

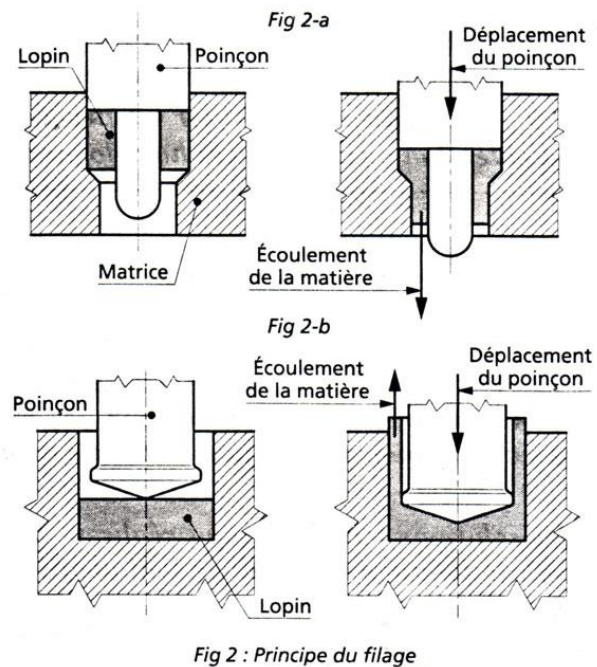
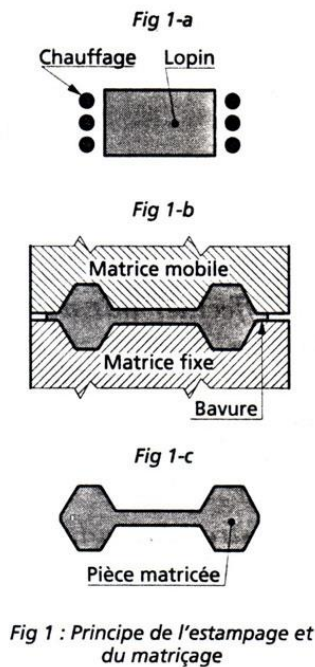
I - FORMAGE DES PIÈCES MÉTALLIQUES

Le formage est un procédé d'obtention de pièces, mis en œuvre par des actions mécaniques appliquées à la matière. Les procédés de formage sont relativement nombreux et ils se différencient par le type d'action mécanique.

1.1 - Estampage – matriçage

Un lopin de matière (*fig. 1-a*) est chauffé, puis déformé entre deux matrices (*fig. 1-b*), portant des empreintes de la forme désirée. La déformation du lopin se fait par pression, ou par chocs. Après l'ouverture des matrices et l'éjection de la pièce (*fig. 1-c*), subsiste une bavure, due au surplus de matière. Un ébavurage est donc nécessaire.

L'**estampage** désigne le forgeage des aciers et le **matriçage** désigne le forgeage des métaux non ferreux.



1.2 - Filage

Un poinçon (*fig. 2*) comprime un lopin placé dans la matrice. La matière est amenée à occuper le volume entre la matrice et le poinçon.

On rencontre deux cas :

- **filage direct** (*fig. 2-a*) : la matière s'écoule suivant le sens du déplacement du poinçon ;
- **filage indirect** ou **extrusion** (*fig. 2-b*) : la matière s'écoule suivant le sens inverse du déplacement du poinçon.

1.3 - Emboutissage et repoussage

Le procédé d'emboutissage (*fig. 3*) permet d'obtenir des pièces creuses, à partir d'un flan découpé dans une feuille. Le poinçon appuie sur le flan qui se déforme et épouse les formes de la matrice. Un serre-flan permet d'éviter la formation de plis que la matière a tendance à produire lors de son déplacement radial.

Le procédé de repoussage (*fig. 4*) permet d'obtenir des pièces de révolution creuses, de formes ouvertes et d'épaisseur pratiquement constante, à partir d'un flan découpé dans une feuille. La forme de la pièce s'obtient à partir d'un mandrin animé d'un mouvement de rotation et d'une molette. Ce procédé s'applique seulement aux pièces de révolution de petite série.

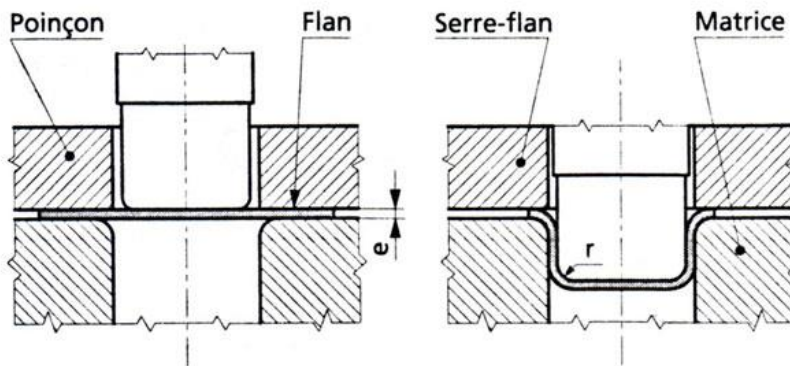


Fig 3 : Principe de l'emboutissage

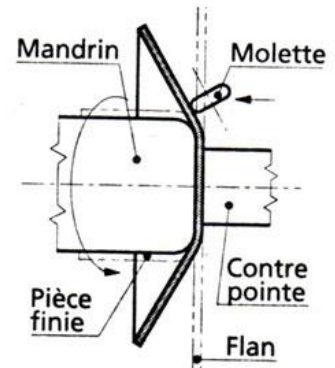


Fig 4 : Principe du repoussage

1.4 - Pliage

Le procédé de pliage permet d'obtenir, sous l'action d'un poinçon, des plis rectilignes sur des pièces développables (*fig. 5*). Dans la zone de pliage, les fibres extérieures s'allongent et les fibres intérieures se raccourcissent. Une fibre dite « neutre » ne subit aucune variation de longueur.

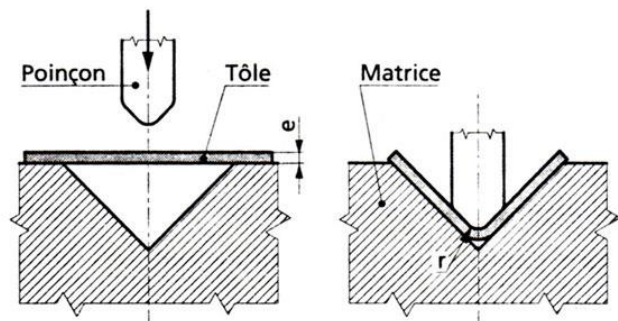


Fig 5 : Principe du pliage

Ce procédé a l'avantage d'utiliser un outillage simple mais la longueur du pli est limitée par la longueur de la machine.

