

Chapitre III :

Métaux en Feuilles

1. Définitions

Un métal en feuille est une pièce métallique, dont la géométrie respecte les deux conditions suivantes:

$$e \leq 10 \text{ mm} \quad \text{et} \quad e \leq 10 \times l \quad e : \text{épaisseur de la tôle} \quad l : \text{plus grande longueur de tôle}$$

2. Le cisailage

2.1 Définition

Le cisailage est la séparation totale ou partielle d'un élément métallique à l'aide de deux lames dont l'une au moins est mobile.

2.2. Principe

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

La lame poursuivant sa course provoque la rupture de la plaque. L'angle β ainsi que la profondeur de décohésion varient suivant la nuance du métal et son état.

Exemple : $\beta = 4^\circ$ pour les aciers durs et $\beta = 6^\circ$ pour les aciers doux.

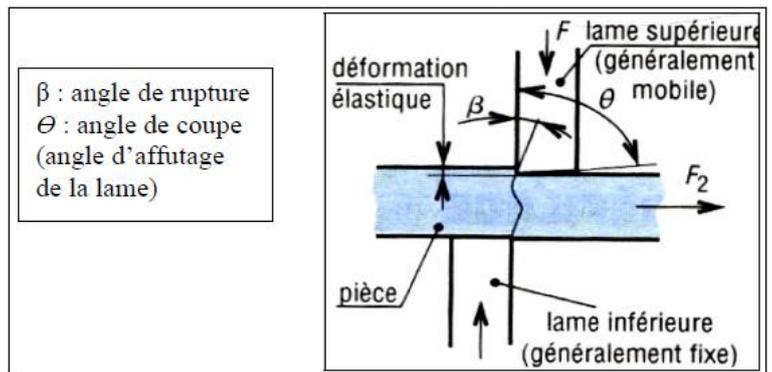


Figure 1. Cisailage des tôles

2.3. Différentes méthodes de cisailage

Les principales machines universelles de cisailages sont :

* Cisaille à lame parallèle. / * Cisaille à lame oblique. / * Cisaille à lame circulaire.

a- Cisaille à lames parallèles

Le cisailage à lames parallèles permet de cisailer simultanément toute la longueur de la tôle pour cette raison il faut que $L_1 < L_2$. La coupe est généralement rectiligne et l'effort nécessaire à la coupe est important.

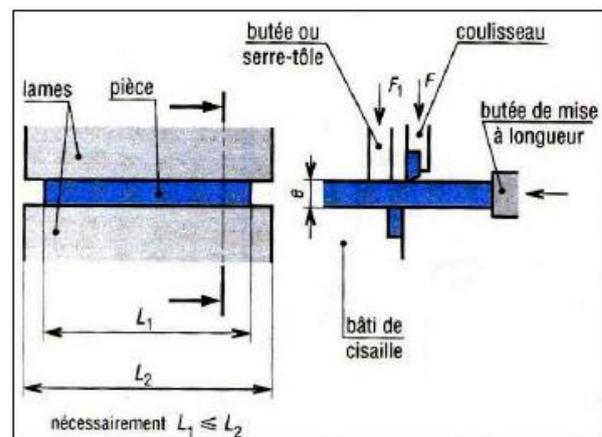


Figure 2. Cisaille à lames parallèles

b- Cisaille à lames obliques

Dans ce cas la lame supérieure fait un angle α avec la lame inférieure, qui reste constant au cours de la coupe. La lame mobile se déplace entre deux positions extrêmes : le point mort haut (PMH) et le point mort bas (PMB). La longueur découpée pour une course complète de la lame est L pour découper toute la tôle, il faut faire progresser la plaque suivant P.

