

Le moulage des métaux et polymères

1- Généralités

1.1- Principe

Le moulage d'une pièce est réalisé en remplissant le moule par un matériau en fusion. Ensuite le refroidissement assure la solidification du matériau puis son démoulage.

Les pièces moulées sont donc conçues de manière à ce que les étapes du procédé de fabrication soient possibles. Ces trois étapes étant :

-
-
-

La conception d'une pièce moulée doit donc intégrer dès la définition de celle-ci le matériau utilisé ainsi que le procédé de moulage choisit. La construction moulée illustre donc parfaitement l'importance des interactions entre les trois composantes d'une pièce : MATERIAU - PRODUIT – PROCEDE.

1.2- Différents types de moulage

Les principaux types de moulage sont :

-
-
-
-

Ces différents types de moulage sont choisit suivant trois principaux critères :

-
-
-

2- Le moulage en sable

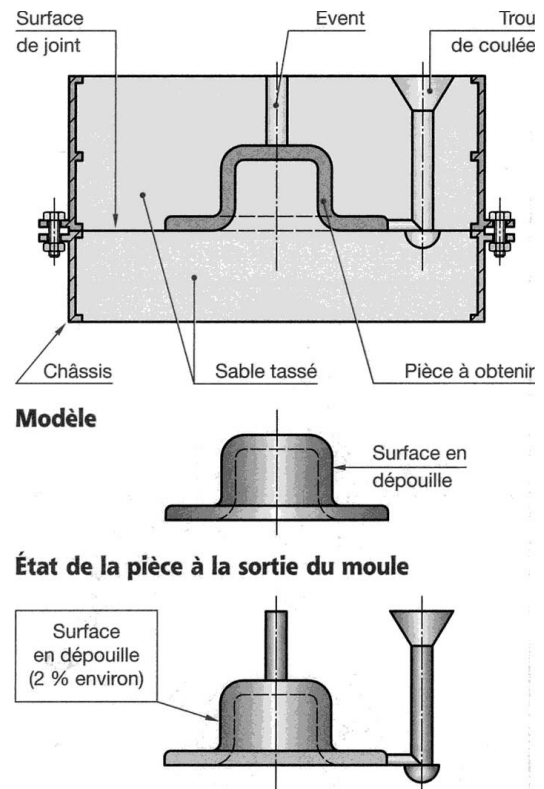
Principe

Le matériau est coulé dans un moule en sable. Le moule sera détruit après la fabrication de chaque pièce, il faut donc refaire un moule pour chaque pièce.

Le moule est fabriqué en au moins deux parties. Chaque partie ayant une empreinte donnant la moitié des formes de la pièce. Pour chaque partie du moule on utilise donc un modèle (en métal, bois ou autre matériau) qui enfoncé dans le sable va laissé sont empreinte dans la partie du moule. Le modèle est ensuite extrait du moule avant que les deux parties du moule soient assemblées.

Lorsque la pièce à des formes intérieures qui empêche toutes extraction du modèle, on insère entre les deux parties du moule un noyau en sable qui devra être maintenu dans le moule, puis détruit après démoulage de la pièce.

Ce noyau est donc fabriqué de la même manière que chacune des parties du moule en tassant du sable dans un modèle en deux parties ayant les formes de la pièce.



Avantages du procédé :

- Possibilité de mouler des matériaux dont le point de fusion est élevé (acier, fonte).
- Possibilité de mouler des pièces de (très) grande taille (Moulage de carters de machines)
- Procédé rentable pour les petites et moyennes séries (quelques dizaines à quelques milliers de pièces)

Inconvénients du procédé :

- Surfaces obtenues peu précises ($\pm 0,5$ mm) Nécessite un usinage des surfaces fonctionnelles
- Procédé peu rentable pour les grandes séries

3- Moulage en coquille par gravité

2.1- Principe

Le matériau est coulé dans un moule métallique. Le principe est donc le même que pour le moulage en sable, mais on utilise le même moule pour toute une série de pièces.

On peut également pour les formes intérieures utiliser un noyau en sable.

Avantages du procédé :

- Procédé plus rentable pour les moyennes et grandes séries.
- Précision meilleure que pour le moulage en sable ($\pm 0,3$ mm) . Cependant cela nécessite quant même un usinage des surfaces fonctionnelles de la pièce.

Inconvénients du procédé :

- Réservé aux matériaux dont le point de fusion est inférieur à 900°C (alliages de cuivre d'aluminium ou de zinc, etc...)
- Le prix du moule exclu ce procédé pour les petites séries.