1.5 - Fluotournage

Le fluotournage est un procédé d'obtention de forme qui s'apparente au repoussage. Le glan est monté sur un mandrin (*fig. 6*) animé d'un mouvement de rotation et la molette plaque la matière sur le mandrin. La matière se déforme suivant un glissement axial sous la pression de la molette.

On rencontre deux cas :

- le **filage direct** (*fig. 6-a*) : la matière s'écoule suivant le sens du déplacement de la molette ;
- l'**extrusion** (*fig. 6-b*) : la matière s'écoule suivant le sens inverse du déplacement de la molette.

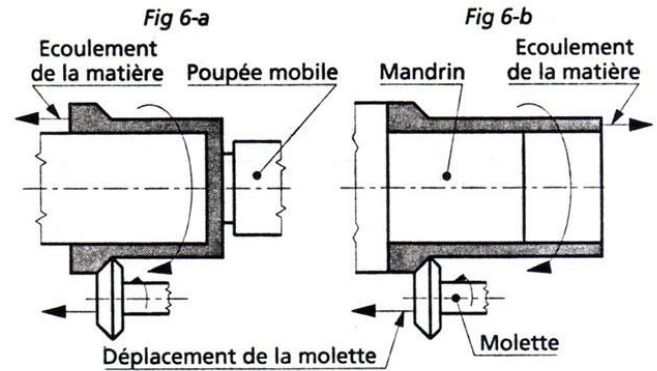


Fig 6 : Principe du fluotournage

1.6 - Cisailage

Le cisailage est un procédé qui consiste à découper une tôle à l'aide d'une lame rectiligne fixe et d'une lame rectiligne mobile (*fig. 8*). Une tôle, positionnée par une butée réglable, est maintenue par un presse-tôle. Le déplacement de la lame mobile provoque un cisaillement des fibres jusqu'à la rupture. Un jeu entre les lames favorise la rupture de la tôle.

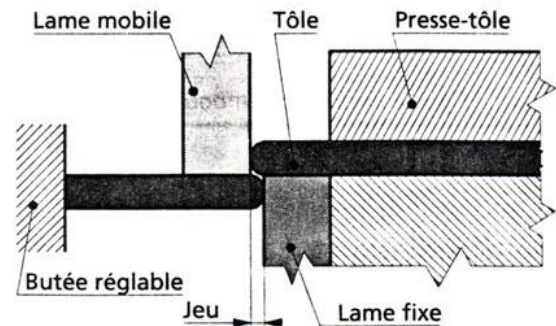


Fig 8 : Principe du cisailage

1.7 - Poinçonnage et découpage

L'outillage de poinçonnage ou de découpage se compose d'un poinçon et d'une matrice (*fig. 9*). Le poinçon découpe, en descendant, un flan qui tombe sous la matrice, pour être évacué. Si l'opération est exécutée sur un contour fermé (ouverture), il s'agit de **poinçonnage**, si elle est exécutée sur une forme extérieure, il s'agit de **découpage**.

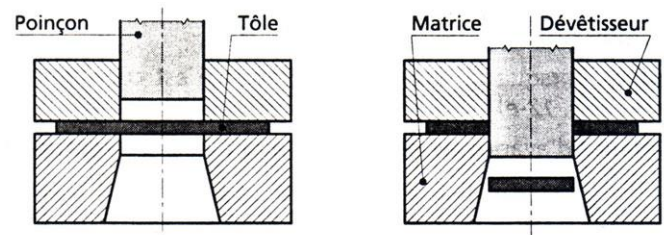


Fig 9 : principe du poinçonnage

Le poinçon, en remontant, a tendance à relever la tôle restante, d'où la nécessité de placer un dévêisseur pour maintenir la tôle.

Un faible jeu est indispensable entre le poinçon et la matrice pour favoriser le cisailage.

II - USINAGE DES MATERIAUX METALLIQUES

L'usinage consiste à améliorer formes, dimensions et états de surface d'une ébauche par **enlèvement de matière** (copeaux).

2.1 - Fraisage

▪ Principe

La pièce, maintenue par un porte-pièce, subit un mouvement de translation, c'est le mouvement d'avance (M_f). L'outil, appelé **fraise**, monté dans la broche de la machine (fraiseuse), est en mouvement de rotation uniforme. Ce mouvement est le mouvement de coupe (M_c).

▪ Surfaces obtenues

L'association du mouvement d'avance et du mouvement de coupe permet de générer des surfaces planes (travail d'enveloppe *figure 11-a*) ou des surfaces cylindriques ou coniques (travail de forme suivant la géométrie de l'outil-fraise *figure 11-b*).

Les formes de l'outil-fraise permettent éventuellement de réaliser des rainures (*fig. 11-c*), des queues d'arondes (*fig. 11-d*), etc...

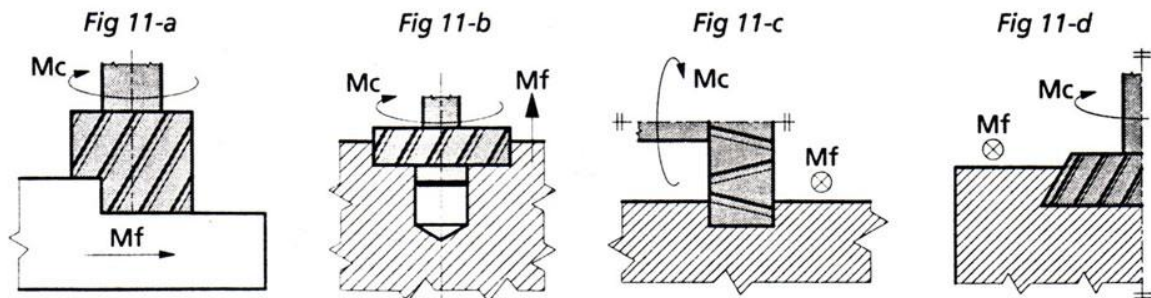


Fig 11 : Exemples de surfaces obtenues en fraisage

2.2 - Tournage

▪ Principe

La pièce, maintenue par un porte-pièce, appelé mandrin, reçoit, de la broche de la machine (tour), un mouvement de rotation uniforme. Ce mouvement est le mouvement de coupe (M_c).

