

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** en :

Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique

THEME

Etude et Conception de la Grille de Calandre

Présenté par :

Reda HEDDOUCHE
Sidali HAMZAOU

Promoteur :

Dr. Fadila GUERRACHE

Promotion 2020- 2021

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, Qui m'ont tout donné, qui m'ont énormément soutenue et encouragée durant toutes ces années d'études, et à qui je dois tout, et pour qui aucune dédicace ne saurait exprimer mon profond amour et mon grand attachement. Qu'ALLAH le tout puissant vous préserve, et vous accorde Santé, bonheur et longue vie.

A mes chères frères et sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, à qui je souhaite un avenir radieux plein de réussite,

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude,

A mon cher binôme Reda, merci pour tous ces beaux souvenirs partagés, Que les fruits de ses études vous ouvrent les portes de belles perspectives professionnelles.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible, Merci d'être toujours là pour moi.

Hamzaoui Sidali

Dédicace

Je dédie ce mémoire

À mes chers parents ma mère et mon père

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

À ma femme et mon fils.

À mes frères.

À mes sœurs.

À mes amies et mes camarades.

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire,

du moyen, du secondaire ou de

L'enseignement supérieur.

Heddouche Reda

Remerciement

Avant tout nous remercions dieu qui nous a donné le courage, la volonté la patience pour pouvoir franchir toute les épreuves difficiles afin d'arriver à ce mémoire.

Ce mémoire de fin d'étude est témoin de notre reconnaissance à nos professeurs qui nous ont fait apprécier la richesse des études.

*Nous tenons en premier à exprimer notre grande gratitude envers notre promotrice **Dr. Fadila GUERRACHE**, qui nous avons apportés son aide et ses valeureux conseils pour l'accomplissement et le suivit de ce travail.*

Nous tenons à remercier tout le personnel de l'entreprise SNVI et surtout les ingénieurs, pour l'importance et la confiance qui nous a fait accorder pendant toute la période de stage pratique.

Nous remercîment vont également aux membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

Merci à nos familles et tous nos amis (es) étudiants d'ENGM.

Merci à vous tous

ملخص: يتطلب الإنتاج الصناعي للمنتجات التقنية تنفيذ الموارد البشرية والمادية والمواد المخصصة للخضوع للتحويلات. من بين وسائل الإنتاج المادية التي تمثلها الآلات والأدوات (أدوات القطع، مجموعات حامل الجزء، حامل الأدوات على التوالي، إلخ). يهتم عملنا في نهاية الدراسة حول دراسة وتصميم شبكة المبرد للشاحنة، بهدف ضمان حماية أفضل للرادياتير، وتخصيص التصميم، ولكن قبل كل شيء للحد من التأثير في حالة وقوع حادث باستخدام أداة تصميم SolidWorks.

الكلمات الدالة: التصميم بمساعدة الكمبيوتر، التصنيع الميكانيكي SolidWorks، شاحنة، التقويم، SNV.

Abstract: The industrial production of technical products requires the implementation of human and material resources and the materials intended to undergo the transformations. Among the material means of production represented by machines and tools (cutting tools, part-holder assemblies, respectively tool-holder, etc.). Our end of study work revolves around the study and design of the radiator grille, with the aim of ensuring better protection of the radiator, customization on the design, but above all for limits impact in the event of an accident using the SolidWorks design tool.

Keywords: *Computer Assisted Design, Mechanical Manufacturing SolidWorks, Truck, Calender, SNV.*

Résumé : La production industrielle des produits techniques nécessite la mise en œuvre des moyens humains et matériels et les matières destinées à subir les transformations. Parmi les moyens matériels de production que représentent les machines et les outillages (les outils de coupe, les montages porte-pièces respectivement porte-outils ...et). Notre travail de fin d'étude s'articule sur l'étude et conception de la grille de calandre pour le camion, dans le but d'assurer une meilleure protection du radiateur, une personnalisation sur le design, mais surtout pour limite l'impact en cas d'accident en utilisant l'outil SolidWorks pour la conception.

Mots-clés : *Conception assiste par ordinateur, Fabrication mécanique SolidWorks, Camion , Calandre, SNV.*

Table des matières

Remerciements

Résumé

Liste des figures

Nomenclature

Introduction Générale.....10

Chapitre I. Généralité sur les Calandres

Introduction.....16

I.1 Définition.....16

I.2 Différents types de calandres.....18

I.3 Conception d'une calandre.....18

Conclusion.....19

Chapitre II. Méthodologie d'Elaboration des Pièces

Introduction.....21

II.1 Transformation de la tôle.....21

II.1.1 Définition.....21

II.1.2 Procédée de laminage.....22

II.1.2.1 Définition.....22

II.1.2.2 Laminoir.....23

II.1.2.3 Laminage à chaud.....23

II.1.2.4 Laminage à froid.....24

II.1.3 Procédés de mise en forme.....24

II.1.3.1 Définition.....24

II.1.3.1.1 Principe.....24

II.1.3.1.2 Quelques types de découpage.....25

II.1.3.2 Poinçonnage.....27

II.1.3.2.1 Définition et principe.....	27
II.1.3.2.2 Avantages et les inconvénients du poinçonnage.....	28
II.1.3.2.3 Principaux outils de poinçonnage.....	28
II.1.3.2.4 Effort de poinçonnage.....	30
II.1.3.2.5 Jeu de découpage.....	30
II.1.3.3 Emboutissage.....	31
II.1.3.3.1 Définition	31
II.1.3.3.2 Outillage de procédé d'emboutissage	31
II.1.3.3.3 Métaux utilisés dans l'emboutissage.....	32
II.1.3.3.4 Principe de l'emboutissage.....	32
II.1.3.3.5 Techniques d'emboutissage.....	33
II.1.3.3.6 Différentes utilisations de l'emboutissage.....	36
II.1.3.3.7 Effort de l'emboutissage.....	36
II.1.3.4 Pliage.....	36
II.1.3.4.1 Définition et principe.....	36
II.1.3.4.2 Différentes techniques de pliage.....	37
II.1.3.4.3 Rayon de pliage.....	39
II.1.3.4.4 Rayon minimum de pliage.....	39
II.1.3.4.5 Rayon de la matrice de pliage.....	40
II.1.3.4.6 Pliage des tôles épaisses.....	40
II.1.3.4.7 Retour élastique.....	40
II.1.3.4.8 Jeu de pliage.....	40
II.1.3.4.9 Effort de pliage.....	41
<i>Conclusion</i>	41

Chapitre III. Technique et Conception d'une Grille de Calandre

<i>Introduction</i>	43
III.1 Etapes de fabrication d'une grille de calandre.....	43
III.1.1 Cisailage.....	45
III.1.1.1 Principe.....	46
III.1.1.2 Plusieurs paramètres conditionnent l'effort de cisailage F.....	47
III.1.1 Formule de calcul de l'effort de cisailage.....	48
III.1.1.4 Schéma du déroulement de la séquence.....	48
III.1.2 Poinçonnage-Encochage.....	49
III.1.3 Pliage.....	52
III.1.4 Perçage.....	56
III.1.5 Finition.....	57
<i>Conclusion</i>	58
Conclusion Générale	60
Références Bibliographiques	62

Liste des figures

Introduction Générale

Figure 1 Organigramme de la société nationale des véhicules industriels en 2015.....14

Chapitre I. Généralité sur les calandres

Figure I.1 *Calandre centrale, Renault véhicules industriels, kit*.....17

Chapitre II. Méthodologie d'Elaboration des Pièces

Figure II.1 Bobinage de tôle.....22

Figure II.2 Bobine de tôle.....22

Figure II.3 Laminage.....22

Figure II.4 Principe de fonctionnement des cylindres de laminoir.....23

Figure II.5 Laminage de la tôle à chaud.....23

Figure II.6 Laminage de la tôle à froid.....24

Figure II.7 Principe de découpage.....25

Figure II.8 Poinçonnage.....25

Figure II.9 Encochage.....25

Figure II.10 Détourage.....26

Figure II.11 Crevage.....26

Figure II.12 Cisailage.....26

Figure II.13 Grignotage.....27

Figure II.14 Poinçonnage.....27

Figure II.15 Poinçon et ses composantes.....28

Figure II.16 Jeu entre le poinçon et la matrice.....31

Figure II.17 Emboutissage.....31

Figure II.18 Opération de l'emboutissage à chaud.....35

Figure II.19 Pliage.....37

Figure II.20 Pliage en V.....37

Figure II.21 Pliage en frappe.....38

Figure II.22 Pliage en air.....	38
Figure II.23 Pliage en U.....	38
Figure II.24 Pliage en L.....	39
Figure II.25 Rayon intérieur de pliage.....	39
Figure II.26 Retour élastique.....	40

Chapitre III Technique de la conception d'une grille de calandre

Figure III.1 Etapes de fabrication d'une grille de calandre	44
Figure III.2 La cisaille guillotine.....	45
Figure III.3 Principe de cisailage.....	46
Figure III.4 Couper flan.....	47
Figure III.5 Effort de cisailage.	47
Figure III.6 Phases de cisaillement.....	48
Figure III.7 Procédé de poinçonnage.....	49
Figure III.8 Presse hydraulique « SPIERTZ ».....	50
Figure III.9 Poinçonner-Encocher.....	51
Figure III.10 Presse plieuse Colly.....	52
Figure III.11 Abaque de pliage en frappe de type Colly.....	53
Figure III.12 Cotes dimensionnels.....	54
Figure III.13 Pièce pliée.....	55
Figure III.14 Perceuse radiale VO70 de WEILER.....	56
Figure III.15 Perçage de la tôle.....	56
Figure III.16(a,b,c,d) Conception de la grille de calandre par (Solidworks2013).....	58

Nomenclature

F	- Effort
S	- Section
P_{cr}	- Charge critique
E	- Module d'élasticité ou module de Young
I	- Moment d'inertie
L	- Longueur
e	- Epaisseur
R_m	- Résistance
K	- Coefficient
F_E	- Effort
P_{poinçon}	- Charge
l	- Longueur
R_c	- Résistance au cisaillement
σ_{comp}	- Effort de compression
R_e	- Limite élastique
R_g	- Résistance au glissement
J	- Jeu entre les lames
α	- Angle
P	- Périmètre découpé

INTRODUCTION GENERALE

1 Préambule

Inventées en 1829 par H.R Palmer, la tôle est l'un des premiers matériaux de couverture métallique utilisé dans le secteur de la construction. Elle est obtenue par un procédé quand appelle le laminage. Grace à sa densité élevée, sa légèreté, la tôle garantit la facilité de son transport et ses multiples possibilités d'utilisation grâce à la variété disponibles sur le marché, pour la toiture, les produits d'électroménagers, le sol, les cloisons, les rampes d'escalier,...etc.

Enfin, ce matériau ne nécessite qu'un minimum d'entretien. Etant donné que son point faible est la rouille, il suffit d'opter pour une tôle inoxydable ou d'appliquer une peinture spéciale anti rouille. Dans l'objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure pour d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées, on utilise les techniques de mise en forme des matériaux.

Comme chaque matériau a ses propriétés physiques et chimiques qui le différencient des autres matériaux, alors ces techniques nécessitent la maîtrise parfaite des paramètres expérimentaux (composition du matériau, température, pression, vitesse de refroidissement, l'influence de procédé sur ses dimensions ...etc.).

Les biens de consommation et les équipements industriels sont en grande partie obtenus par des suites d'opérations de transformation de matière appelées usinages. Les considérations portant sur l'optimisation des coûts, des consommations énergétiques, des matières premières ou encore celle relatives à l'empreinte environnementale représentent des contraintes importantes, devant être prises en compte par les entreprises, dans le but de proposer des produits compétitifs sur le marché.

