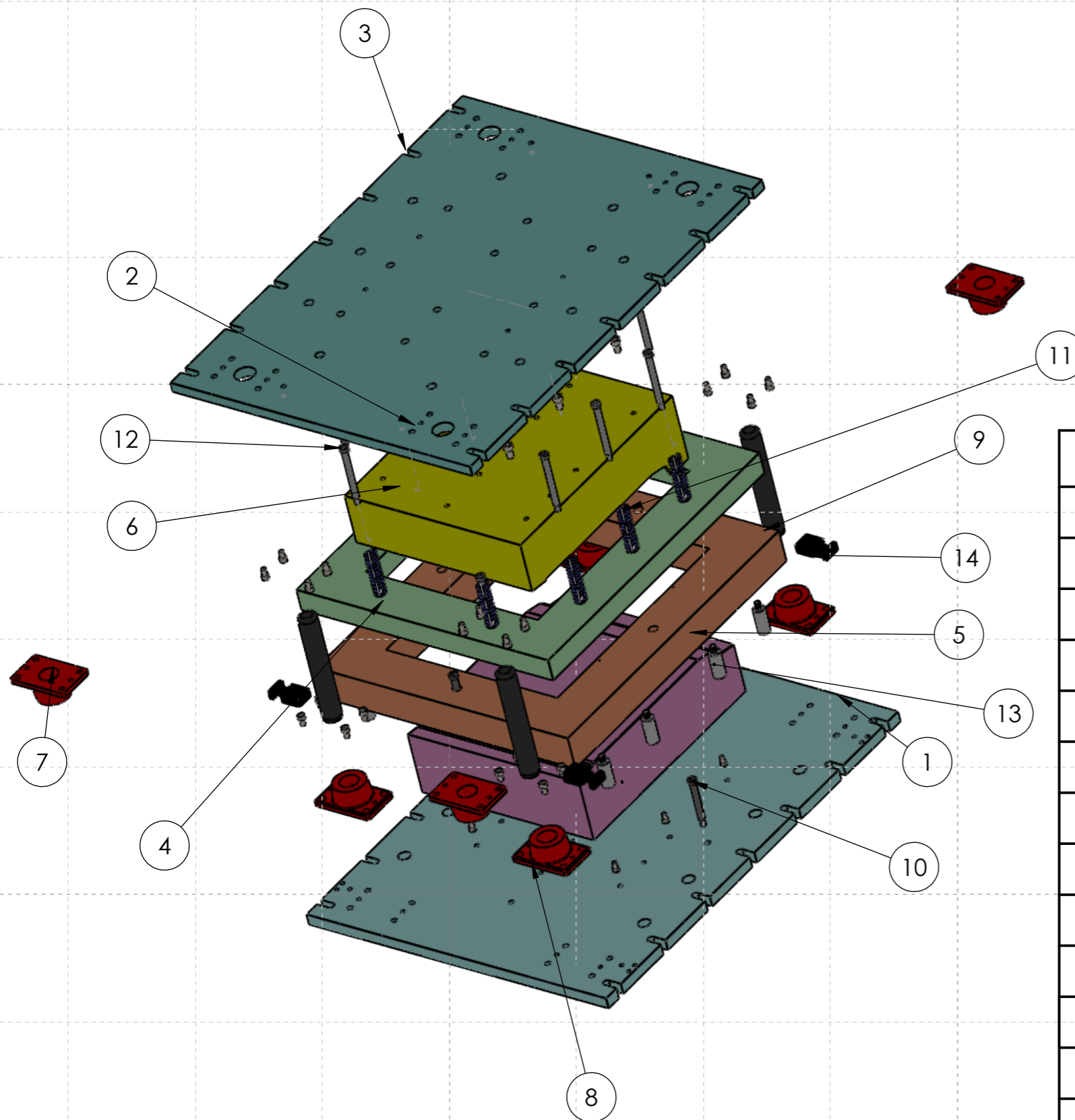
DÉTAIL A
Echelle 1.5 : 1



DÉTAIL B
Echelle 2 : 5



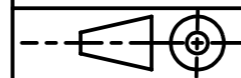
Faculté de Technologie UMBB		
Ech: 1:20	PORTE PARTIE INF PANNEAU EXT DT	DESSIN TECH
Matier		S/G: CM
NOM : BOURNISSA / BOUCHAREB		26/06/2024