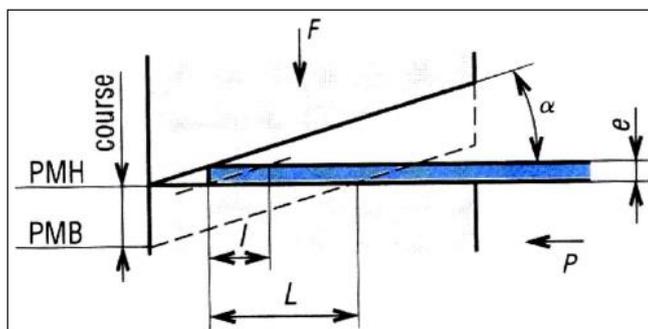


Figure 3. Cisailles à lames obliques

Il existe deux types de cisailles obliques :

* Les cisailles à lames longues : ce sont les cisailles guillotines, l'angle de prise α est entre 2° et 6° . Leur longueur est entre 1m à 5m. (coupes rectilignes)

* Les cisailles à lames courtes : la longueur des lames est généralement comprise entre 180 mm et 300 mm L'angle de prise est entre 10° à 20° . (Coupes curvilignes par une succession des petits coups rectilignes)

c- Cisaille à lames circulaires

Le cisailage est effectué par deux lames circulaires rotatives et motrices. Les axes des lames peuvent être parallèles au plan de coupe : c'est le cas idéal pour le cisailage rectiligne, comme ils peuvent être inclinés par rapport au plan de coupe. Ce cas est idéal pour le cisailage curviligne. Pour limiter les déformations, on a intérêt à diminuer e : hauteur de recouvrement des lames.

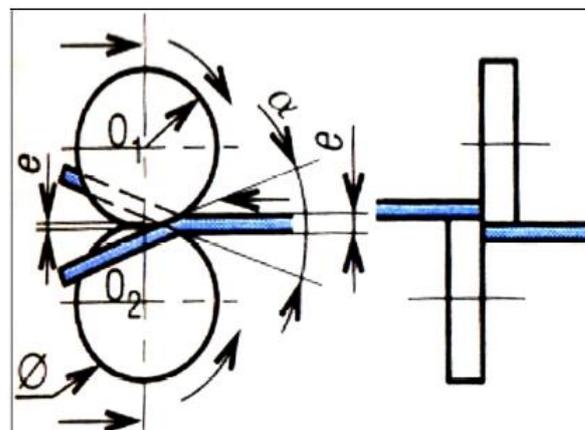


Figure 4. Cisaille à lames circulaires

3. Poinçonnage – Découpage

3.1. Principe

Le découpage à froid consiste à détacher par cisaillement un contour donné d'un produit plat (tôle), l'opération se fait sur une presse par l'intermédiaire d'un outil dont les parties travaillantes (arêtes de coupe) sont le poinçon et la matrice qui glissent l'une par rapport à l'autre. L'élément de tôle détaché est appelé le flanc ou la débouchure.

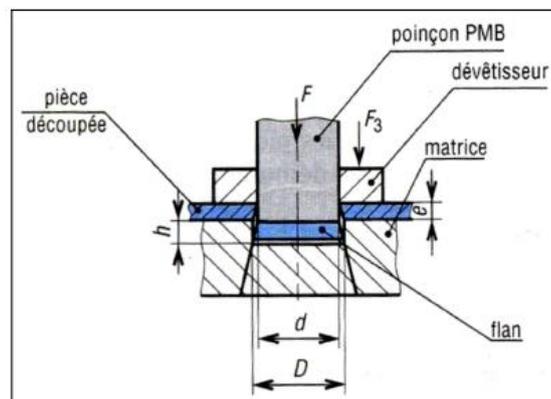
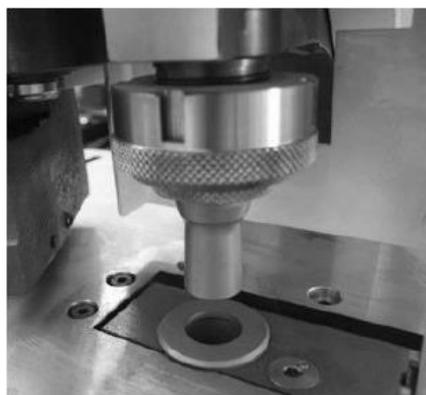
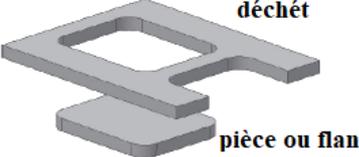
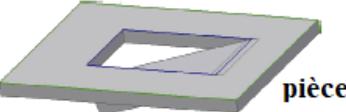
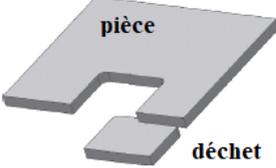
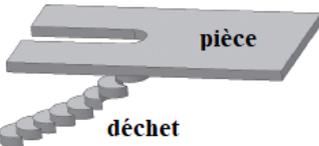
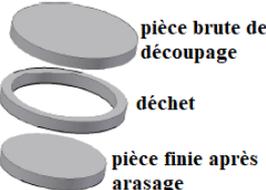