Les principales fonctions directement concernées au sein de l'entreprise pour la réalisation effective d'une pièce ou d'un produit sont respectivement :

- la conception, réalisée par le bureau d'études ;
- l'étude et la préparation de la fabrication, réalisée au bureau des méthodes ;
- la production (fabrication) ;

Le temps et les moyens consacrés pour réaliser chacune de ces fonctions dépendent de plusieurs facteurs, notamment le type de produit fabriqué, le type de production (fabrication en petite, moyenne et grande série) et la complexité des produits et des moyens techniques engagés pour leur réalisation.

L'analyse de fabrication est faite dans le but d'établir les documents relatifs à la production des pièces et des systèmes mécaniques. Les acteurs impliqués dans cette démarche disposent d'informations sur le large éventail de moyens techniques, sur les phénomènes physiques engendrés lors de l'usinage, sur les performances et les limites des techniques et des moyens employés. Le savoir-faire permettant de bien mener cette analyse s'appuie respectivement sur :

- l'étude des moyens disponibles et la recherche de solutions pratiques ;
- l'observation et l'utilisation de moyens techniques : machine, porte-pièce, porte outils, appareils de mesure et de contrôle ;
- l'observation et la connaissance des phénomènes physiques liées à l'usinage (coupe, efforts, vibrations...).

On parle à ce stade d'analyse d'usinage et d'étude de fabrication. L'analyse d'usinage est donc une discipline permettant de matérialiser et de visualiser les propositions techniques issues du bureau d'études, elle est menée par le bureau des méthodes qui a pour mission, une fois l'analyse d'usinage réalisée, de procéder à l'élaboration de la documentation technique (avant-projet d'études de fabrication, contrats de phase,... etc.).

2 Objectif du travail

Ce travail a été donné comme objectif sur l'étude et conception de la grille de calandre pour le camion de dans le but d'assurer une meilleure protection du radiateur, une personnalisation sur le design, mais surtout pour limiter l'impact en cas d'accident, et cela grâce à l'outil SolidWorks dans la conception. Cette étude est faite à l'entreprise **SNVI** (Société Nationale Spécialisée dans la Fabrication des Véhicules Industriels) au sein de bureau de méthode " **CENTRE TOLLRIE EMBOUTISSAGE** " de cette entreprise ou notre stage a été effectué.

3 Description du mémoire

Ce mémoire est structuré en une introduction générale ainsi que trois chapitres et des références bibliographiques. Une généralité sur les calendres fait l'objet du premier chapitre. Le second chapitre consiste de présenter quelques rappels sur le processus de fabrication mécanique. Technique de la conception d'une Grille de Calandre a été développée dans le troisième chapitre. Le manuscrit s'achève par une conclusion générale qui illustre les principaux résultats obtenus à travers cette étude.

4 Présentation de l'entreprise SNVI

Il est toujours utile de présenter la société et de connaître son historique pour mieux comprendre sa politique de gestion et ses choix stratégiques et économiques afin de mieux situer le contexte et l'environnement de notre recherche et ainsi comprendre la pertinence de notre projet.

Description

L'entreprise nationale des véhicules industriels (**SNVI**) est née par décret 81-342 du 12/12/1981.elle a hérité des structures ,des moyens ,des biens, des activités , de monopole à l'importation et de personnel détenus ou gérés par la **SOCIÉTÉ NATIONALE DE CONSTRUCTIONMECANIQUE (SONACOME)** par décret n° 81-345 du 12/12/1981.

La société nationale de construction mécanique (SONACOME) a été créé par ordonnance n°67-150 du 09/08/1967 ayant pour vocation d'exploiter et de gérer les usines de construction mécanique du secteur public. Son schéma d'organisation regroupe dix divisions dont la DVI futur SNVI.

LA SONACOME a hérité du patrimoine de la société africaine des automobiles BERLIET (S.A.A.B/S.A).après sa dissolution par décret n° 73-764 du 01/10/1973 suivant les conventions conclues à ALGER le 24/06/1964 entre l'état algérien et la S.A.A.B/S.A le 06/08/1964 entre la caisse algérienne du développement (C.A.D) et la S.A.A.B/S.A et le contrat du 30/07/1970 entre la **SONACOME** et la **S.A.A.B/S.A**.

L'installation de la société africaine des automobiles **BERLIET (S.A.A.B/S.A)** en Algérie remonte à 1957. Son siège se situait à ALGER immeuble <MAURITANIA>. Elle était dotée d'une usine de montage de véhicules <POIDS LOURS> à 30km à l'est d'ALGER plus exactement à RUIBA avec des succursales implantées à : **HUSSEIN DEY, CONSTANTINE, ORAN et OUARGLA.**

Historique

Le 09/05/1995, transformation de la **SNVI** en société par action au capital social de 2,2 milliards de dinars.

→ **De 1957 à 1966**

Implantation de la société française **BERLIET** sur le territoire algérien par la construction en juin 1957 d'une usine de montage de véhicules " POIDS LOURDS " à 30 km à l'est D'ALGER, plus exactement à RUIBA.

→ **De 1967 à 1980**

En 1967, fut créée la **SONACOME (société nationale de construction mécanique)**. Le schéma d'organisation adopté pour la **SO.NA.CO.ME** regroupait en son sein dix (10) entreprises autonomes.

→ **De 1981 à 1994**

LA S.N.V.I (société nationale de véhicules industriels) devenait une entreprise publique socialiste (**EPS**). LA S.N.V.I est née à l'issue de la restructuration de la SO.NA.CO.ME et le décret de sa création lui consacra un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régit par les principes directifs de la gestion socialiste des entreprise (**G.S.E**).

→ **De 1995 à 2011**

Le mois de mai 1995, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir une entreprise publique économique régie par le droit commun : la S.N.V.I est alors érigée en société.

Organigramme de la SNVI

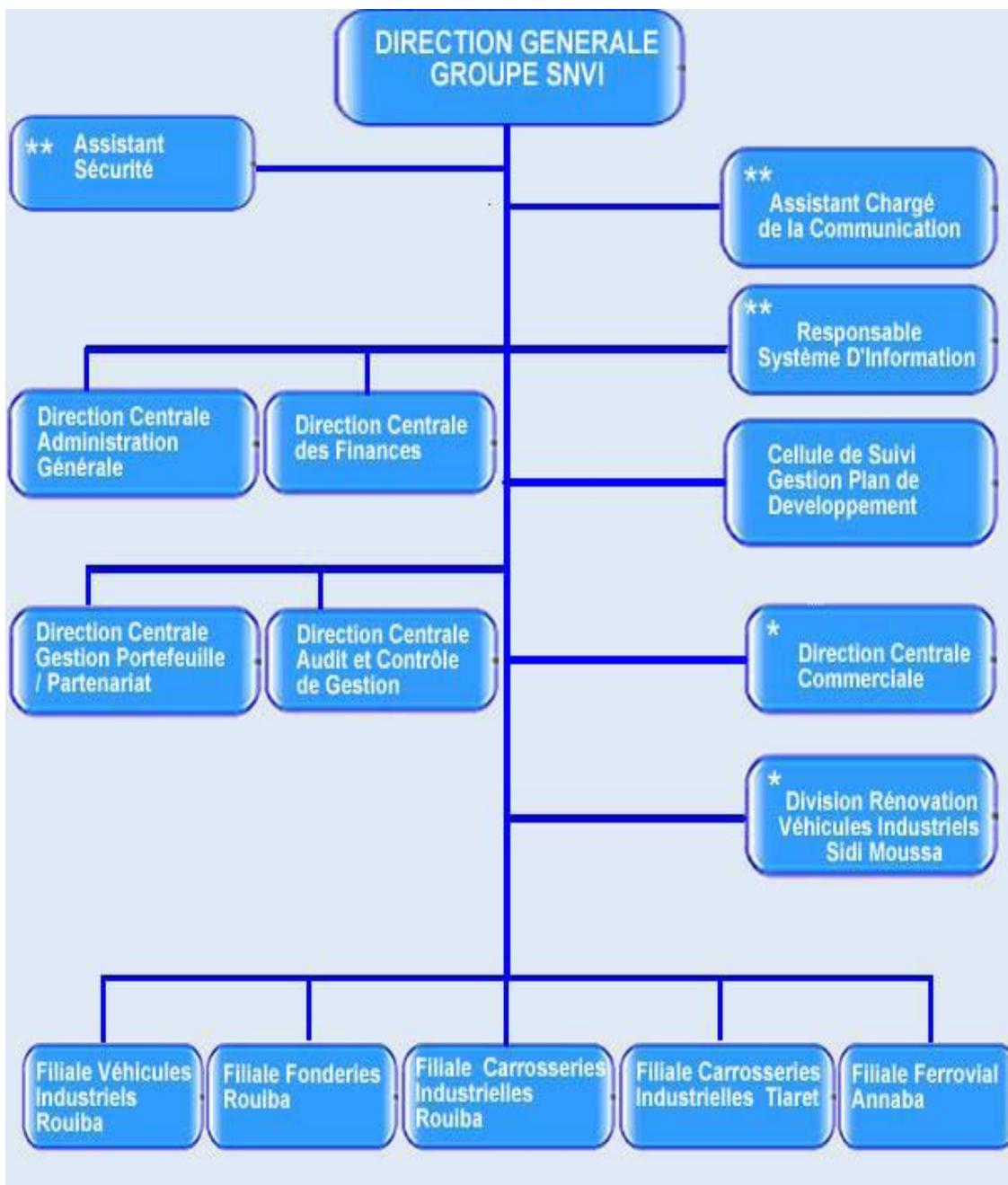


Figure 1 Organigramme de la société nationale des véhicules industriels en 2015.

CHAPITRE I
GENERALITÉ SUR LES CALANDRES

Introduction

Dans l'industrie automobile, une calandre couvre une ouverture dans la carrosserie d'un véhicule pour permettre une entrée d'air. La plupart des véhicules disposent d'une calandre à l'avant du capot pour protéger le radiateur et le moteur. Merriam-Webster décrit les calandres comme « un réseau formant une barrière ou un écran ; en particulier une extrémité ornementale avant d'une automobile ». D'autres placements communs de la calandre sont sous le pare-chocs avant, à l'avant des roues (pour refroidir les freins), dans la cheminée de ventilation de la cabine ou sur le couvercle du coffre arrière (véhicules à moteur arrière).

I.1 Définitions

La calandre d'un véhicule à moteur a un rôle important quand il s'agit d'attirer les acheteurs. La fonction principale de la calandre est l'admission de l'air de refroidissement au radiateur de la voiture. Cependant, l'aspect du véhicule « est beaucoup plus important que de savoir si les caractéristiques de conception servent vraiment » étant l'un des principaux composants visuels à l'avant des véhicules, « un dessin inspiré de la calandre en fait une voiture attrayante et façonne son identité en la liant à l'histoire et à la réputation du constructeur automobile ».[1]

Actuellement, de grandes calandres sont principalement esthétiques. La calandre est souvent un élément de style distinctif et de nombreuses marques l'utilisent comme élément d'identification principale. Par exemple, Jeep a enregistré sa calandre à six barres. Rolls-Royce est connue pour organiser les barres de sa calandre à la main afin de s'assurer qu'elles apparaissent parfaitement à la verticale.

D'autres fabricants connus pour leur style de calandre sont Bugatti avec son fer à cheval, BMW et ses narines (ou reins), les dents chromées des Rover, Mitsubishi avec les calandre de style avion de chasse pour leurs voitures 2008 Lancer et Lancer Evo X, Dodge avec la croix à barre, le bouclier à six barres des Alfa Romeo, la barre inclinée des Volvo, les Nissan en forme de trapèze chromé les Mazda en forme de moteur rotatif les Audi récentes avec une calandre en

deux pièces paraissant n'en faire qu'une, les calandres divisées horizontalement des Pontiac et la calandre anti-volatiles sur les dernières Plymouth. L'insolite calandre de la Plymouth Barracuda 1971 est connue comme râpe à fromage. La calandre à trois barres apparue sur les Ford Fusion en 2006, a acquis un caractère distinctif. Porsche, un fabricant de voitures à refroidissement à air, continue à minimiser l'importance d'une « calandre » sur les véhicules modernes à refroidissement à eau de la marque.