16	1	POINCON	FT30	TT
14	4	TORILLON DE MANUTENTION	FT30	/
13	8	BOUBECHON	FT25	/
11	10	RESSORT	/	/
10	4	VIS DE RETENUE	/	/
9	2	AXE DE GUIDAGE	FT25	/
8	4	EMBASE DE GUIDAGE INF	FT25	/
7	4	EMBASE DE GUIDAGE SUP	FT25	/
4	1	SERRE FLAN SUP	FT25	/
5	1	SERRE FLAN INF	FT25	/
3	1	SEMELLE SUP	FT30	/
6	1	MATRICE	FT30	TT
1	1	SEMELLE INF	FT30	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION

Faculté de Technologie UMBB

Ech: 1:20



Matier

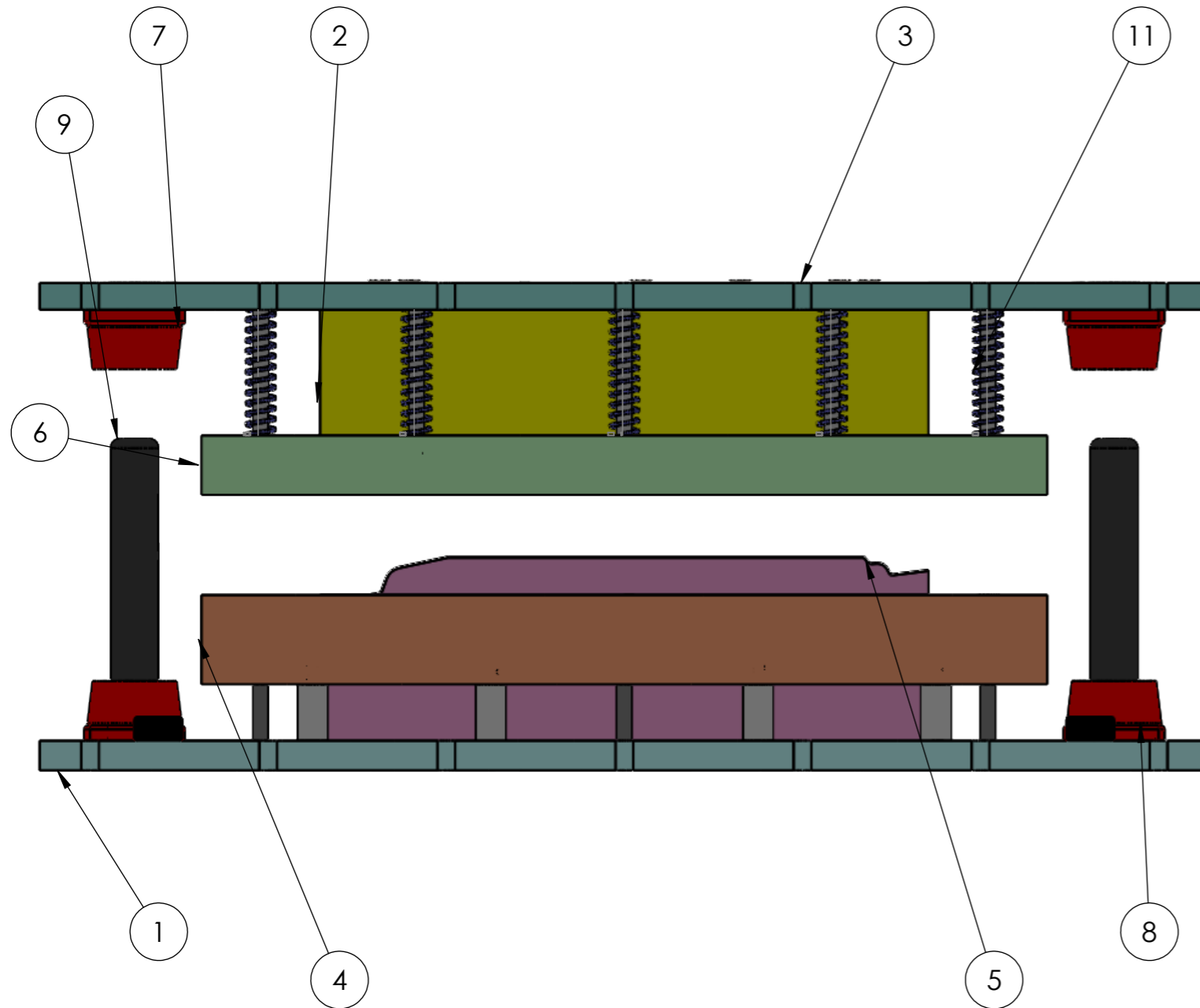
MONTQGE D'EMBOUTISSAGE EN ECLATE

NOM : BOURNISSA / BOUCHAREB

DESSIN TECH

S/G: CM

26/06/2024



11	10	RESSORT	FT25	/
9	4	AXE DE GUIDAGE	FT25	/
8	1	EMBASE DE GUIDAGE INF	FT25	/
7	1	EMBASE DE GUIDAGE SUP	FT25	/
6	1	SERRE FLAN SUP	FT25	/
5	1	POINCON	FT30	TT
4	1	SERRE FLAN INF	FT25	/
3	1	SEMELLE SUP	FT30	/
2	1	MATRICE	FT30	TT
1	1	SEMELLE INF	FT30	/
REF	NBR	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION

Faculté de Technologie UMBB

Ech: 1:20



Matier

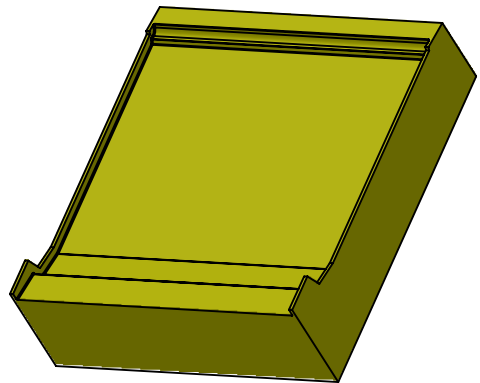
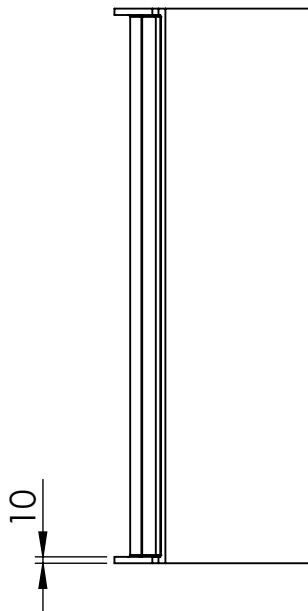
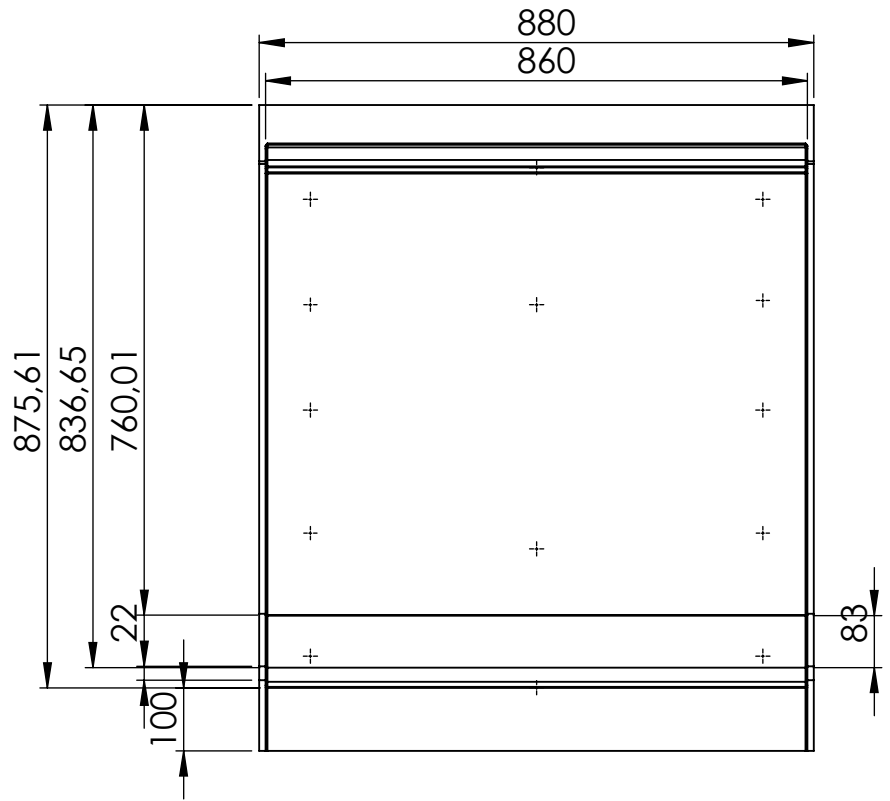
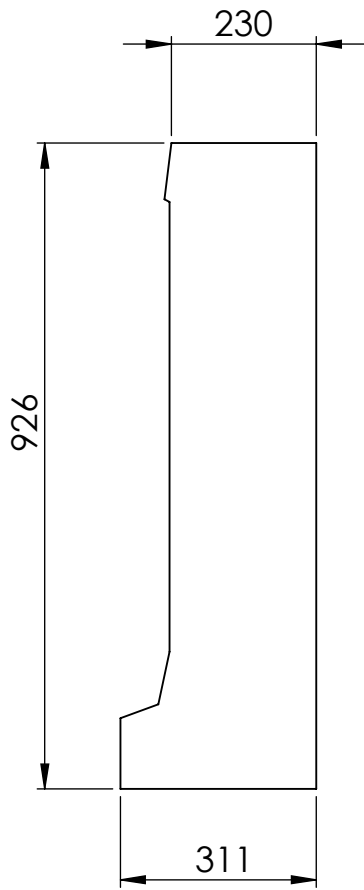
ASSEMBLAGE DE L'OUTIL