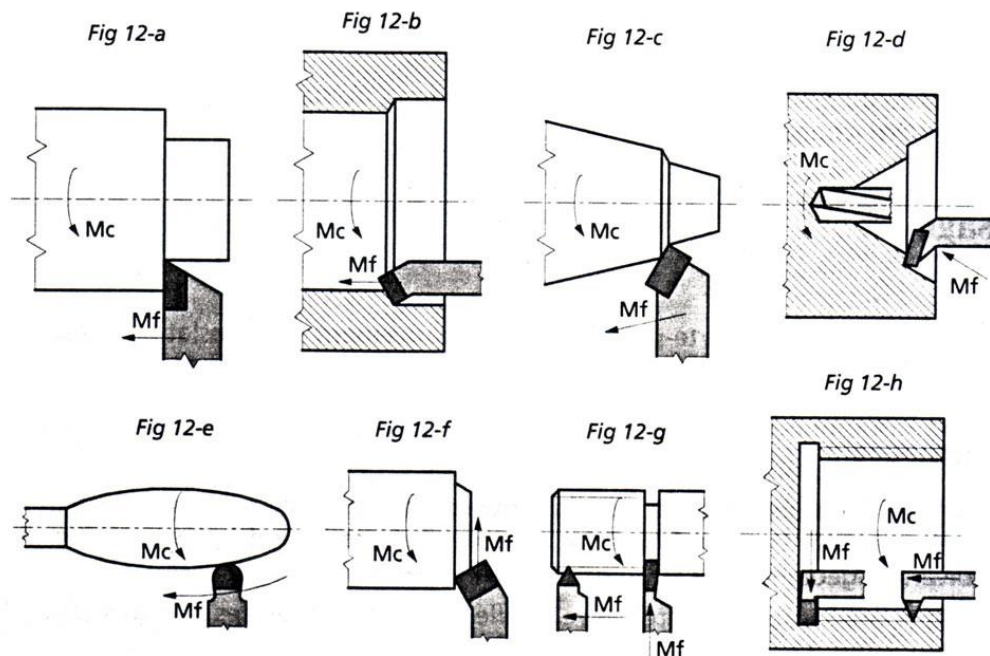
L'outil, monté sur un chariot reçoit de celui-ci un mouvement rectiligne. Ce mouvement est le mouvement d'avance (M_f).

▪ Surfaces obtenues

L'association des mouvements de coupe et d'avance permet de générer :

- des surfaces de révolution cylindriques extérieures et intérieures, lorsque le mouvement d'avance est parallèle à l'axe de rotation de la broche (*fig. 12-a et 12-b*) ;
- des surfaces de révolution coniques extérieures et intérieures, lorsque le mouvement d'avance est oblique par rapport à l'axe de rotation de la broche (*fig. 12-c et 12-d*) ;
- des surfaces de révolution quelconques, lorsque le mouvement d'avance est curviligne par rapport à l'axe de rotation de la broche (*fig. 12-e*) ;
- des surfaces planes, lorsque le mouvement d'avance est perpendiculaire à l'axe de rotation de la broche (*fig. 12-f*) ;
- des surfaces hélicoïdales caractérisées par le pas (l'avance de l'outil pour un tour de la pièce) (*fig. 12-g et 12-h*) ;

Les formes de l'outil de tour permettent de réaliser notamment des gorges (*fig. 12-g et 12-h*).



2.3 - Perçage

Fig 12 : Exemples de surfaces obtenues en tournage

▪ Principe

La pièce à usiner est fixe. L'outil, fixé dans la broche de la machine (perceuse) par l'intermédiaire d'un mandrin ou d'un fourreau à alésage conique, en mouvement de rotation et de translation suivant son axe, est animé à la fois du mouvement de coupe et du mouvement d'avance.

▪ Surfaces obtenues

L'association des mouvements de coupe et d'avance permet de générer :

- des trous (*fig. 13-a*) qui peuvent être obtenus par tournage lorsque l'axe de l'outil (fixe en rotation mais animé du mouvement d'avance) coïncide avec l'axe de rotation de la pièce (*fig. 12-d*) ;
- des trous lamés ou lamages. Le lamage permet un appui correct de la tête d'une vis, d'un écrou ou encore d'une rondelle (*fig. 13-b*) ;
- des chanfreins, dont la forme conique (fraisure) permet de faciliter l'introduction des éléments dans le trou ou d'y noyer une tête de vis (*fig. 13-c*) ;
- des alésages qui permettent d'améliorer les qualités d'usinage des surfaces cylindriques intérieures obtenues par perçage (opération réalisable également sur un tour) (*fig. 13-d*) ;
- des taraudages constitués d'une rainure hélicoïdale réalisée dans un trou (opération réalisable également sur un tour) (*fig. 13-e*).

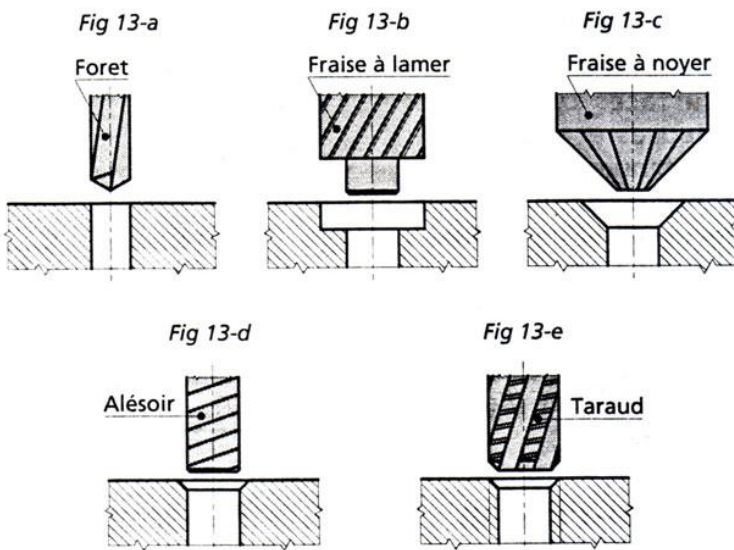


Fig 13 : Exemples de surfaces obtenues en perçage

2.4 - Brochage

▪ Principe

Le brochage est un procédé d'usinage qui permet de réaliser, à l'aide d'un outil appelé broche, animé d'un mouvement de translation, des formes de section constante autres que celles de révolution. La broche est munie de dents dont la hauteur augmente progressivement afin que chaque dent entaille plus profondément la pièce que la dent précédente (*fig. 14*).

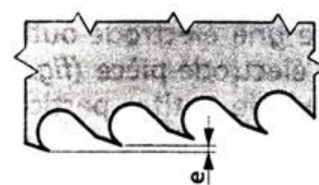


Fig 14 : Dents d'une broche

▪ Surfaces obtenues

On obtient, par ce procédé, des rainures de clavette ou encore des cannelures (*fig. 15*). Dans ce cas, le profil à réaliser est fermé et le brochage est intérieur : un trou débouchant dans la pièce à usiner est alors nécessaire.