Le modèle de style contraire se produit également. A partir de la fin des années 1930, Cadillac alternerait son modèle de barres horizontales avec divers modèles de barres croisées comme moyen simple de rendre la voiture nouvelle d'année en année, car cette marque n'avait pas de forme de calandre standard. Parfois, il existe une sorte de tendance de la mode dans les barres de calandre. Par exemple, au début de la Seconde Guerre mondiale, de nombreux constructeurs automobiles américains ont généralement changé pour des barres de calandre moins nombreuses et plus épaisses.

Une calandre à billettes est une pièce détachée disponible chez les accessoiristes pour améliorer le style ou la fonction de la calandre d'origine OEM. Elles sont généralement fabriquées à partir de barres d'aluminium de qualité aéronautique, même si certaines sont usinées CNC à partir d'une feuille d'aluminium épaisse.

On voit des calandres modifiées ou personnalisées "customisées", en montant la calandre d'une autre voiture, par exemple. Même des feuilles de métal à trous de ventilation vendues pour des réparations ont été trouvées remplissant l'ouverture de la calandre de voitures personnalisées.



Figure I.1 Calandre centrale, Renault véhicules industriels, kit.

I.2 Différents types de calandres

- Calandre de radiateur
- Calandre jupes de pare-chocs (avant et arrière)
- Grilles de ventilation (freins)
- Calandre sur le capot (permettant le passage d'air d'un intercooler)
- Calandres de toit ou de coffre (véhicules à moteur arrière)

I.3 Conception d'une calandre

La forme des calandres a évolué de concert avec les progrès de l'automobile. Cet élément est apparu sur les automobiles autour de 1900 pour protéger le radiateur des obstacles et jets de pierre qui auraient pu le percer. On pouvait se passer de calandre en rejetant le radiateur derrière le moteur, protégé lui par un capot crocodile. Cette solution fut choisie par Renault, Clément-Bayard ou de Dion-Bouton par exemple.

Après que Panhard & Levassor a commencé d'apposer sa marque "PL" sur ses calandres pour se distinguer d'une concurrence de plus en plus active, la mode s'est faite pour chaque constructeur de faire de même. Pour être reconnues au premier coup d'œil, les firmes automobiles ont non seulement soudé leur nom ou leur emblème sur la calandre, mais aussi fait dessiner une forme de calandre (ou de capot) qui leur était particulière, et dont elles ont déposé le brevet.

Louis Renault par exemple a fait condamner Jean-Marie Corre (autos Corre-La Licorne) pour s'être inspiré de la forme de ses capots plongeants dits "crocodile". Une Brasier se reconnaissait aux courbes de sa tête de calandre, une Delaunay-Belleville à sa calandre ronde, une Salmson à sa calandre en X, une Sizaire & Naudin au cylindre posé au-dessus de la calandre et du capot... Si certaines firmes ont fait évoluer la forme de leur calandre régulièrement.

D'autres en ont fait une marque emblématique de leurs automobiles sur la durée, comme Bugatti et ses calandres en forme de fer à cheval, la Daimler britannique à la calandre ondulée depuis 1904, Voisin à la calandre en V inversé, Volvo et son sautoir en écharpe.

Les marques européennes de niche sont les plus attentives à conserver leur emblématique intacte, y compris leur calandre particulière, comme encore aujourd'hui les marques Aston-Martin, Bugatti, Maserati et Rolls-Royce. L'identification de certaines firmes passe plutôt par le choix d'un bouchon de radiateur en cimier ou par méthode de fixation

Conclusion

Si la plupart des calandres des véhicules motorisés ne participent plus réellement au refroidissement des composants du moteur, les constructeurs continuent de les intégrer pour des questions d'esthétisme et de design de la grille. Ainsi, la calandre des véhicules s'adapte dorénavant au niveau de sa forme, de sa taille, ou encore de sa matière, aux besoins et aux exigences du constructeur en matière de look. Une calandre massive permettra, par exemple, de véhiculer l'idée que la voiture sur laquelle elle est installée est plus robuste et puissante que les autres modèles disponibles sur le marché.

CHAPITRE II
METHODOLOGIE D'ELABORATION DES
PIECES

Introduction

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques visant l'obtention d'une pièce ou d'un objet par transformation de matière brute. Obtenir la pièce désirée nécessite parfois l'utilisation successive de différents procédés de fabrication. Ces procédés de fabrication font partie de la construction mécanique.

II.1 Transformation de la tôle

II.1.1 Définition

Les tôles sont des produits plats tirés des brames par laminage à chaud, c'est-à-dire que les plaques d'acier, issues de la coulée, sont réchauffées entre 800 et 1200°C puis écrasées par un passage successif entre deux rouleaux jusqu'à obtention de l'épaisseur voulue. Elles sont conditionnées en bobines, en bandes refendues ou en feuilles.[2]

Les dimensions varient en fonction de l'acier (nuance et type), de l'épaisseur et des revêtements appliqués. On distingue

- **Suivant leur épaisseur**

1. Les tôles fines (< 3 mm).
2. Les tôles fortes (> 3 mm).

- **Suivant leur finition**

1. La tôle noire dont les faces ont un fini brut, sans revêtement.
2. La tôle galvanisée, pour sa part, elle dotée d'un revêtement anticorrosion au niveau de ses deux faces.
3. La tôle pré laquée qui présente une surface anticorrosion comme chez la galvanisée, en-dessus de laquelle on ajoute une/des couches de peinture.



Figure II.1 Bobinage de tôle.



Figure II.2 Bobine de tôle.

II.1.2 Procédé de laminage

II.1.2.1 Définition

Le laminage est un procédé de déformation plastique qui est obtenue par les cylindres lisses ou cannelés, contrarotatifs (tournant en sens inverse l'un de l'autre) appelés « laminoir » ce mouvement de rotation produit engendre un effet de compression diminuant continuellement l'épaisseur initiale du matériau.

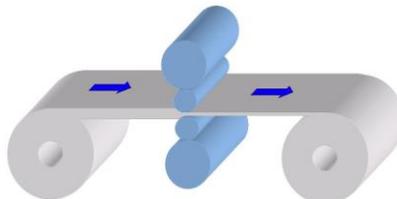


Figure II.3 Laminage.

II.1.2.2 Laminoir

C'est un outil industriel servant généralement à amincir des morceaux métalliques. Cet instrument permet aussi l'étalage, l'aplatissement et le découpage des pâtes alimentaires jusqu'à obtention de la forme et de l'épaisseur souhaitée

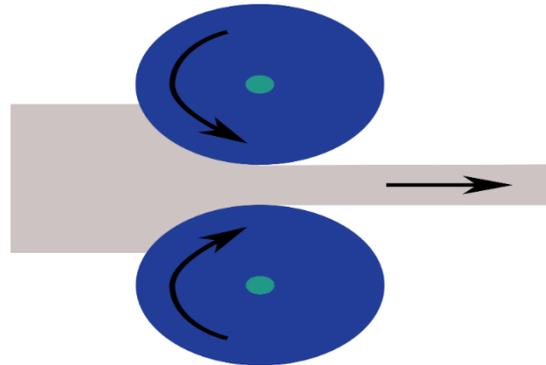


Figure II.4 Principe de fonctionnement des cylindres de laminoir.

Il existe deux types de laminage

II.1.2.3 Laminage à chaud

Avec les tôles fortes si l'épaisseur est supérieure à 3 mm et les tôles minces si l'épaisseur est inférieure à 3 mm



Figure II.5 Laminage de la tôle à chaud.

II.1.2.4 Laminage à froid

Sont des tôles minces, dont l'épaisseur est inférieure à 3 mm le laminage à froid des tôles ne se réalise qu'avec des feuilles ayant déjà une faible épaisseur



Figure II.6 Laminage de la tôle à froid.

II.1.3 Procédés de mise en forme

II.1.3.1 Définition

Le découpage consiste en l'enlèvement, dans une bande de matière ou d'une pièce plane de contour quelconque appelé découpe. Ce type de procédés est très utilisé dans l'industrie pour obtenir un profil donné dans un produit plat image.[3]

II.1.3.1.1 Principe

L'opération consiste à obtenir des pièces par cisailage de la tôle ou une bande de matière suivant un contour fermé.

Les outils utilisés pour cette opération sont

a –la matrice : correspond à la forme de découpe souhaitée.

b – le poinçon : il est d'une translation.

c- la tôle ou la bande de matière à découpé.

d – un serre flan ou **revêtisseur**

Dans ce procédé la géométrie de la découpe peut être complexe, alors on peut trouver dans un outil de découpage plusieurs postes, c'est un ensemble d'éléments et d'équipement spécifiques qui assurent la réalisation de la découpe qu'on appelle ligne de découpage.



Figure II.7 Principe de découpe.

II.1.3.1.2 Quelques types de découpe

Le procédé de découpage est effectué par des outils spéciaux destinés à découper, on peut avoir à procéder des opérations analogues sur des pièces déjà découpées ou sur des pièces déjà mises en forme d'une façon quelconque, ces opérations se font sur de pas trop des outils spéciaux en découpage sauf en quelques détails, on les appelle procédés dérivés et leurs outils sont des outils dérivés.

a- Poinçonnage

Le déchet est appelé débouchure, ce sont des trous de petit diamètre



Figure II.8 Poinçonnage.

b-Encochage

C'est le découpage d'un trou débouchant à l'extérieur de la pièce considérée.

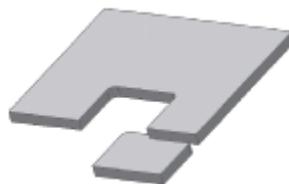


Figure II.9 Encochage.

c-Détourage

C'est l'opération qui consiste à découper l'excédent de bord d'une pièce mise en forme, il s'agit d'une opération de finition d'une pièce.



Figure II.10 Détourage.

d-Crevage

C'est un découpage incomplet; la débouchure n'est pas détachée complètement de la pièce.

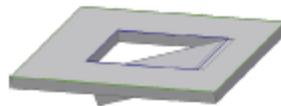


Figure II.11 Crevage.

e-Cisaillage

C'est une technique de découpage sans création de déchets ou une coupe totale d'une pièce en deux parties.

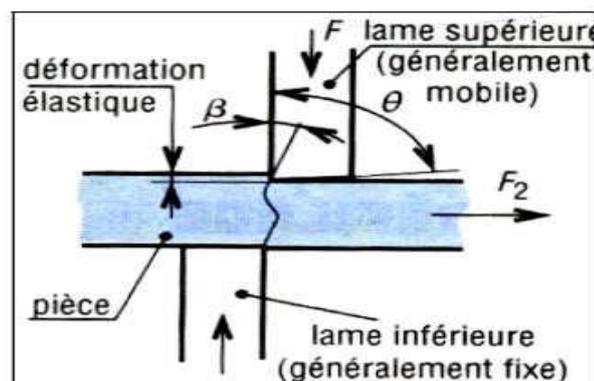


Figure II.12 Cisaillage.

g-Grignotage

C'est une technique de découpage appliquée sur des tôles minces, elle consiste à enlever de petites quantités de matière suivant un signé dont la largeur est égale a celle du poinçon, la découpe se fait suivant un tracé précis.



Figure II.13 Grignotage.

II.1.3.2 Poinçonnage

II.1.3.2.1 Définition et principe

C'est un procédé de mise en forme qui permet d'obtenir de grandes précisions de découpe par cisailage des tôles, la tôle est coincée entre un poinçon et une matrice. La descente du poinçon dans la matrice découpe le matériau comme le ferait une paire de ciseaux.

