

Préparé par Dr ROUABHI Youcef

Formage des produits plats

1. Généralités

Le pliage, le cintrage et le profilage sont des procédés fréquemment utilisés pour la fabrication des produits, tels que les poteaux d'éclairage, les fenêtres voutées, les gouttières, toitures, boîtes, éléments structuraux de la charpente métallique ...

Ces procédés représentent réellement une déformation plastique à froid qui induit un durcissement du métal par l'effet du phénomène de flexion, qui reflète un allongement permanent à l'extrados de la pièce et un raccourcissement à l'intrados pour épouser la géométrie voulue.

2. Le pliage

Le pliage est une déformation permanente effectuée à froid, qui consiste à donner à une pièce, telle que tôle, barre, tube ou profilé une forme de ligne brisée. Il est effectué par une ou plusieurs opérations successives sous l'action d'une force exercée sur la pièce. Voir les figure 1 et figure 2.

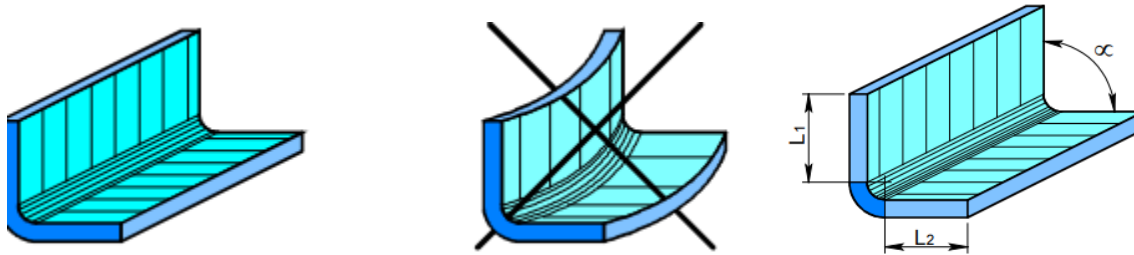


Figure 1. Forme du pli

Les deux plans de la tôle qui forme un angle α que l'on appelle angle dièdre. Les longueurs L_1 et L_2 qui portent le nom de parties droites.

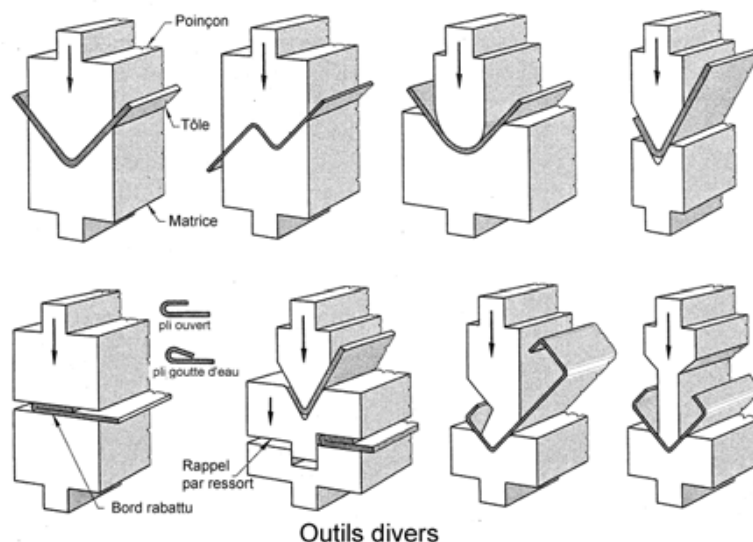


Fig. 2 Différents types de pliages

Le pliage permet d'obtenir des déformations plastiques localisées (figure 3) d'un flan préalablement découpé.