Si le profil à réaliser est ouvert, le brochage est extérieur.

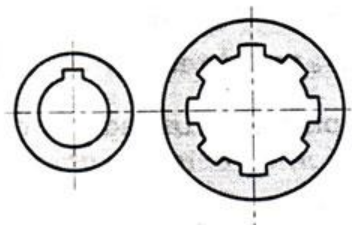


Fig 15 : Formes obtenues par brochage

2.5 - Rectification

■ Principe

Une meule, constituée de grains abrasifs liés par un agglomérant, complète l'usinage des pièces préalablement ébauchées par un usinage et soumises à des traitements thermiques.

On rencontre deux types de rectification : la **rectification plane** (fig. 16-a et b) et la **rectification cylindrique extérieure** (fig. 16-c et 16-d) et **intérieure** (fig. 16-e).

■ Surfaces obtenues

Les surfaces planes sont obtenues à l'aide d'une meule, animée d'un mouvement de rotation (mouvement de coupe) ; le mouvement d'avance (mouvement de translation rectiligne alternatif) est communiqué à la pièce à rectifier (fig. 16-a et 16-b).

Les surfaces cylindriques intérieures et extérieures sont obtenues en communiquant à la meule et à la pièce, un mouvement de rotation ; le mouvement d'avance (mouvement de translation rectiligne alternatif) est donné soit à la meule, soit à la pièce à rectifier (fig. 16-c, 16-d et 16-e).

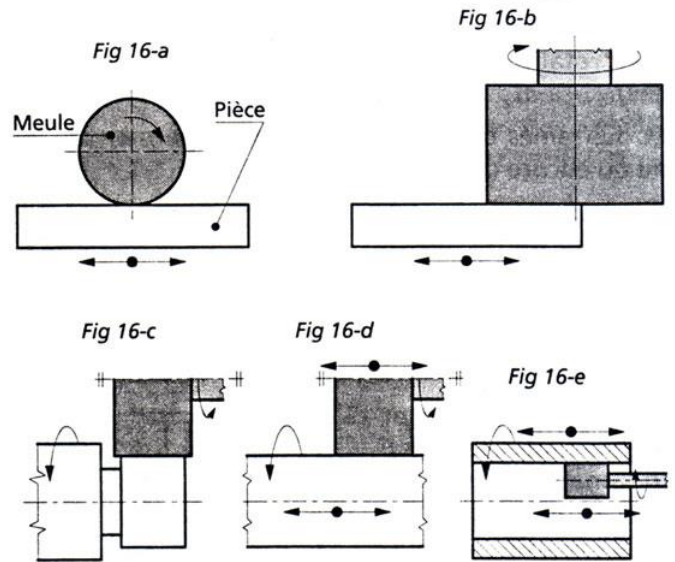


Fig 16 : Exemples de surfaces obtenues par rectification

2.6 - Electro-érosion

■ Principe

Un arc électrique créé, dans un liquide diélectrique, entre une électrode-outil et une électrode-pièce (fig. 17) enlève de petites particules de métal. Celles-ci sont évacuées par la circulation du liquide diélectrique. La forme de l'électrode est à peu près équivalente à la forme de la cavité à obtenir. Cette cavité est obtenue par déplacement progressif de l'électrode-outil. Le contact électrode outil et électrode-pièce n'a jamais lieu.

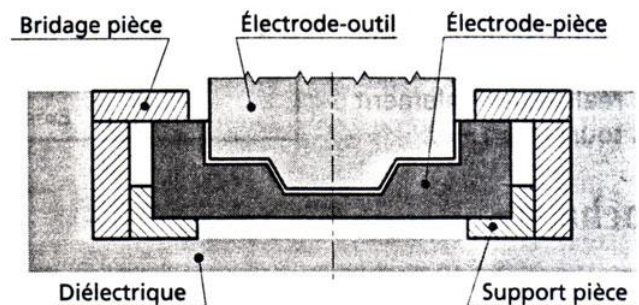


Fig 17 : Principe de l'électro-érosion

▪ Surfaces obtenues

Ce procédé d'usinage permet d'obtenir des formes complexes sur des matériaux conducteurs. Les formes obtenues doivent être démoulables.

Ce procédé est fortement utilisé pour la réalisation de moules.

L'obtention de trous de très faible diamètre est rendu possible grâce à ce procédé.

III-ASSEMBLAGE PAR SOUDAGE ET COLLAGE

3.1 - Généralités

Une liaison encastrement entre deux solides est dite indémontable, lorsque la séparation des deux solides ne peut se faire sans détérioration, soit de l'une ou des deux pièces, soit de l'élément assurant la liaison.

De nombreuses solutions techniques existent pour la réaliser :

- assemblage par sertissage (déformation permanente de l'une des deux pièces qui vient épouser les formes de l'autre pièce) ;
- assemblage par rivetage (déformation de l'extrémité d'une tige avec tête ; la rivure (seconde tête) est réalisée par refoulement à froid ou à chaud au cours de la pose) ;
- assemblage par soudage ;
- assemblage par collage.

L'objet de ce paragraphe se limite à l'étude des assemblages par soudage et collage.

3.2 - Soudage

Le principe de soudage consiste à lier deux pièces 1 et 2, par fusion locale de celles-ci selon des points ou des lignes, avec éventuellement un apport de métal (*fig. 18*).

Pour obtenir la fusion, le moyen de chauffage peut être un arc électrique obtenu entre une électrode et les pièces à lier ou la flamme d'un chalumeau.

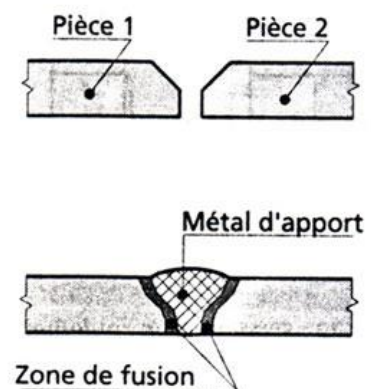


Fig 18 : Principe du soudage

▪ Soudage à l'arc électrique

L'arc électrique amorcé et entretenu entre l'électrode et les pièces à lier donne la chaleur nécessaire à la fusion. La baguette de métal qui constitue l'électrode et les pièces à lier sont reliées aux bornes d'un générateur de courant (fig. 19). Le contact puis le léger éloignement de l'électrode, par rapport aux pièces, provoque un arc électrique. L'électrode est constituée d'un métal dont les caractéristiques mécaniques, chimiques et physiques sont très proches du métal des deux pièces à souder.