En principe il n'y a pas de limite au poinçonnage. Seule la puissance de la machine limite l'épaisseur des matériaux à découper en fonction des caractéristiques mécaniques du matériau. Dans ce procédé on conserve la partie extérieure du flan et les déchets étant la partie intérieure (surface débouchée) c'est semblable au découpage mais le but de l'opération est différent.[4]



Figure II.14 Poinçonnage.

II.1.3.2.2 Avantages et inconvénients du poinçonnage

Comme tous les procédés de mise en forme le poinçonnage présente aussi des avantages et des inconvénients.

a - Avantages

Par rapport au perçage, le poinçonnage est extrêmement économique (gain de temps, usure moindre des outils, affutage peu fréquent) et donne la possibilité d'utiliser toute sortes de formes pour les trous. Et par rapport au découpage à la presse, le poinçonnage sur commande numérique permet de changer de série en minimisant les couts d'outillages, de découper de grands formats, et d'utiliser des outils simples .

b- Inconvénients

L'inconvénient que présente ce procédée c'est qu'il est limité dans les épaisseurs à poinçonner et Section minimale du poinçon limitée.

II.1.3.2.3 Principaux outils de poinçonnage

Le poinçon composé de plusieurs parties

- **Le corps du poinçon** : possède une longueur variable pour monter et serrer l'outil.
- **La tête** : porte les arêtes tranchantes.
- **La mouche(ou téton)** : utile pour positionner l'outil dans les coups de pointeaux préalablement réalisés à cet effet. Ils ont été effectués dans l'axe du trou à réaliser un angle de dépouille qui est de 2 à 3° pour limiter les frottements sur les presses, ou sur les grignoteuses les outils ne possèdent pas forcément d'angles de dépouille.

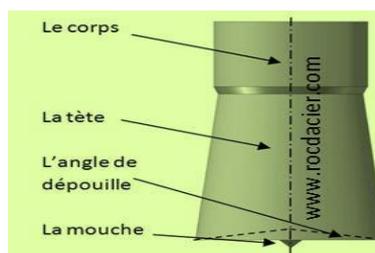


Figure II.15 Poinçon et ses composantes.

a- La matrice

La matrice est le «support d'empreinte» du poinçon et la partie inférieure de l'outil, à son axe elle comporte un trou aux formes et dimensions du poinçon, auquel on ajoute un jeu de quelques dixièmes de millimètres, La matrice est conçue pour créer la forme de la pièce en un travail de série de façon à satisfaire les demandes de production.

b- Contraintes sur les poinçons

Lors de la descente du poinçon avec un effort opposé à la bonde de tôle, il est sollicité l'effort de compression qui se calcule comme suite

$$\sigma_{comp} = \frac{F}{S}$$

avec

σ_{comp} : Effort de compression

F: Effort de poinçonnage [Mpa]

S: Section du poinçon [mm²]

La condition de résistance du poinçon à la compression est

$$\sigma_{comp} < Re$$

Re: Limite élastique du poinçon [Mpa]

Il faut aussi prendre reconsidération lorsque on 'a des poinçons ayant des petites sections ou bien une grande longueur, le phénomène de flambement peut être provoqué à partir de la contrainte de compression ; pour cela on utilise la formule de flambement suivante.

$$p_{cr} = \frac{(\pi^2 \times E \times I)}{l^2}$$

Cette formule est utilisée quand on est dans le cas où les poinçons sont encastrés d'un côté et libre de l'autre côté.

avec :

P_{cr} : Charge critique du flambement.

E : Module d'élasticité ou module de Young

I : Moment d'inertie

L : Longueur libre de flambement.

La condition de résistance au flambement c'est que l'effort de poinçonnage ne doit pas dépasser la charge critique du flambement

$$F < P_{cr}$$

II.1.3.2.4 Effort de poinçonnage

L'effort de poinçonnage se calcul comme suivant

$$F = (\pi \cdot d) \cdot e \cdot R_m \cdot k$$

avec

$(\pi \cdot d) = P_{\text{poinçon}}$ est le périmètre du poinçon [mm].

F : Effort de poinçonnage [N]

e : Épaisseur de la tôle [mm].

R_m : La résistance de la tôle [Mpa]; on prend 350 [Mpa] pour des raisons de sécurité.

K : Coefficient.

Une lubrification est conseillée pour ne pas user prématurément les outils. Par conséquent, la section minimale de poinçonnage dépend de l'effort de poinçonnage, de la forme et de la surface de la section poinçonnée et aussi de la longueur de flambage de l'outil.

II.1.3.2.5 Jeu de découpage

Pour obtenir un bon découpage et poinçonnage, le poinçon et la matrice doivent présenter, un certain jeu qui est définie généralement comme étant un espace entre eux. Parmi les paramètres importants de l'opération de découpage le jeu occupe une place majeure. Et la pièce découpée aura toujours la dimension de la matrice donc ce jeu va être pris sur le poinçon. Cela garantira une coupe nette est franche Pour le poinçonnage un trou poinçonné aura la dimension du poinçon donc le jeu sera pris sur la matrice cela évitera sa rupture.

Le jeu à prendre est en fonction de l'épaisseur de la tôle : on a

1/20 de l'épaisseur pour l'aciers doux et laiton.

1/15 de l'épaisseur pour l'acier dur.

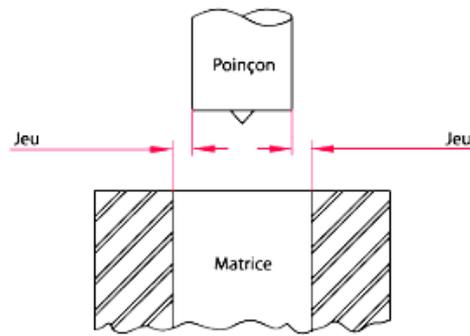


Figure II.16 Jeu entre le poinçon et la matrice.

II.1.3.3 Emboutissage

II.1.3.3.1 Définition

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique d'une surface de métal entraînée par un poinçon dans une matrice. Très utilisé dans l'industrie, l'emboutissage permet d'obtenir à partir d'un flan des pièces de surfaces complexe. Le procédé de l'emboutissage peut être réalisé avec ou sans le serre flan pour maintenir le flan contre la matrice pendant que le poinçon le déforme ; cela permet d'obtenir à moindre cout des tôles embouties.[4]



Figure II.17 Emboutissage.

II.1.3.3.2 Outillage de procédé d'emboutissage

L'emboutissage se pratique à l'aide de presses à emboutir de forte puissance munies d'outillages spéciaux qui comportent, dans le principe, trois pièces

1. Une matrice inférieure, en creux, épouse la forme extérieure de la pièce.

2. une matrice supérieure, en relief, épouse sa forme intérieure en réservant l'épaisseur de la tôle.

3. un serre-flan entoure le poinçon, s'applique contre le pourtour de la matrice et sert à coincer la tôle pendant l'application du poinçon et parfois dans l'emboutissage, on utilise des joncs pour freiner le glissement de la tôle (retenue de l'acier).

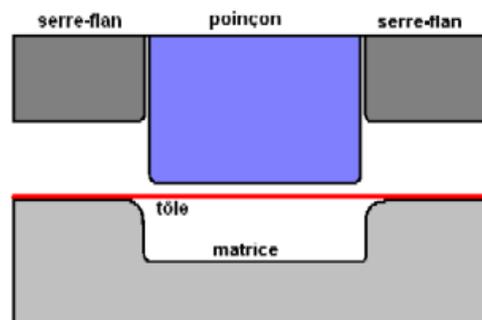
II.1.3.3 Métaux utilisés dans l'emboutissage

L'opération d'emboutissage nécessite l'utilisation d'un métal très ductile, l'acier est le plus employé par suite de son bas prix et sa haute résistance et les possibilités actuelles du protégé contre l'oxydation par de différents procédés comme le cuivrage, chromage...etc.

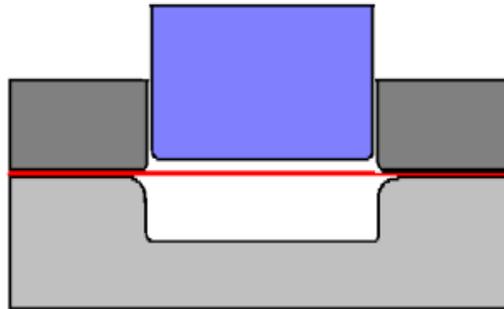
II.1.3.4 Principe de l'emboutissage

Le procédé de l'emboutissage est basé sur le principe de la déformation plastique du matériau et passe par les étapes suivantes.

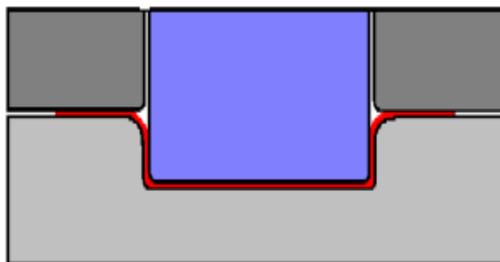
Etape : poinçon et serre-flan sont relevés. La tôle est posée sur la matrice.



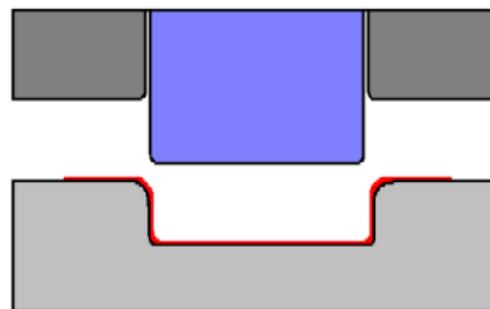
Etape 1 : le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, pour maintenir la tôle tout en lui permettant de glisser.



Etape 2 : le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.



Etape 3 : on relève le poinçon et le serre-flan, la pièce reste formée au fond de la matrice puis on procède au « détourage » de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles.



II.1.3.3.5 Techniques d'emboutissage

Suivant les caractéristiques mécaniques du matériau, l'épaisseur de la tôle initiale, la forme du produit final ;

on choisira une technique d'emboutissage, dans l'industrie les techniques existantes sont.

1. Emboutissage à froid : (outillage avec ou sans serre flan).
2. Emboutissage à chaud : avec outils simple ou double effet.

a- Emboutissage à froid

L'emboutissage à froid suppose, sauf rares exceptions, un outillage double effet et des presses mécaniques. Cette technique consiste à former une pièce dans une température ambiante et principalement utilisé sur un outillage avec un serre flan mais aussi on trouve des cas sans le serre flan et ceci quand les embouties sont peu profonds ou bien nécessite pas un grand effort de serrage. Cette technique comporte des avantages mais aussi des inconvénients.

a.1 Avantages et les inconvénients de l'emboutissage à froid

1- Les avantages de l'emboutissage à froid

- Meilleure précision dimensionnelle.
- Faible coût.
- Bonnes propriétés mécaniques des pièces embouties.

2- Les inconvénients de l'emboutissage à froid

- Faible épaisseur des tôles (risque de rupture).
- Ecrouissage du matériau (risque de durcissement structurel et baisse de la ductilité).
- Contraintes résiduelles (risque de rupture par fatigue).

Parmi les matériaux concernés par ce type d'emboutissage on trouve aciers doux et inoxydable, aluminium, cuivre, laiton...etc.

b - Emboutissage à chaud

L'emboutissage à chaud est une technique utilisée avec outils simple ou double effet, le flan et la matrice sont chauffés puis on donne à la pièce sa forme définitive, la fréquence d'usage est moins élevée du fait de l'opération de chauffage qui nécessite plus d'attente entre chaque opération.