Figure 5. Outillage classique de poinçonnage

3.2. Désignation des opérations de découpage

<p>Poinçonnage : trous de petit diamètre, le déchet est appelé débouchure.</p>	
<p>Découpage : le produit obtenu est un flanc (récupéré pour emboutissage ou pliage).</p>	
<p>Crevage : découpage partiel.</p>	
<p>Encochage : découpage débouchant sur un contour.</p>	
<p>Grignotage : poinçonnage partiel par déplacement progressif de la pièce ou du poinçon entre chaque frappe.</p>	
<p>Arasage : découpage en reprise (précision de côtes et d'états de surface).</p>	
<p>Détourage : finition d'un contour déjà ébauché, modifié au cours d'une déformation.</p>	

3.3. Jeu entre matrice et poinçon

Il existe un jeu entre matrice poinçon qui sert à diminuer l'effort de poinçonnage et l'écrouissage de la zone poinçonnée.

Il faut choisir un jeu convenable entre la matrice et le poinçon : $j = D - d$.

$j = 0,1$ e pour l'aluminium

$j = 0,07$ e pour l'acier dur

$j = 0,06$ e pour l'acier mi - dur

$j = 0,05$ e pour l'acier doux, laiton et cuivre

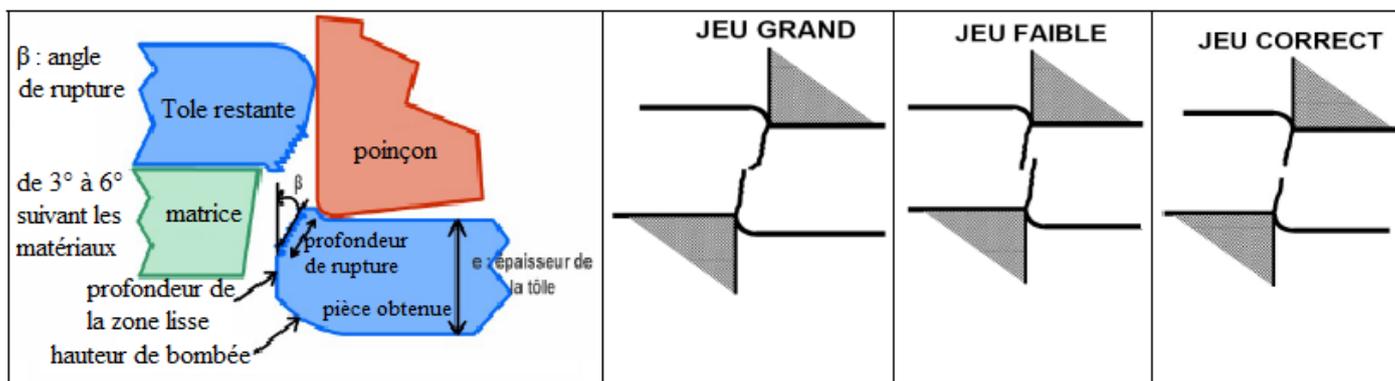


Figure 6. Jeu entre matrice et poinçon

4. Emboutissage

4.1. Principe

L'emboutissage est un procédé de formage par déformation plastique à froid des métaux (tôle). Il transforme une feuille appelée flan en une surface généralement non développable. Il est effectué sur une presse au moyen d'un outillage qui comprend deux pièces principales : le poinçon et la matrice (figure 7).