Préparé par Dr ROUABHI Youcef

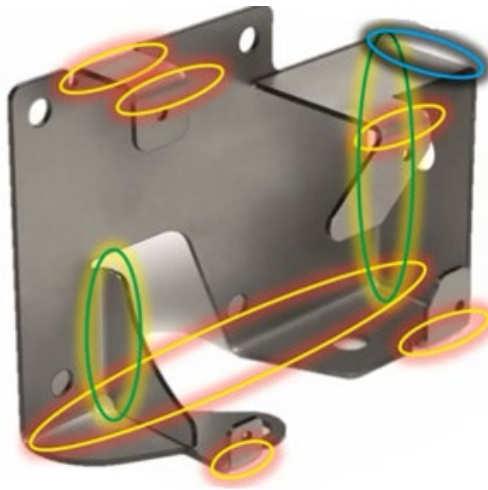


Figure 3. Déformations plastiques localisées

Dans le cas du pliage d'une tôle d'épaisseur e , l'allongement est donné par :

$$A = \frac{e}{2R} + e$$

Les conditions critiques (risque de fissuration) sont atteintes lorsque le rayon de pliage est trop faible. En théorie, le rayon critique de pliage est :

$$R_c = \frac{e}{2} \left[\frac{1 - A\%}{A\%} \right]$$

On se rapprochant de cette valeur théorique pour des tôles épaisses (jusqu'à 8mm), des rayons de courbure doivent être plus faibles vu la structure du matériau et l'état de contraintes en question.

L'outillage utilisé dans le procédé du pliage se constitue généralement de presses hydrauliques avec différents poinçons et matrices figure4.

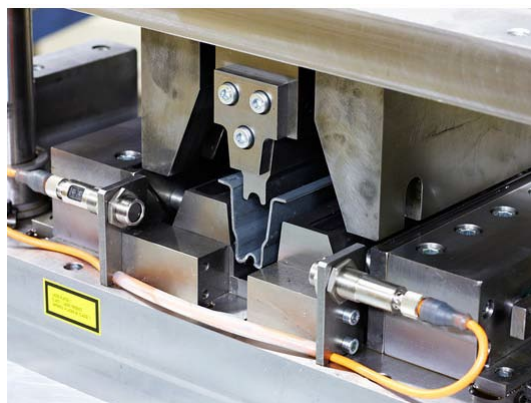


Fig. 4 Représentation de l'outillage du pliage

2.1 Techniques de formage des produits plats

- **Pliage** : Un outil courbe (une matrice) appuie sur la tôle pour la plier selon un angle défini. Le résultat est une pièce avec un pli.
- **Roulage** : Un processus utilisé pour créer des formes cylindriques ou coniques en faisant passer la tôle entre des rouleaux wholed-out.

Préparé par Dr ROUABHI Youcef

- **Cisailage** : Une technique qui consiste à couper la matière en utilisant deux lames qui glissent l'une contre l'autre, comme des ciseaux, pour séparer la tôle en plusieurs morceaux.
- **Poinçonnage** : Utilise un poinçon et une matrice pour créer des trous dans la tôle, créant des ouvertures de différentes formes et tailles.
- **Emboutissage** : Permet de déformer des tôles pour former des objets tridimensionnels, comme des pièces automobiles ou des ustensiles de cuisine.

3. Le cintrage

Le cintrage représente une déformation à froid, il consiste à donner à un profilé allongé (tube ou barre) une forme courbée ou fléchie en arc, suivant un rayon et un angle donnés. Cette opération est effectuée avec une cintrouse soit manuelle ou industrielle figure 5.

On peut effectuer plusieurs petits pliages rapprochés les uns des autres pour obtenir un cintrage rapproché de la forme voulue.