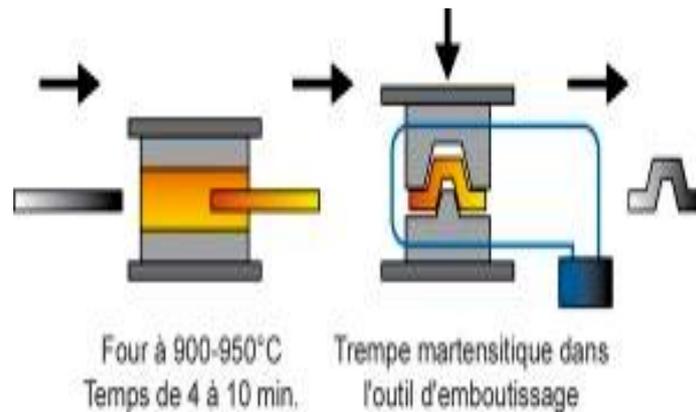


Figure II.18 Opération de l'emboutissage à chaud.

b.1 Avantages et les inconvénients de l'emboutissage à chaud

1- Les avantages de l'emboutissage à chaud

- La technique d'emboutissage à froid facilite la déformation du matériau et forme les pièces par chauffage.
- Les pièces obtenues ont peu de contraintes résiduelles.

2- Les inconvénients de l'emboutissage à chaud

- Cadences de production moins élevées du fait de l'inertie de chauffage.
- Pièces finies de moins bonnes qualités (état de surface et dimensionnement).
- La nécessité de la mise en place d'un protocole de sécurité plus important.

Parmi Les matériaux utilisés en emboutissage à chaud on trouve : Titane, magnésium, et zinc.

c- Emboutissage avec outils simple effet

Cette configuration est la plus simple. Elle est composée d'une matrice et d'un poinçon équipé d'un coussin élastique situé sous la table de la presse). Pour cette technique, les emboutis réalisés sont peu profonds et ne nécessitent pas d'important effort de serrage.

d- Emboutissage avec outils double effet

Par rapport à l'emboutissage simple effet, l'emboutissage double effet comprend en plus un serre-flan. Cette technique de formage est la plus répandue dans l'industrie. Ici les emboutis sont très profonds et les efforts d'emboutissage sont importants.

e- Emboutissage multi-passes

L'emboutissage profond consiste à transformer en plusieurs passes, des flans de forte épaisseur afin d'éviter la rupture mécanique au cours du processus de déformation. Les épaisseurs de pièces embouties peuvent être très faibles (de l'ordre de 0,05 mm).

II.1.3.3.6 Différentes utilisations de l'emboutissage

Cette méthode est utilisée dans plusieurs industries, en ferblanterie, fabrication d'ustensiles en fer-blanc (bassines, casseroles, assiettes etc.) mais surtout dans l'industrie automobile pour la conception de parties de carrosserie de voiture ou encore de moteur, en produits d'électroménager aussi, en produits sanitaires types baignoires ou lavabos et enfin pour les produits d'emballage.

II.1.3.3.7 Effort de l'emboutissage

L'effort d'emboutissage se calcule comme suite

$$F_E = P_{\text{poinçon}} \cdot e \cdot R_m \cdot K$$

avec

F_E : Effort d'emboutissage [dan]

P_{poinçon} : Périmètre de poinçon d'emboutissage [mm]

e : Epaisseur de la tôle [mm]

R_m : Résistance de la tôle [Map].

k: Coefficient en fonction du rapport $\frac{p_{\text{poinçon}}}{p_{\text{flan}}}$ (avec , P_{poinçon} : périmètre du poinçon et p_{flan} périmètre de flan).

II.1.3.4 Pliage

II.1.3.4.1 Définition et principe

Le pliage est une opération qui consiste à déformer une tôle plane en relevant une partie de cette tôle de façon à former un angle dont l'arête est rectiligne et plus ou moins arrondie, grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce qui sera en appuis sur deux lignes d'appuis et s'apparente à la flexion on obtient la déformation et en dépassons la limite .

Le pliage peut être réalisé par rotation d'un outil pivotant ou sur une presse plieuse en utilisant un poinçon et une matrice.[4]

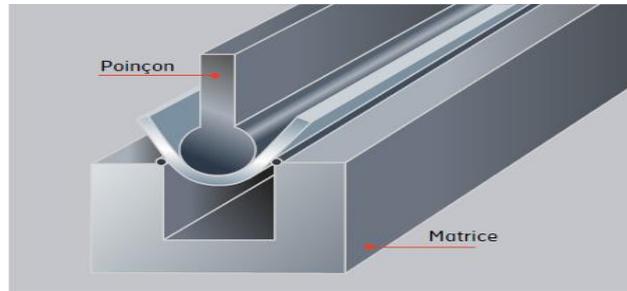


Figure II.19 Pliage.

II.1.3.4.2 Différentes techniques de pliage

Suivant la géométrie des poinçons et des matrices, les différents types et techniques de pliages sont: [5]

a- Pliage en V(en presse plieuse)

Dans ce cas le serre-flan est inutile. La variation de l'angle de formage de la tôle est entraînée par la variation de l'angle de poinçon et de la matrice. Ce pliage en V peut s'effectuer par les deux techniques précédentes (pliage en l'air et pliage en frappe).

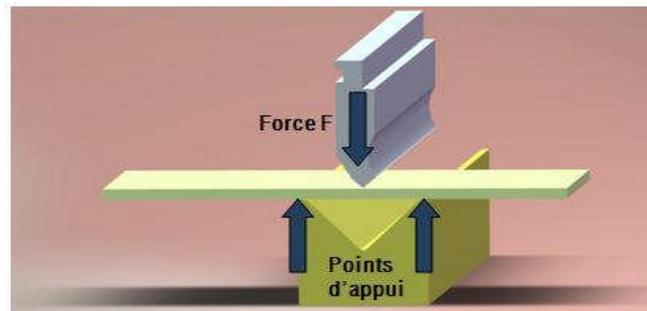


Figure II.20 Pliage en Vé.

b- Pliage en frappe

Cette technique est réservée à des tôles d'épaisseur inférieure à 2 mm, le poinçon entraîne les deux branches libres du pli jusqu'au contact des faces intérieures de la matrice, il en résulte un écrouissage de la zone pliée et l'angle obtenu est sensiblement égale à celui du vé. Cette technique permet d'obtenir des pièces précises, mais elle nécessite des efforts de pliage importants, il faut un outillage pour chaque angle et il est limité aux tôles jusqu'à 2 mm d'épaisseur.

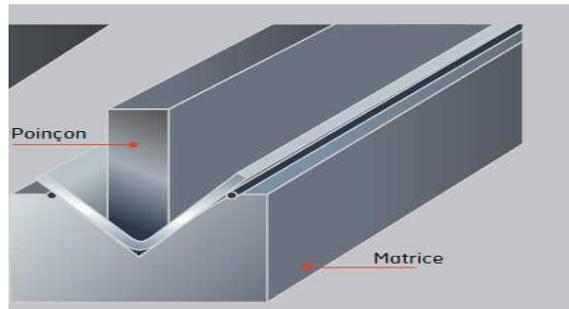


Figure II.21 Pliage en frappe.

c- Pliage en l'air

Ce mode de pliage est couramment utilisé car les forces appliquées sont environ 5 fois moins importantes que pour du pliage en frappe. L'angle du poinçon est généralement de 88° pour obtenir des angles de 90° à 180° .

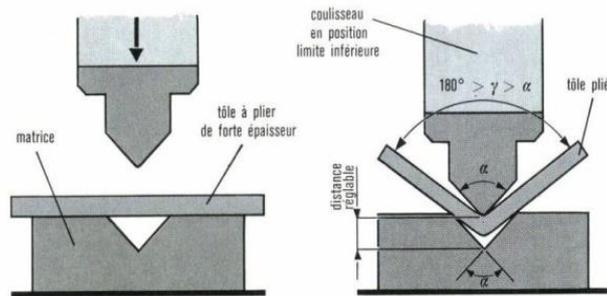


Figure II.22 Pliage en air.

d- Pliage en U

Ce type de pliage comprend un serre flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon ce qui évite le glissement de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrice



Figure II.23 Pliage en U.

e- Pliage en L

On l'appelle aussi le pliage en tombé de bord, le principe de ce type consiste à plier un flan en porte-à-faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

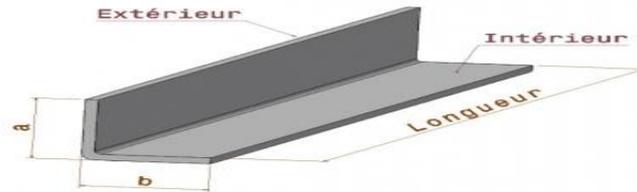


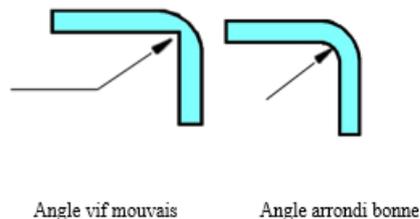
Figure II.24 Pliage en L.

II.1.3.4.3 Rayon de pliage

Sur la zone pliée on constate des déformations tel que les fibres intérieurs sont comprimées alors que celles de l'extérieur subissent un étirement, le rayon de pliage est en fonction de l'ouverture du V utilisé, plus il est petit plus les déformations constatés sont grandes.

II.1.3.4.4 Rayon minimum de pliage

Le rayon intérieur de pliage ne doit jamais être vif, car pour $R=0$, l'allongement de la zone tendue est tel que des criques qui apparaissent souvent sur la pièce il constituerait une fatigue exagéré du métal et aurait un amincissement trop important qui pourrait amener une cassure



Angle vif mauvais

Angle arrondi bonne

Figure II.25 Rayon intérieur de pliage.

II.1.3.4.5 Rayon de la matrice de pliage

Le rayon de la matrice du pliage doit être supérieur à deux fois l'épaisseur de la tôle $r \geq 2e$, pour éviter le découpage de la pièce à plier.

II.1.3.4.6 Pliage des tôles épaisses

A partir d'une épaisseur de 3 ou 4 mm, il est bon d'enlever les bavures et d'arrondir l'arête extérieure de la tôle dans toute sa partie pliée afin d'éviter la formation de criques.

II.1.3.4.7 Retour élastique

Le retour élastique est un phénomène qui dépend de la résistance de matériaux utilisé lors de pliage et de rayon de pliage et l'épaisseur de la tôle.

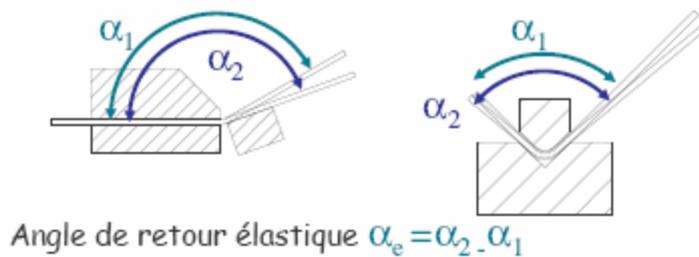


Figure II.26 Retour élastique.

II.1.3.4.8 Jeu de pliage

Le jeu de pliage est entre l'arête verticale extérieur du poinçon et l'arête intérieur de la matrice, ce jeu doit être égale à l'épaisseur de la tôle plus une tolérance maximale.

$$J \geq e + \text{tolérance maximale.}$$

II.1.3.4.9 Effort de pliage

L'effort nécessaire pour former un pli est égale au dixième de l'effort nécessaire pour cisailier la section de la tôle à cet endroit

$$P_{cr} = \frac{e \times l \times Rc}{10}$$

e: Epaisseur de la tôle [mm].

l: Longueur de la ligne de pliage [mm].

Rc: Résistance de la tôle au cisaillement [dan/mm²].

Conclusion

Avant de la mise en forme en n'importe quelle manière une pièce mécanique on doit d'abord avoir le métal sous forme de tôle, cette dernière est obtenue en passant d'un bloc d'acier brut ou brame, par le procédé de laminage en différentes étapes successives. Les différents procédés et les techniques de mise en forme des pièces mécaniques quand à citer dans ce chapitre ont pour l'objectif de donner une forme précise à la tôle, en lui imposant une certaine microstructure dans le but d'obtenir un produit en forme souhaitée. La réalisation des procédés précédents se fait sur des machines spéciales pour avoir une géométrie souhaitée, précise et volume, et enfin pour minimiser le cout de la fabrication.