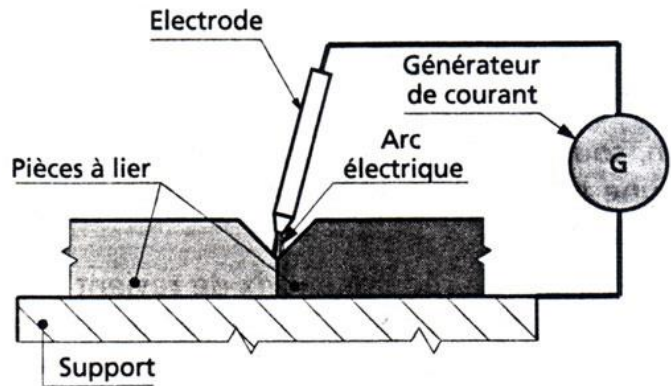


Fig 19 : Soudage à l'arc électrique

▪ Soudage au chalumeau oxyacétylénique

La flamme obtenue, à l'extrémité d'un chalumeau, par la combustion du mélange gazeux oxygène-acétylène donne la chaleur nécessaire à l'opération de soudage. La composition du mélange est obtenue par deux robinets R1 et R2 (vis pointeau) et le débit du chalumeau par une buse (fig. 20). Par ce procédé de soudage, il est possible de réaliser des soudures autogènes (matériau à souder et métal d'apport de même nature) ou hétérogènes (brasure : le métal d'apport est différent des matériaux à lier).

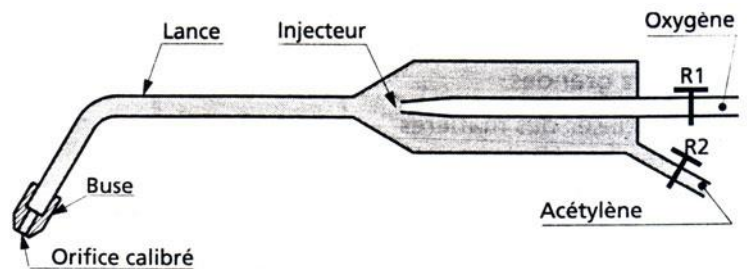


Fig 20 : Chalumeau oxyacétylénique

3.3 - Collage des pièces

Le collage consiste à lier deux pièces, de même nature ou de natures différentes, par l'apport de matière adhésive (colle) dans un contact surfacique (fig. 21).

Les techniques de collage se développent dans un grand nombre de secteurs industriels notamment dans les industries mécaniques (freinage d'organes filetés), dans le secteur de la menuiserie, etc...

Les colles sont à base de matériaux synthétiques par exemple les résines acryliques, les résines époxydiques.

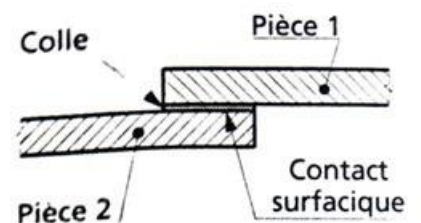


Fig 21 : Principe du collage

Les étapes pour le collage de deux pièces sont :

- préparation des surfaces de contact (propreté, rugosité) ;
- répartition de la colle ;
- maintien, sous pression, du contact des deux surfaces à lier, suivant une température et un temps indiqués par le fabricant.

Ce procédé permet de réduire le prix de revient par la réduction des usinages et la suppression des éléments pour assurer la liaison complète. Par exemple, le montage d'un roulement sur son arbre, qui nécessite l'usinage d'une rainure et la mise en place d'un écrou à encoches et d'une rondelle frein (fig. 22-a), peut avantageusement être remplacé par un collage (fig. 22-b). Cependant les joints collés résistent mal aux élévations de températures et à l'humidité mais aussi aux efforts de traction, d'arrachement (clivage) et de flexion (pelage) (fig. 23).

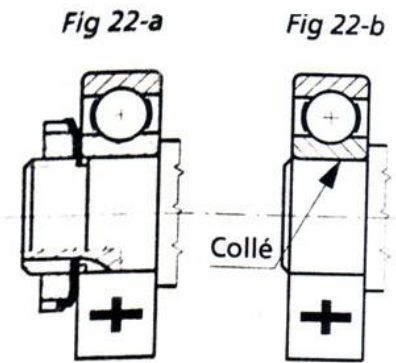


Fig 22 : Fixation d'un roulement

▪ Règles de tracé des pièces collées

- Prévoir des surfaces de collage assez grandes.
- Ne pas utiliser des matières dont les coefficients de dilatation sont très différents.
- Prévoir des conceptions où les joints sont sollicités à la compression et au cisaillement.

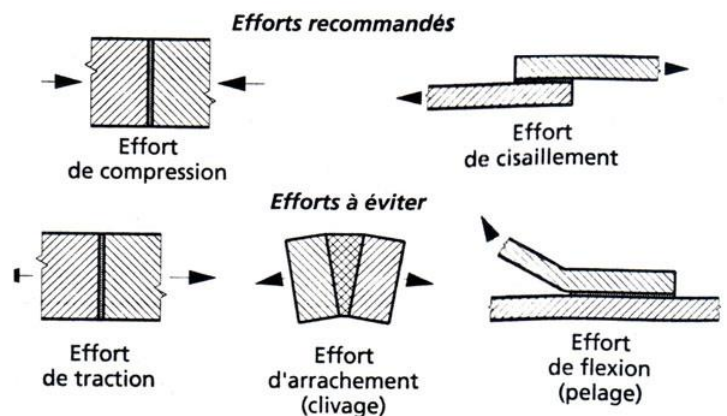


Fig 23 : Différents types d'efforts appliqués entre deux pièces

I - MOULAGE DES PIÈCES METALLIQUES

1.1 - Principe

Le moulage est un procédé d'obtention de pièces de formes complexes qui consiste à couler du **métal à l'état liquide** dans une empreinte réalisée dans un moule.

La technique de moulage employée varie en fonction de la nature du moule :

- moule non permanent : moulage en sable, moulage à modèle perdu, etc. ;
- moule permanent : moulage en coquille, etc...

1.2 - Moulage en sable

Le manchon 8 (*fig. 1*) du système de prise d'accessoires du batteur mélangeur (voir le document 6 de l'annexe A) est obtenu par procédé de moulage en sable.