NOM : BOURNISSA / BOUCHAREB

DESSIN TECH

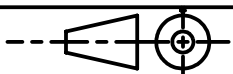
S/G: CM

26/06/2024



Faculté de Technologie UMBB

Ech: 1:20



MATRICE

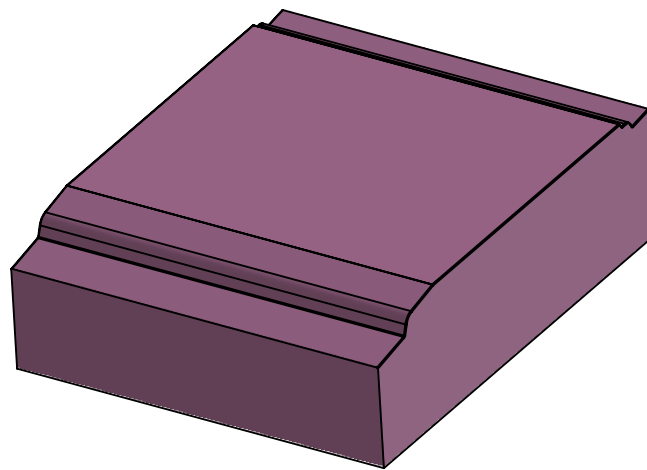
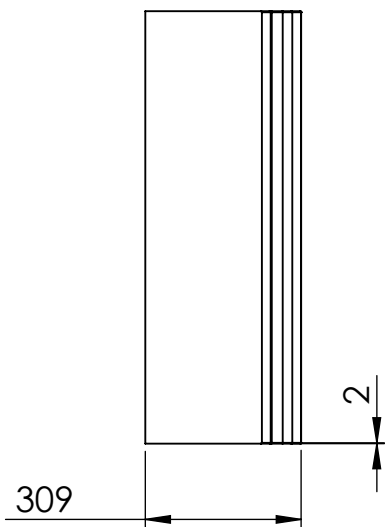
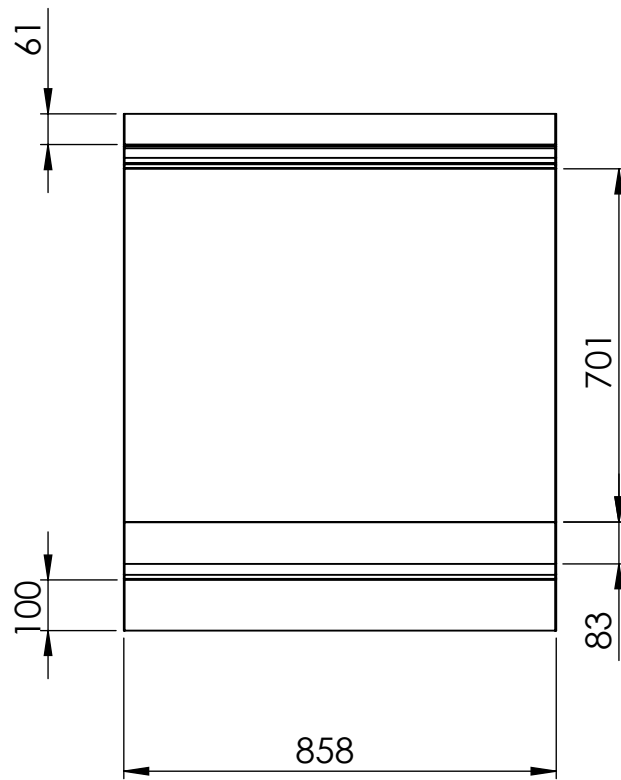