CHAPITRE III

TECHNIQUE DE LA CONCEPTION D'UNE

GRILLE DE CALANDRE

Introduction

Le monde industriel des véhicules contient un énorme et un très vaste nombre de modèles et pour les distinguer l'un de l'autre ces fabricants ont adaptée des sigles comme un symbole d'identité placés en principe sur la grille de calandre à l'avant de véhicule d'où cette grille de calandre suit un design identitaire avec le sigle et les phares.

Donc la grille de calandre qui est notre sujet d'étude joue d'autres rôles que l'identité de véhicule comme :

- L'aération de moteur.
- L'aérodynamique.
- La protection contre les percussions des petits corps sur le comportement de moteur.
- L'admission de l'air de refroidissement au radiateur.

La grille de calandre se dispose sur les véhicules soit en métal soit en polymères ou les deux en mixte

Au niveau de la SNVI et dans le Secteur 146/147 (usinage des pièces) nous utilisons le métal pour fabriquer une grille de calandre d'après les exigences du client principale de la SNVI qui est le MDN (Ministère de la Défense Nationale).

1. Etapes de fabrication d'une grille de calandre

Afin de réaliser la conception des produits et pouvoir transformer la tôle à des pièces précises, il faut passer par plusieurs étapes et opérations qui sont comme suit : [7]

1. *Cisaillage.*
2. *Poinçonnage et encochage.*
3. *Pliage.*
4. *Perçage.*
5. *Finition.*

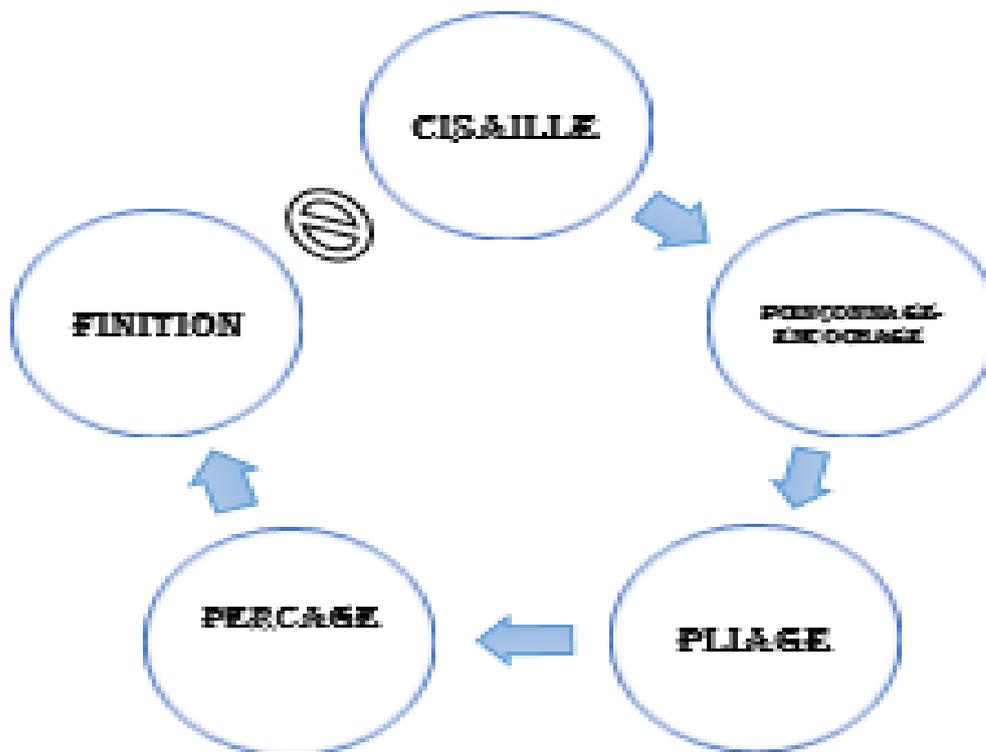


Figure III.1 Etapes de fabrication d'une grille de calandre

Mais avant de commencer ces procédés nous choisissons la tôle selon leur épaisseur et qualité. Pour l'épaisseur c'est « 1mm »/ pour la qualité « ZES ».

- **ZES** : Tôle en acier doux elle est décapée et laminée à froid en continu, ainsi qu'elle est définie dans les normes « **A. 36-404 / A. 36-304** et **A. 35-504** ».

En utilisant généralement la tôle ZES pour fabriquer les pièces extérieures de la cabine très visible, ainsi que l'emboutissage difficile.

Désignation :

- Bel aspect(**Z**).
- Emboutissage profond(**ES**).

III.1.1 Cisailage

Il existe notamment la cisaille guillotine, Figure III.2, qui est conçue pour couper de la tôle découpée par le phénomène de cisaillement.

Il s'agit de véritables machines, dont la conception s'apparente à celle des presses à découper. Leur bâti est d'une largeur importante, généralement en construction mécano-soudée et en col de cygne. Le coulisseau, dont la course est d'ailleurs très faible, porte la lame mobile et le presse-tôle (tampons), tandis que la table supporte la lame inférieure fixe et les organes qui serviront à recevoir et à guider la tôle.

La cisaille guillotine est l'instrument idéal pour le découpage des bandes et des flans a cotes rectilignes.

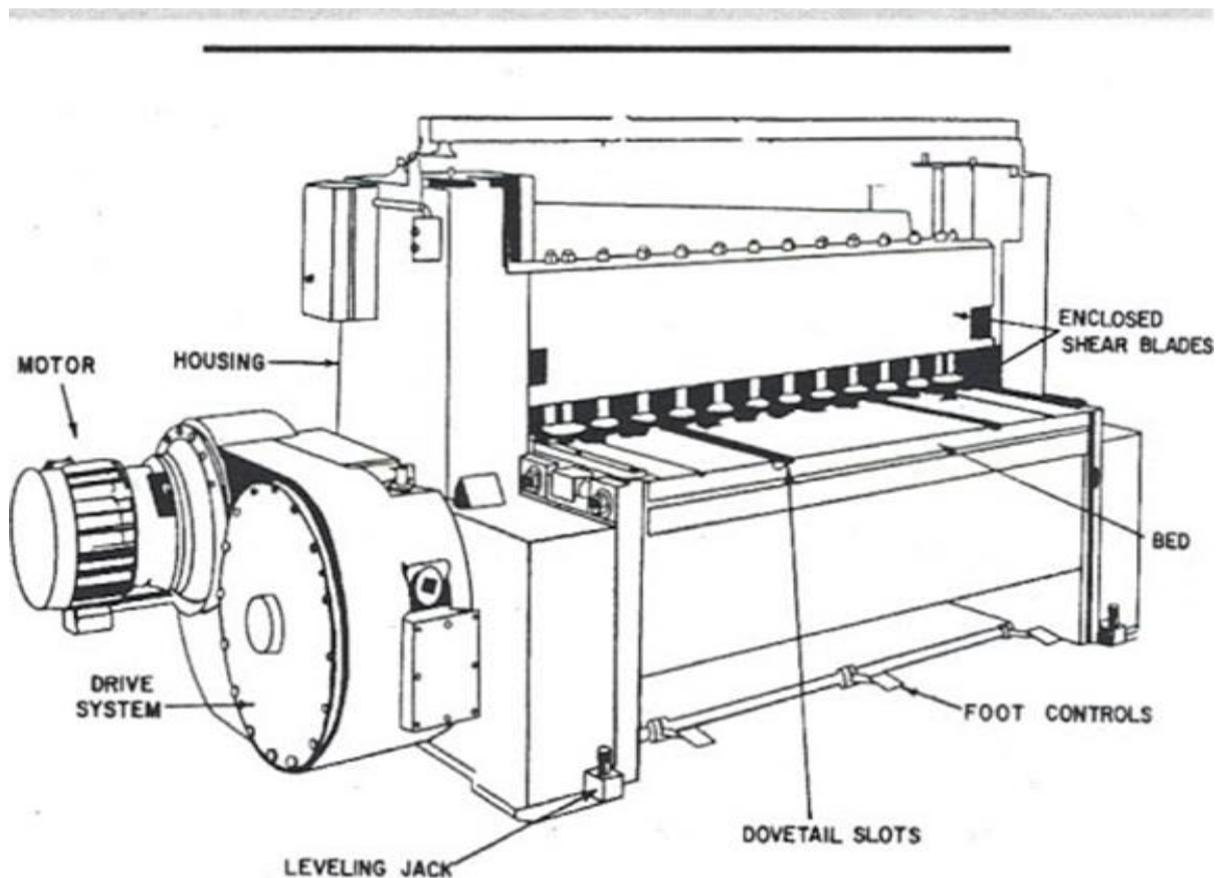


Figure III.2 Cisaille guillotine.

III.1.1.1 Principe

Le cisailage consiste en un déplacement relatif de deux lames suivant un plan parallèle, entraînant la rupture de la matière sous un effet de traction, Figure III.3

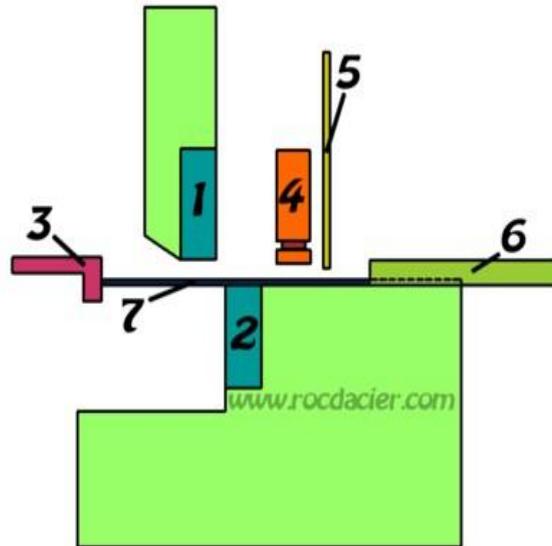


Figure III.3 Principe de cisailage.

1. Lame supérieure mobile
2. Lame inférieure fixe
3. Butée arrière réglable
4. Presse-tôle
5. Carter de protection
6. Butée latérale (empêche la tôle à pivoter)
7. Tôle à cisailier

Le mouvement vertical de la lame supérieure est assuré de chaque côté par deux bras de levier et son guidage par deux glissières en bronze réglables (les lames émoussées ou détériorées peuvent être inversées).

Chapitre III. Technique de la Conception d'une Grille de Calandre

Les machines moderne comportement des commandes de mouvement hydrauliques.

Pour fabriquer une grille de calandre en doit respecter les dimensions nécessaires. Nous avons une tôle de longueur égale à 2400 mm/largeur égal à 1500 mm et une épaisseur égale à 1 mm. Après le cisailage avec la cisaille guillotines on obtient 2PPF (deux pièce par faille) ces dimensions (705 × 1760) et une chute de (640 × 1500), Figure III.4.