Le procédé consiste à réaliser une empreinte dans un moule, obtenue à l'aide d'une pièce appelée « modèle » (*fig. 2*) aux formes proches de la pièce à réaliser (*fig. 1*). Le modèle est légèrement différent de la pièce à obtenir car les éléments suivants sont à prendre en considération :

- surépaisseurs d'usinage ;
- portées des « noyaux » (en sable, ils permettent d'obtenir les formes intérieures ; ils sont réalisés à partir de « boîtes à noyaux » en bois et en deux parties positionnées entres-elles) (*fig. 2*) ;
- retrait du métal pendant le refroidissement (les dimensions du modèle sont légèrement supérieures à celles de la pièce à obtenir).

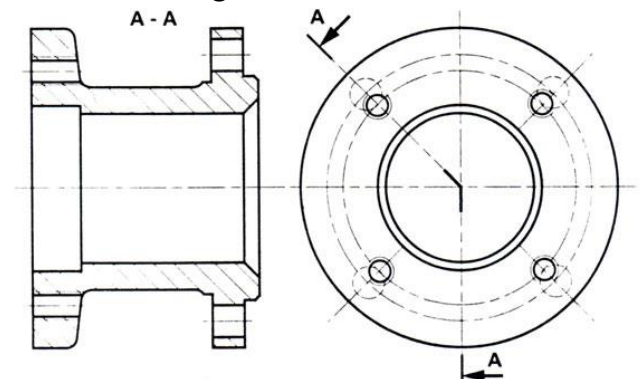


Fig 1 : Manchon

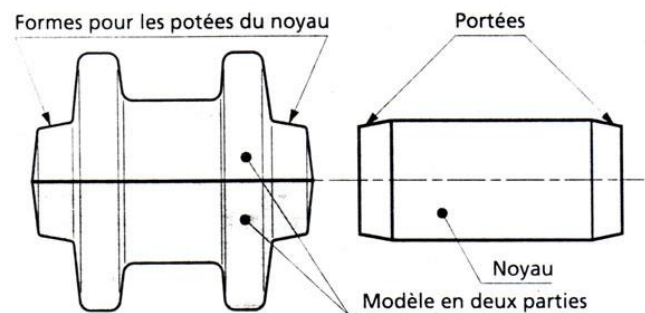


Fig 2 : Modèle et noyau

■ Réalisation du moule (moulage manuel)

- Placer le demi-modèle sur une table à l'intérieur du châssis inférieur.
- Tasser le sable composé d'argile et de silice autour du demi modèle en remplissant le châssis inférieur (*fig. 3-a*).
- Procéder de la même manière avec l'autre demi-modèle à l'intérieur du châssis supérieur, positionné par rapport au châssis inférieur (le plan de contact entre les deux châssis est appelé le plan de joint), en prévoyant un trou de coulée et un ou plusieurs évents (permettant l'évacuation des gaz au cours de la coulée) à l'aide de mandrins (*fig. 3-b*).
- Séparer les deux châssis.

- Sortir le demi-modèle de chaque châssis en évitant de détériorer l'empreinte. Les dépouilles réalisées sur le modèle évitent l'effritement du sable (*fig. 3-c*).
- Exécuter le canal de coulée entre le trou de coulée et l'empreinte.
- Mettre en place le noyau sur les portées de l'empreinte.
- Positionner les deux châssis et assurer leur maintien en position (*fig. 3-d*).

Le moule est prêt pour la coulée du métal en fusion. Après solidification du métal, démouler la pièce en brisant le moule en sable, puis ébarber la pièce (enlever le canal de coulée, le trou de coulée et le surplus de matière lié à la présence des évents puis meuler les bavures).

Ce procédé permet la production de petites séries de pièces en fonte ou en acier.

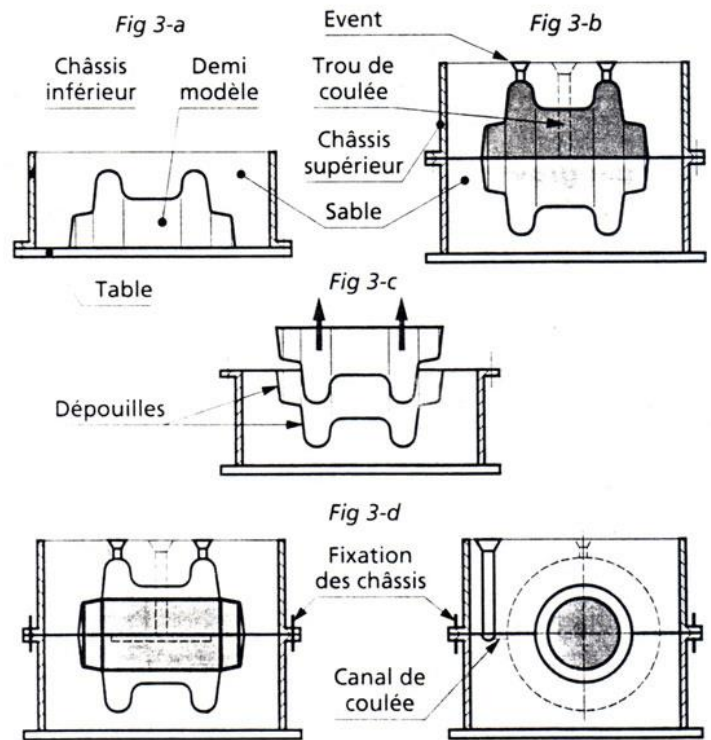


Fig 3 : Réalisation du moule

1.3 - Moulage à modèle perdu

Le moule est réalisé en une seule partie (pas de démoulage du modèle) à partir d'un modèle non réutilisable qui comporte les formes de la pièce à obtenir ainsi que le système d'alimentation.

La pièce moulée est obtenue par un processus de fabrication où le moule et le modèle sont détruits d'où l'appellation de moulage à modèle perdu. Le modèle est réalisé en cire à l'aide de presses à injecter. Les petites pièces sont réalisées par grappes avec le système d'alimentation (*fig. 4-a*). Le moule forme l'enrobage du modèle. Les moules sont retournés dans une étuve pour éliminer le modèle en cire (*fig. 4-b*).

Après préchauffage du moule, la coulée du métal en fusion s'effectue par gravité (*fig. 4-c*). La pièce est obtenue par décrochage de la grappe et ébarbage.