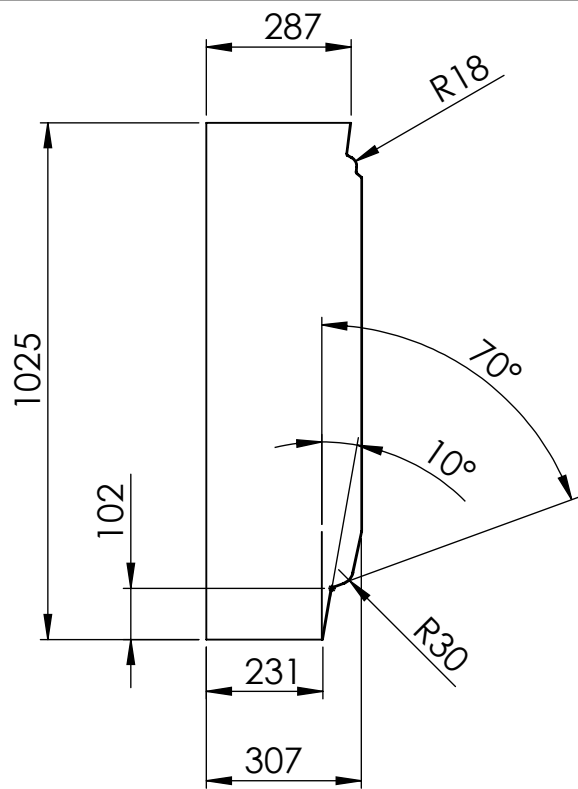
DESSIN TECH

S/G: CM

Matier

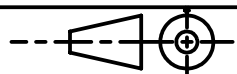
NOM : BOURNISSA / BOUCHAREB

24/06/2024



Faculté de Technologie UMBB

Ech: 1:20



POINCON

DESSIN TECH

S/G: CM

Matier

NOM : BOURNISSA / BOUCHAREB

26/06/2024