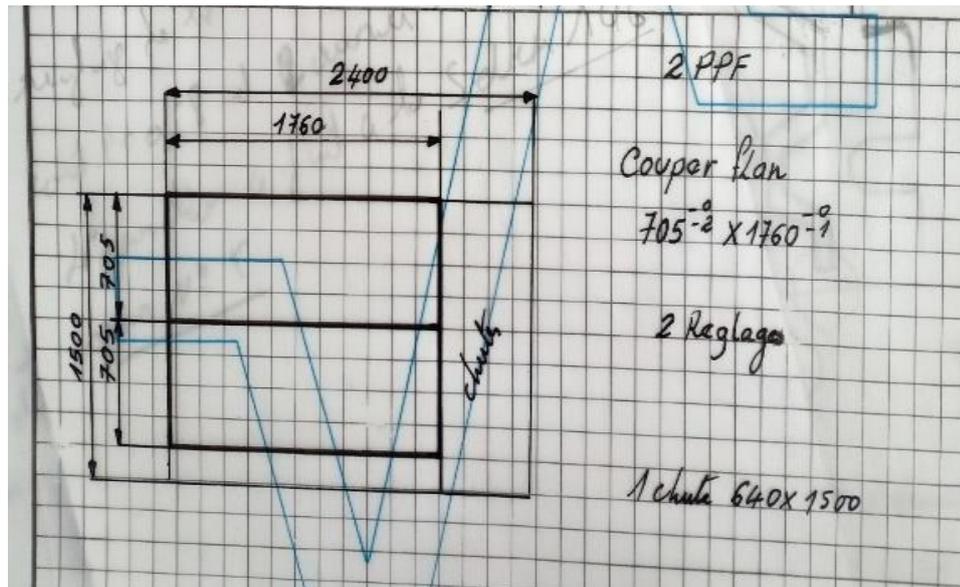


Figure III.4 Couper flan

III.1.1.2. Plusieurs paramètres conditionnent l'effort de cisailage F

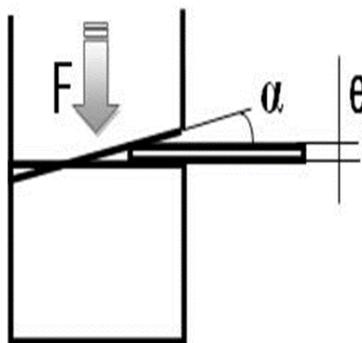


Figure III.5 Effort de cisailage.

III.1.1.3. Formule de calcul de l'effort de cisailage

$$F = \frac{Rg \times e^2}{2 \times \tan \alpha}$$

F : Effort de cisailage [dan]

Rg : Résistance au glissement [dan/mm²]

J : Jeu entre les lames [mm]

e : Epaisseur de la tôle [mm]

α : Angle d'attaque ou angle de coupe [°], Angle de tranchant [°]

III.1.1.4 Schéma du déroulement de la séquence

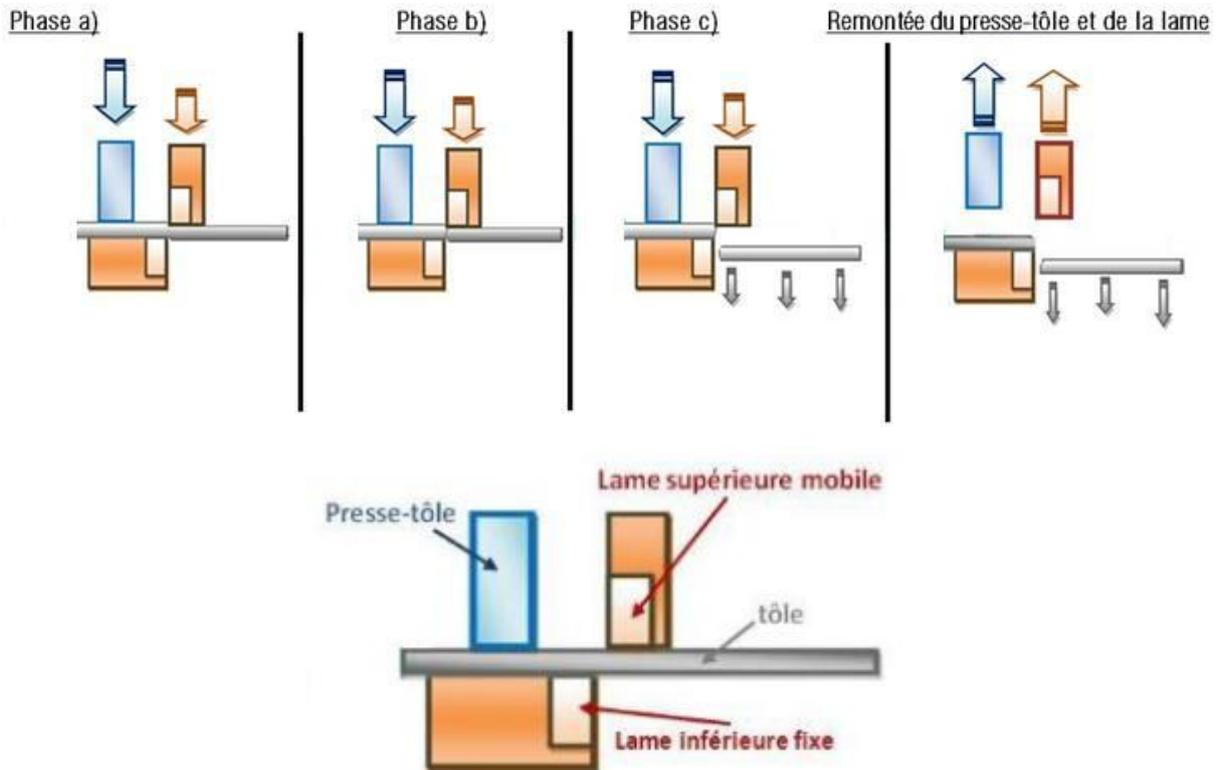


Figure III.6 Phases de cisaillement.

- **Phase (a) :**
Positionnement de la tôle, la lame supérieure et le presse-tôle sont en position haute.
- **Phase (b) :**
Le presse-tôle descend et serre la tôle contre la lame inférieure fixe.
- **Phase (c) :**
La lame supérieure mobile descend et cisaille la tôle.
- **Phase (d) :**
Le presse-tôle et la lame supérieure mobile remontent jusqu'à la position de départ.

III.1.2 Poinçonnage –Encochage

Le Poinçonnage c'est une opération semblable au découpage, mais l'on conserve la partie extérieure, le déchet étant le déboucheur. Il s'agit d'un cisailage sur un contour fermé effectué par un poinçon sur une matrice, Figure III.7.

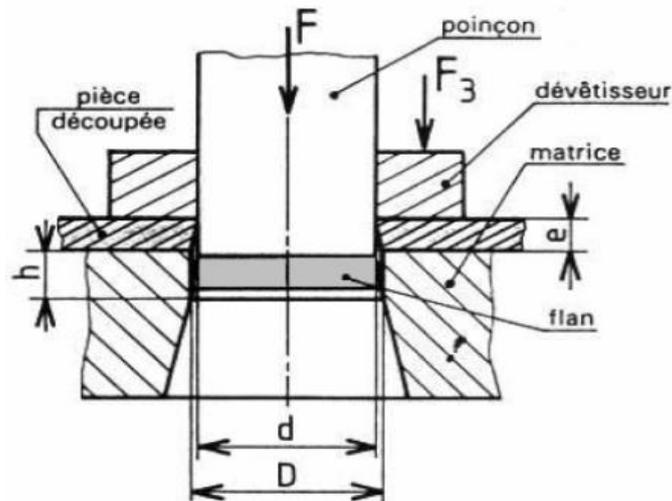


Figure III.7 Procédé de poinçonnage.

Le poinçonnage et l'encochage sont faits avec une presse hydraulique. Une presse hydraulique c'est une machine avec un circuit hydraulique qui fournit une grande force de compression, elle permet de transmettre un effort démultiplié et un déplacement, servant à écraser, déformer poinçonné et encocher une tôle on appelle cette machine une poinçonneuse.

Chapitre III. Technique de la Conception d'une Grille de Calandre

Le poinçonnage est un procédé de formage consistant à créer des trous ou des formes (contour fermé) dans une tôle au moyen d'un outil ou d'une matrice.

Les poinçonneuses sont généralement utilisées dans le cadre de procédés de découpage. Le poinçonnage mécanique permet de découper et de former une tôle placée entre un poinçon et une matrice.

On l'utilise généralement en Tôlerie Industrielle pour réaliser des trous et découper des flancs de formes complexes parfois non rectangulaires.

Les opérations de poinçonnage et encochage se fait sur une presse hydraulique de 1000tn « SPIERTZ », Figure III.8, avec un outil spécifique.



Figure III.8 Presse hydraulique « SPIERTZ ».

Chapitre III. Technique de la Conception d'une Grille de Calandre

Le poinçonnage et l'encochage sont réalisés en disposant la tôle entre le poinçon et la matrice permettant ainsi un enlèvement de matière. Cette opération fait en même temps avec un seul coup respectant les mesures correspondant sur la tôle (705mm 1760mm) on doit faire (18) ouverture de l'aire au milieu de la grille de calandre (370 mm 20mm), Figure III.9



Figure III.9 Poinçonner-Encocher.

La force à appliquer est calculée par la relation suivante :

$$F=P \times e \times R_c$$

Avec :

P : Périmètre découpé

e : Epaisseur de la tôle

R_c : Résistance au cisaillement du matériau.

III.1.3. Le pliage

La machine utilisée pour le pliage de métal en feuilles (presse plieuse). C'est dans le secteur de 147 que l'on rencontre souvent ce type de machine. Son principal rôle est de plier une fine et épaisse feuille de métal, d'où son nom « presse plieuse » de 120 tonnes, (largeur maxi 2,5 m), Figure III.10.



Figure III.10 Presse plieuse Colly.

Cette dernière est principalement constituée d'une matrice en forme de "U", que l'on appelle le "Vé", d'un poinçon qui contre la matrice et appelé "lame".

Il se peut aussi que la matrice soit en V ou dans une forme qui va permettre d'obtenir le profil du pliage recherché.

Une fois après avoir choisis l'outillage il suffit de lire sur l'abaque, Figure III.11 :

Tôle épaisseur 1 mm **e** : épaisseur de la tôle en millimètres

V : 8 mm **V** : ouverture du vé (6 à 8 fois l'épaisseur de la tôle jusqu'à 3 mm)

F : 8t/m **F** : force en tonnes par mètre.

V	D	R	Epaisseurs de toles en mm																					
6	4,5	1	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	12	15	18	20
8	6	1,3	3	7	11																			
10	7	1,7	5	8	12	17																		
12	8,5	2	7	10	15	22																		
16	11,5	2,7	9	13	18	26																		
20	14,5	3,3	11	13	17	21	30																	
25	18	4,2	11	13	17	21	30	33																
30	22	5	14	17	24	33	36	42																
32	23	5,4	18	20	25	36	42	48																
35	25	5,8	24	27	34	42	48	54																
40	29	6,7	27	31	39	48	54	62																
45	32	7,5	28	32	40	48	54	62																
50	36	8,3	30	34	42	48	54	62																
60	43	10	37	42	50	58	65	72																
70	50	11,5	40	45	54	62	70	77																
80	57	13,5	48	54	62	70	77	84																
90	64	15	54	60	68	75	84	90																
100	71	17	60	67	75	84	90	98																
130	93	22	75	84	98	110	120	130																
180	130	30	116	127	150	167	180	200																
200	145	33	122	134	150	167	180	200																
250	180	42	150	167	180	200	222	250																

Force nécessaire en tonnes pour un mètre de plioge
tole R=42/48 kg mm²
plioge "en l'air"

= plioges recommandés

Pour toles de resistances differentes
appliquer une regle proportionnelle

Figure III.11 Abaque de pliage en frappe de type Colly.

Chapitre III. Technique de la Conception d'une Grille de Calandre

La force **F** donne par l'abaque et en tonnes par mètre (t/m) .il faut utiliser la formule suivant :

$$\text{Longueur de pli (en mm)} \times F.$$

Au début de la manœuvre on serre d'abord la tôle entre deux mâchoires dont la supérieure est mobile, on fait ensuite descendre la lame (poinçon) pontée sur le coulisseau en appliquant un effort sur la table porte Vé (contre lame) ce qui produit un pliage en frappe de la tôle autour de la mâchoire supérieure la tôle extérieure au pli s'étire tandis que la partie intérieure au pli se comprime, il en résulte des variations de dimension de la tôle.

Lors de la conception de la pièce il faut déterminer les dimensions de la tôle avant pliage pour atteindre les dimensions visées (celles cotées sur le plan), Figure III.12. On doit faire 12 plis sur la tôle respectant la cote, la pièce devienne comme se démontre sur la, Figure III.13.