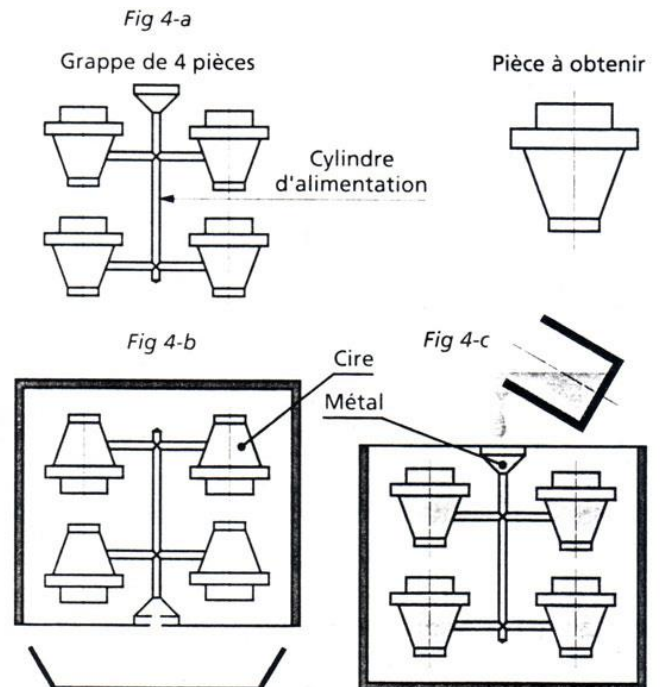


Fig 4 : Moulage à modèle perdu

1.4 - Moulage en coquille

Le métal en fusion est coulé dans un moule métallique en plusieurs parties pour permettre le démoulage de la pièce. Ce procédé est surtout utilisé pour les matériaux dont le point de fusion est assez bas (inférieur à 900°) afin de réduire le temps de solidification pour éviter l'adhésion aux parois du moule. L'empreinte dans le moule métallique est obtenue par usinage. La coulée du métal est effectuée par gravité ou par injection sous pression.

■ Moulage par gravité

Avant la coulée, le moule est chauffé pour éviter un refroidissement trop rapide du métal. La température est ensuite maintenue par le rythme de coulée. Un enduit recouvre l'empreinte du moule afin de le protéger mais aussi de faciliter le démoulage lors de l'ouverture du moule. Le canal de coulée et les évents sont usinés dans les parties du moule (fig. 5). Des tirées d'air permettent également l'évacuation de l'air au cours de la coulée. Suivant les formes de la pièce à obtenir des noyaux en acier sont placés dans le moule.

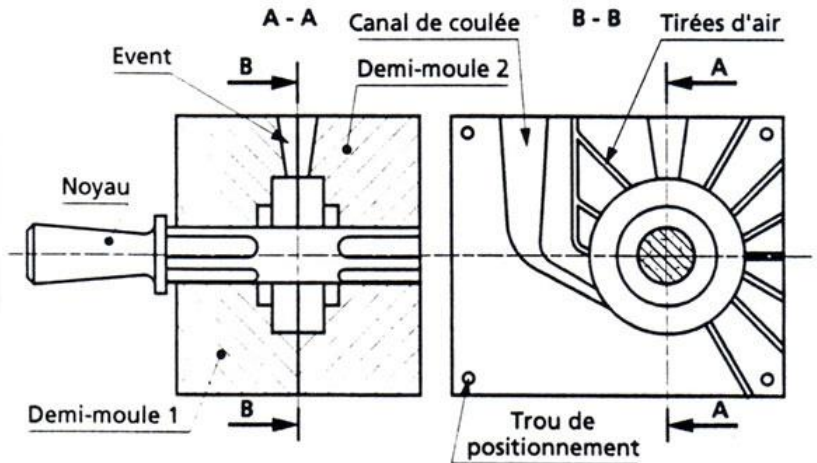


Fig 5 : Moulage par gravité

■ Moulage sous pression

Le métal en fusion est envoyé dans un moule en deux parties à l'aide d'une pompe à injection. Une partie du moule est fixe, l'autre partie est mobile et permet lors de son ouverture l'éjection de la pièce. L'automatisation du procédé permet d'avoir un rythme de production élevé (fig. 6).

Le moulage en coquille permet d'obtenir des pièces ayant un bon état de surface et donc de réduire le nombre de surfaces à usiner. Ce procédé est assez rapide mais le prix de revient des moules est élevé, son utilisation se limite à des séries de pièces de formes peu complexes et de dimensions réduites.

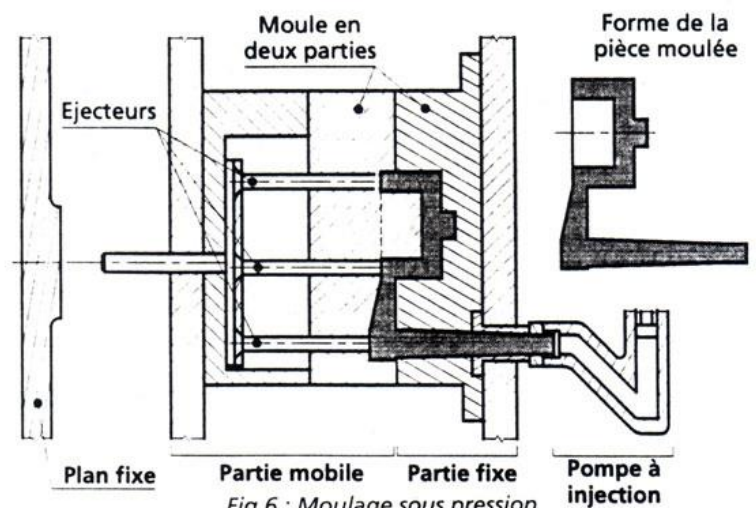


Fig 6 : Moulage sous pression

1.5 - Règles de tracé des pièces métalliques moulées

Le concepteur doit impérativement observer un certain nombre de règles essentielles dans le tracé d'une pièce afin d'obtenir une meilleure homogénéité du métal, une meilleure résistance mécanique et une plus grande facilité de moulage. Pour cela :

- choisir une surface de joint plane si possible, passant par la plus grande section de la pièce pour obtenir des empreintes peu profondes ;
- choisir un plan de joint qui coïncide avec un plan de symétrie de la pièce pour simplifier l'exécution du moule ;
- augmenter progressivement la masse (*fig. 7-a*) ;
- remplacer les angles vifs par des formes arrondies (*fig. 7-b*) ;
- décaler les nervures de part et d'autre d'une paroi (*fig. 7-c*) ;
- éviter les contre dépouilles néfastes au démoulage et prévoir des dépouilles (*fig. 7-d*) ;
- raccorder les parois en croix sans augmentation de masse (*fig. 7-e*) ;
- remplacer si possible un bossage par un lamage ou un surfaçage (*fig. 7-f*) ;
- réduire la masse d'un bossage (*fig. 7-g*).