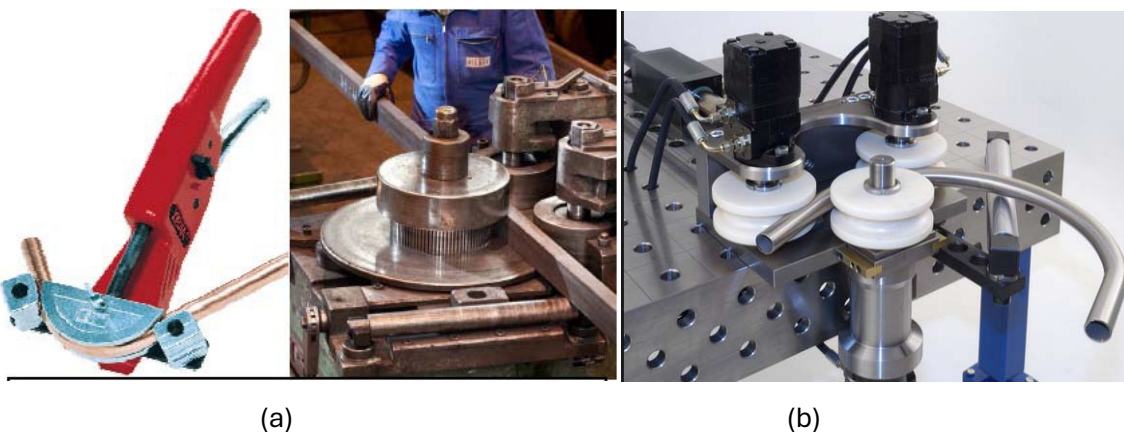


Fig.5 Procédé de cintrage : (a) Cintrouse manuelle, (b) Cintrouse industrielle

4. Profilage à froid

Le profilage consiste à introduire une tôle plane (feuillard) entre deux galets tournants d'une machine à profiler. La tôle va subir des déformations progressives qui l'amènent à la forme finale désirée sans modification dans son épaisseur initiale figure 6.

Ce procédé est adapté à la production de pièces en grandes séries. Ainsi, on peut avoir des profilés de longueur non limitée dans un cadre temporaire très réduit.



Fig. 6 Procédé de profilage

5. Formage incrémental

Le formage incrémental nous permet de réaliser des formes creuses à partir d'une tôle avec ou sans matrice. Dans une machine à commandes numériques, l'outil se déplace selon une trajectoire de façon à déformer la tôle en prenant la forme extérieure du gabarit (matrice) tournant dans le mandrin, voir la figure 7.

Alors l'outil génère une force suffisante pour plaquer la tôle contre le gabarit de forme placé dans le mandrin en une seule passe de l'outil.

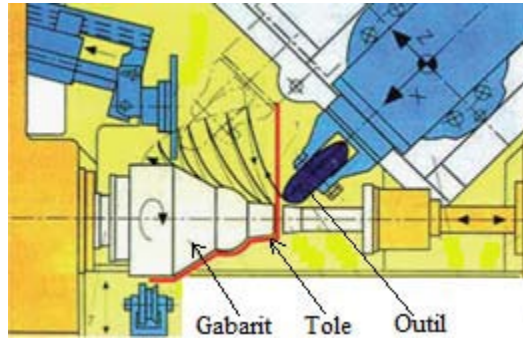


Fig. 7 Formage incrémental sur machine à commande numérique

En l'absence de matrice ou de support, il est possible de produire des formes creuses en imposant à l'outil une trajectoire spirale descendante figure 8. Il est à noter que le formage incrémental n'est pas largement utilisé dans l'industrie du fait qu'il est encore en développement et que le coût d'acquisition d'un équipement à commande numérique est très élevé.

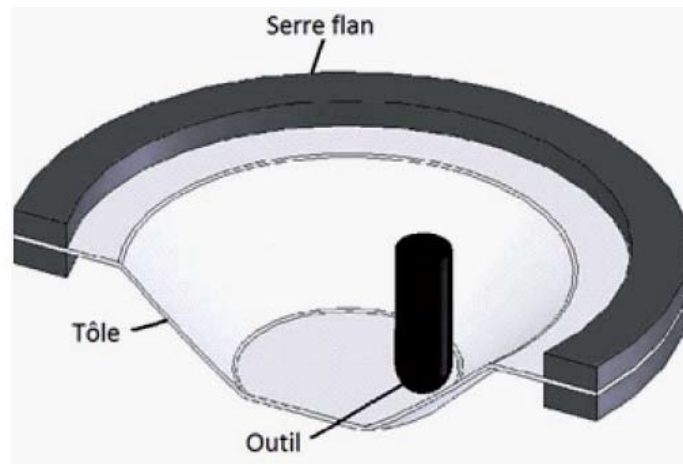


Fig. 8 Représentation du formage incrémental sans gabarit