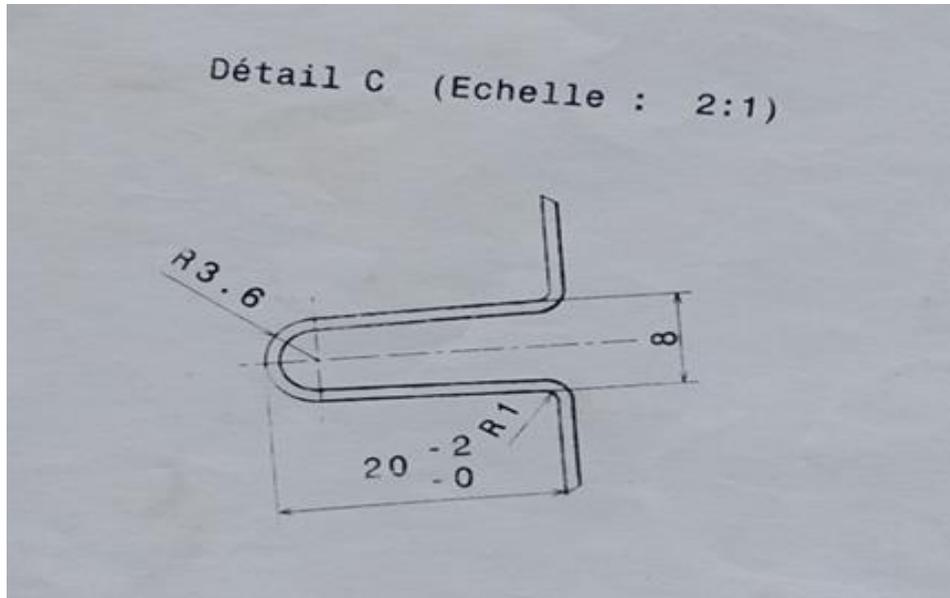


Figure III.12 Cotes dimensionnels.

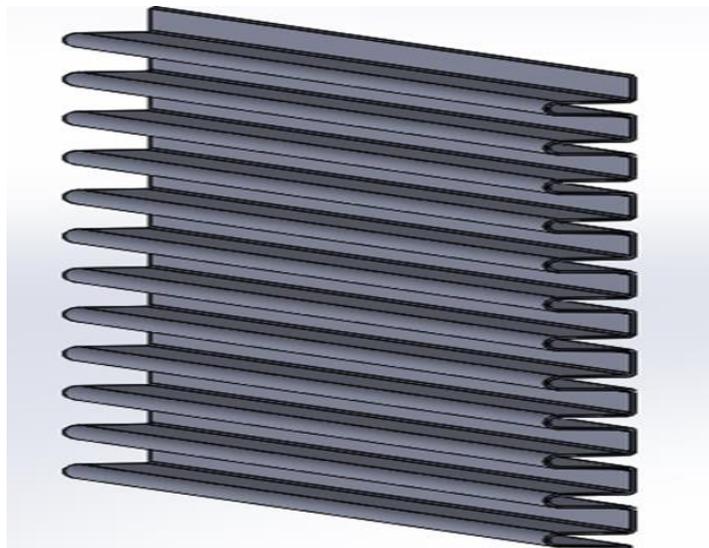
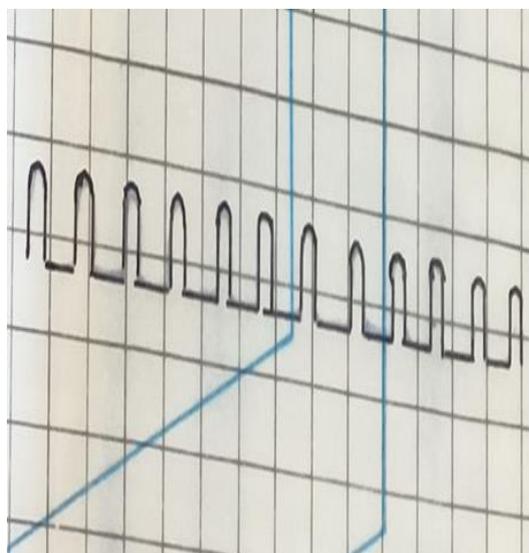


Figure III.13 Pièce pliée.

III.1.4 Perçage

C'est une opération qui nécessite une machine perceuse Universal (Perceuse radiale VO70 de WEILER), Figure III.14, et un outil de perçage (foret).



Figure III.14 Perceuse radiale VO70 de WEILER.

L'opération se fait avec un gabarit de perçage précise on va percer quatre trous de diamètre (4,5 Ø) sur la tôle en utilisant le foret (4,5 Ø), voir Figure III.15.

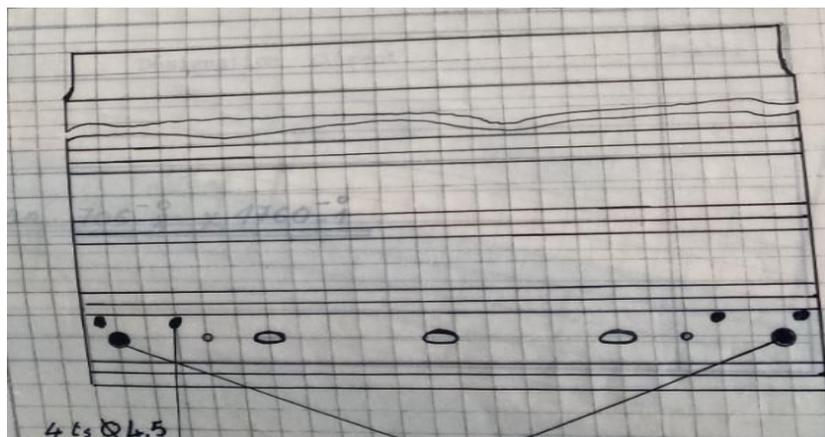


Figure III.15 Perçage de la tôle.

III.1.5. Finition

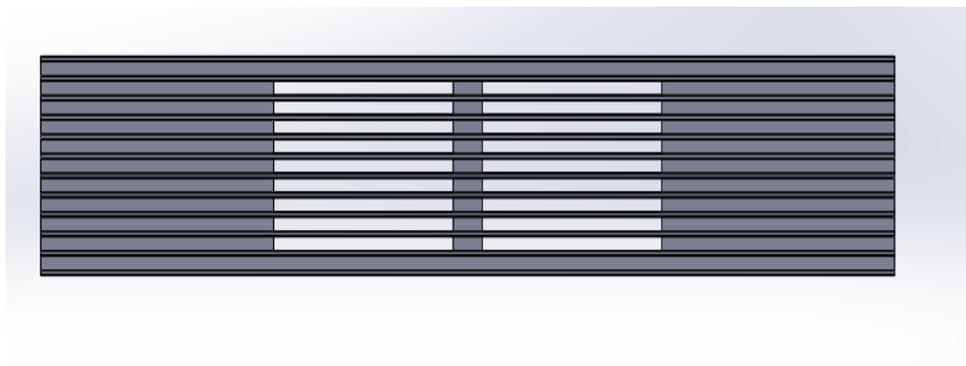
À la fin avant la livraison de la grille de calandre on va faire d'abord l'opération de la finition supérieure et inférieure des sections coupées et ça avec meule pneumatique et disque abrasif fin, après en destiné à l'atelier d'assemblage.

➤ La réalisation de la grille de calandre avec SOLIDWORKS

a)



b)



c)



d)

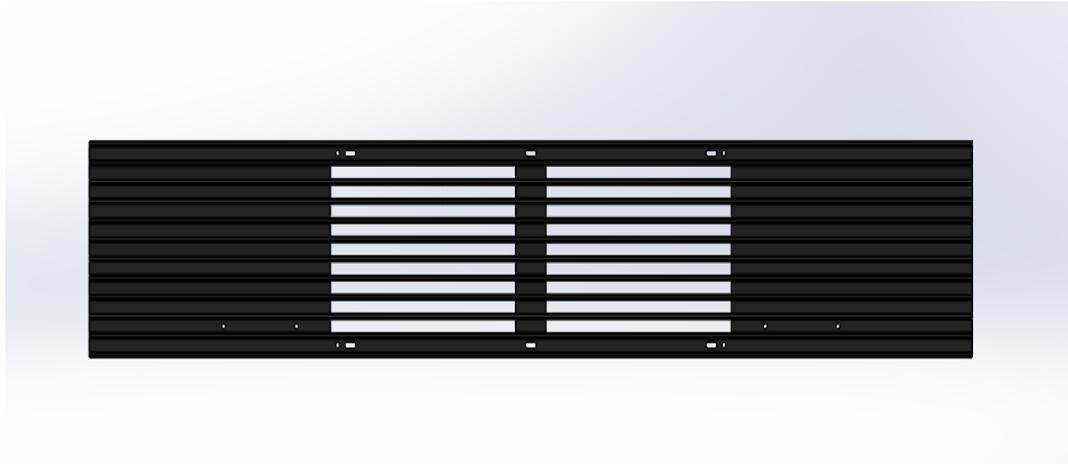


Figure III.16(a, b, c, d) Conception de la grille de calandre par (SOLIDWORKS 2013)

Conclusion

Après la description du procédé de fabrication d'une grille de calandre on conclue que malgré la solidité et la répétabilité de la grille de calandre métallique (redressé, ressoudé, repeinte) sa fabrication elle est compliquée et couteuse et ça demande des grande machines et moyens de fabrication ainsi que les possibilités de forme en désigne limité en métal.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Ce projet de fin d'études a porté sur l'étude et conception de la grille de calandre pour le camion. La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer. Le logiciel SolidWorks a été utilisé pour la conception dans cette étude. Il est toujours nécessaire, dans toute conception de produit industriel, de choisir les procédés utilisés pour sa réalisation ainsi que le choix de matériau dans lequel l'objet sera réalisé.

La calandre joue effectivement un rôle plus esthétique, sa forme est souvent déterminante dans le look et les designers aiment jouer avec. Sa matière et sa couleur également, à l'instar de la baguette latérale ou de la coque de rétroviseur, constituent des éléments indicatifs du niveau de finition : plastique, métal, noir ou couleur, chrome...

Le rôle de la calandre est aujourd'hui moins important car le refroidissement est majoritairement assuré par d'autres éléments. Elle peut donc être absente ou avoir une taille réduite au minimum. Mais son caractère décoratif fait que la plupart du temps elle est tout de même conservée sur la face avant d'un véhicule.

Cette période de fin de stage, nous a permis de découvrir avec satisfaction que nous venons de mettre en application des connaissances acquises lors de notre stage théorique. Nous avons découvert que la pratique est un complément à toutes les stages théorique, ceci nous a permis d'apporter un plus à nos connaissances, puis nous a permis également que faire l'étude et conception selon le travail du Bureau d'Etude, Analyser la fabrication selon le travail du Bureau de Méthode.

Finalement, nous espérons que notre étude soit constructive et intéressante afin que d'autres stagiaires puissent l'exploiter.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- [1] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Calandre_\(automobile\)#Conception](https://fr.wikipedia.org/wiki/Calandre_(automobile)#Conception),17/05/2021.
- [2] QUERCY A ., Travail des métaux en feuilles tome 1, Découpe, emboutissage, Paris, Fabrication Mécanique, Métaux en feuilles, 288.
- [3] GARA s ., Livre de procédés d’usinage, Ellipses, Paris , 229, 2014 .
- [4] CHABANE., ZIAD B., Etude et conception d’un outil poinçonnage et détournage, Master Génie Mécanique, Fabrication Mécanique et Productique, 136, 2018.
- [5] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Pliage#Pliage_du_métal_\(Chaudronnerie_et_carrosserie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pliage#Pliage_du_métal_(Chaudronnerie_et_carrosserie)), 25/05/2021.