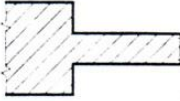
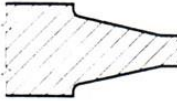
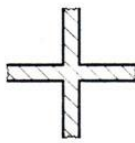
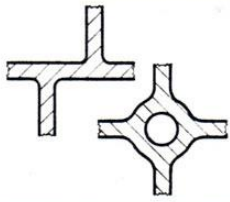

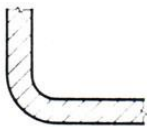

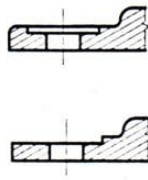
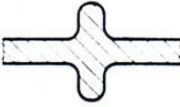
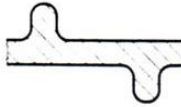
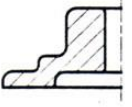
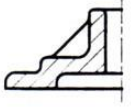
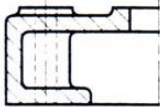
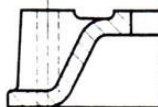
Tracé à éviter	Tracé amélioré	Tracé à éviter	Tracé amélioré
<i>Fig 7-a</i>		<i>Fig 7-e</i>	
			
<i>Fig 7-b</i>		<i>Fig 7-f</i>	
			
<i>Fig 7-c</i>		<i>Fig 7-g</i>	
			
<i>Fig 7-d</i>			
			

Fig 7 : Règles de tracé des pièces métalliques moulées

II - MOULAGE DES PIÈCES EN MATIÈRE PLASTIQUE

2.1 - Principe

Le moulage des pièces en matière plastique est un procédé de fabrication qui permet de réaliser des pièces utilisables immédiatement. Une empreinte de la pièce est réalisée, dans un moule métallique en deux parties, par usinage. La matière plastique sous forme de granulés, choisie par le concepteur, est chauffée à une température supérieure au point de fusion et remplit le moule par un dispositif d'injection ou de compression.

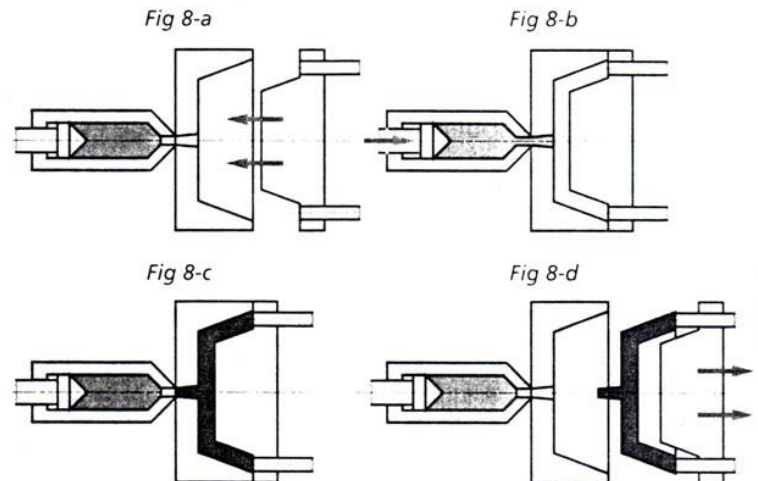
2.2 - Moulage par injection

Une presse à injecter comprend :

- un dispositif chauffant pour faire fondre la matière première ;
- un dispositif d'injection sous pression de la matière plastifiée dans le moule ;
- un dispositif de refroidissement du moule pour solidifier la pièce.

Le moulage par injection se réalise en quatre phases :

- fermeture du moule et alimentation du cylindre en matière plastifiée (*fig. 8-a*) ;
- injection de la matière plastifiée dans le moule (*fig. 8-b*) ;
- refroidissement de la pièce moulée et préparation d'une nouvelle dose de matière plastifiée (*fig. 8-c*) ;
- ouverture du moule puis éjection de la pièce (*fig. 8-d*) ;



2.3 - Moulage par compression

La matière, sous forme de poudre ou de pastilles, est placée manuellement ou automatiquement dans le moule ouvert (*fig. 10-a*).

La matière chauffée est comprimée afin d'épouser les formes de l'empreinte (*fig. 10-b*).

Le moule et la pièce sont ensuite refroidis. La pièce est démoulée après l'ouverture du moule (*fig. 10-c*) puis reprise pour éliminer les bavures.

Ce procédé de moulage se fait à un rythme relativement lent ; plusieurs minutes sont nécessaires pour un cycle de chauffage et de refroidissement.

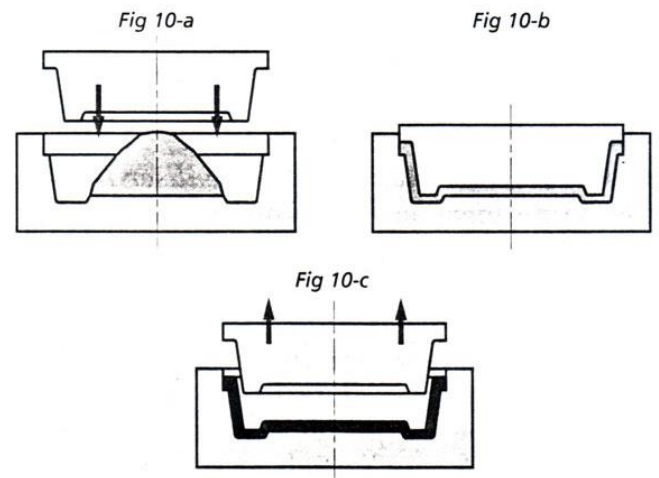


Fig 10 : Principe du moulage par compression

2.4 - Règles de tracé des pièces en matières plastiques moulées

Les règles pour le tracé des pièces en matières plastiques moulées sont très proches des règles pour le tracé des pièces métalliques moulées. Le concepteur doit tenir compte de quelques règles fondamentales :

- créer des arrondis afin de faciliter l'écoulement de la matière (*fig. 11-a*) ;
- conserver une épaisseur constante pour éviter les déformations (*fig. 11-b*) ;
- consolider les fonds pour éviter leurs déformations (*fig. 11-c*) ;
- rigidifier les parois planes par des nervures (*fig. 11-d*) ;
- alterner les nervures pour éviter les déformations (*fig. 11-e*) ;
- remplacer les angles vifs par des formes arrondies pour éviter les fissures (*fig. 11-f*) ;
- aménager des dépouilles importantes à l'intérieur de la pièce pour favoriser son éjection (*fig. 11-g*).

Tracé à éviter	Tracé amélioré	Tracé à éviter	Tracé amélioré
<i>Fig 11-a</i>		<i>Fig 11-e</i>	
<i>Fig 11-b</i>		<i>Fig 11-f</i>	
<i>Fig 11-c</i>		<i>Fig 11-g</i>	
<i>Fig 11-d</i>			
<i>Fig 11 : Règles de tracé des pièces en matières plastiques moulées</i>			