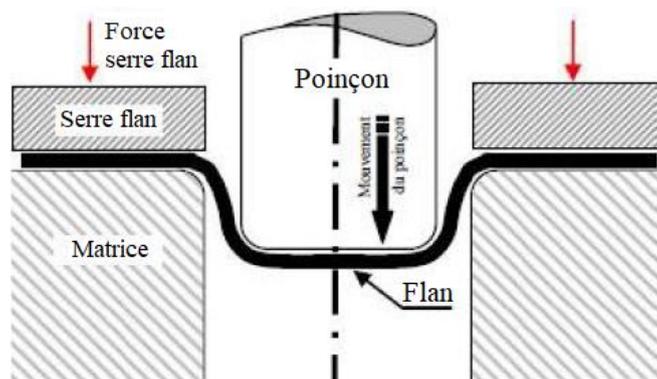


Figure 7. Plan schématique d'un outillage d'emboutissage.

4.2. Procédés d'emboutissage

Il existe deux procédés d'emboutissage suivant la forme de pièce à obtenir.

4.2.1. Emboutissage en expansion

Si la pièce a une forme complexe mais de faible profondeur on peut bloquer le flanc entre serre flan et matrice. La tôle ne se déforme alors que sur le poinçon en s'allongeant dans une ou plusieurs directions et en s'amincissant, nous disons que nous travaillons en expansion (Figure 8).

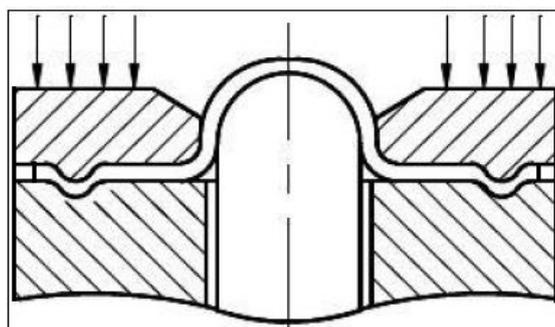


Figure 8. Emboutissage en expansion

4.2.2. Emboutissage en rétreint

Si la pièce a une forme cylindrique droite (base circulaire ou quelconque) de forte profondeur on laisse glisser le flan entre serre-flan et matrice, la déformation sur le poinçon est limitée aux rayons de poinçon, la majeure partie de la déformation se fait par rétrécissement sur la matrice, c'est l'emboutissage en rétreint

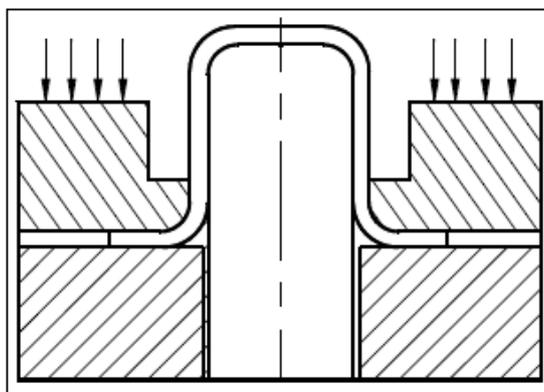


Figure 9. Emboutissage en rétreint

4.3. Différents types d'emboutissages

4.3.1. Emboutissage à froid

Il est réalisé sur des presses mécaniques. L'emboutissage à froid est réservé aux matériaux d'épaisseur inférieure à 6mm (aluminium, aciers inoxydables, laiton, aciers doux (0.2% C max), cette procédé impose, sauf rares exceptions, un outillage double effet. Les emboutis peu profonds ou ne nécessitant pas d'importants efforts de serrage, sont exécutés sur des presses double effet. Le serre-flan applique la tôle sur la matrice pendant toute la durée du travail du poinçon, l'opération terminée, la pièce est dégagée soit à l'aide de l'éjecteur, soit au travers de la matrice (figure 10).

4.3.2. Emboutissage à chaud

Il est réalisé exclusivement sur presses hydrauliques. Il est réservé aux matériaux peu ductiles (magnésium, titane, zinc,...), aux emboutissages profonds, et aux tôles de forte épaisseur nécessitant de grands efforts (épaisseur supérieure à 7 mm pour l'acier). Les cadences de production sont inférieures et les aspects de surface sont moins bons, vis-à-vis de l'emboutissage à froid (figure 11).



Figure 10. Exemple d'emboutissage à froid



Figure 11. Exemple d'emboutissage à chaud

5. Pliage

Le pliage est un procédé de formage par déformation plastique permettant d'obtenir, à partir d'une tôle, une pièce développable. Il est effectué par une ou plusieurs opérations successives sous l'action d'une force exercée sur la pièce. Le pliage peut être réalisé sur une presse plieuse en utilisant un poinçon et une matrice (figure 12 a) ou par rotation d'un outil pivotant ou (figure 12 b).

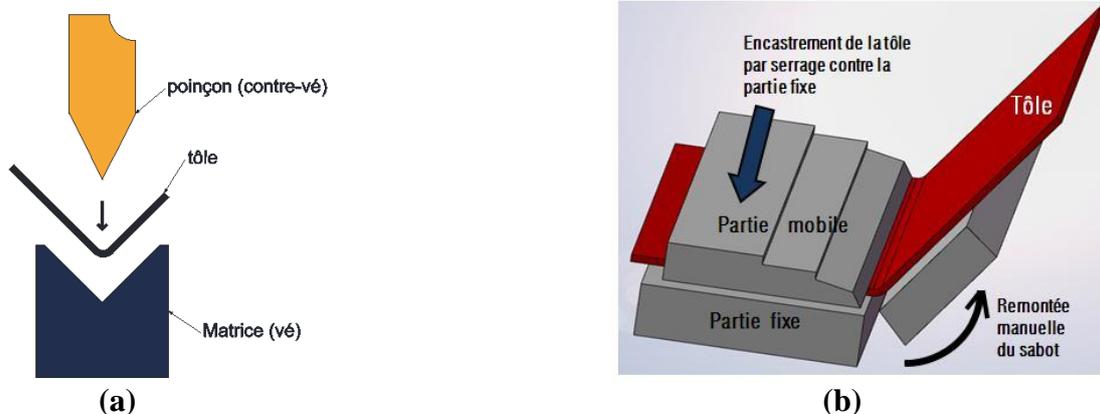


Figure 12. Procédés de pliage : (a) pliage par rotation d'un outil pivotant, (b) pliage sur presse plieuse.

6. Le cintrage – Le roulage

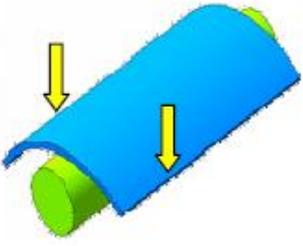
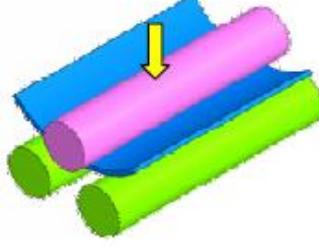
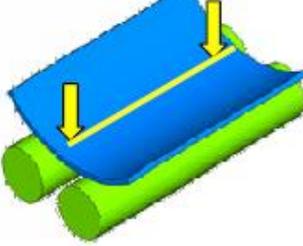
I.5.1 Définition

Cintrer une tôle c'est lui donner, partiellement ou totalement une forme cylindrique ou conique.

I.5.2 Principe

Le cintrage des tôles s'obtient par un effort de flexion provoqué :

- Par pression (à la main ou à la machine)
- Par chocs (au marteau ou au maillet)

Par pression		Par chocs
		

Cintrer une tôle c'est lui donner, partiellement ou totalement une forme cylindrique ou conique qui peut être :

Ouvert (cintrage)	Fermé (roulage)