4- Moulage en coquille sous pression

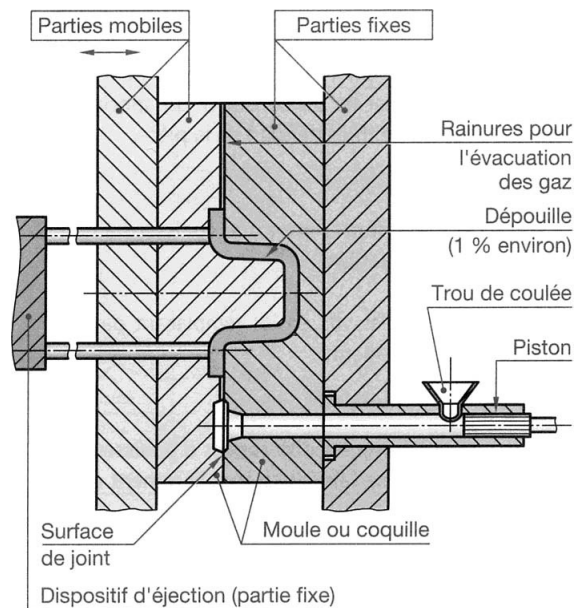
Principe

Le matériau est coulé ou fondu dans un cylindre puis un piston assure le transfert (injection) du matériau sous pression de ce cylindre vers l'empreinte du moule.

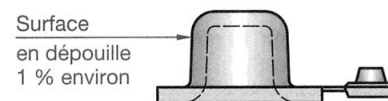
Lorsque le matériau est un polymère la matière est fondue dans un cylindre et injectée par un piston appartenant à la machine d'injection.

Avantages du procédé :

- Permet le moulage de matériaux très peu fluides donc permet le moulage des polymères.
- Permet le moulage de pièces de faible épaisseur.
- Bonne précision des surfaces obtenues ($\pm 0,1$ mm pour les métaux à $\pm 0,05$ mm pour les polymères). Donc cela peut permettre d'éviter certains usinages.



État de la pièce à la sortie du moule



Inconvénients du procédé :

- Le prix très élevé du moule oblige à réserver ce procédé pour les grandes séries de pièces.
- Il est impossible d'utiliser des noyaux en sable pour la réalisation de formes intérieures.

5- Moulage à la cire perdue

Principe

Le moulage se fait en suivant les étapes suivantes :

Réalisation d'un modèle de une ou plusieurs pièces en cire ou résine (Parfois par moulage sous pression)

Recouvrement du modèle avec un enduit réfractaire

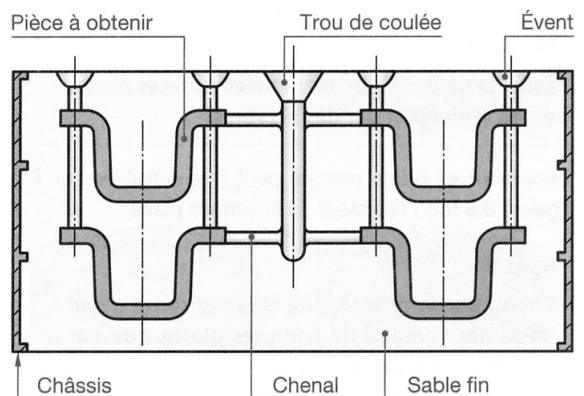
Mise en place du modèle dans un châssis avec un maintien à l'aide de sable fin

Élimination de la cire par chauffage liquéfaction et coulée de celle-ci en retournant le moule.

Coulée du matériau de la pièce.

Démoulage de la (des) pièce(s) et élimination de la couche d'enduit réfractaire par brossage.

Sectionnement des conduits de coulée et d'évents.



Avantages du procédé :

- Possibilité de mouler des matériaux dont le point de fusion est élevé (acier, fonte).
- Excellente précision des surfaces obtenue ($\pm 0,05$ mm).

Inconvénients du procédé :

- Prix de revient élevé.

6- Tracé des pièces moulées

Impératifs du procédé

Le moulage d'une pièce s'effectue en trois étapes : Coulée et solidification du matériau puis démoulage de la pièce. La conception de la pièce doit donc favoriser au mieux ces trois étapes.

Coulée du matériau

Lors de la coulée du matériau (ou de son injection) dans le moule, la matière s'écoule comme dans une conduite dont la direction et la taille changent au gré des formes de la pièce.

Il faut donc veiller d'une manière générale à limiter ces changements de section et de direction. On essaiera donc de rendre ces changements de direction et de section les plus progressifs possible.

Solidification

Lors de la solidification du matériau, celui-ci subit un retrait (son volume diminue). Le refroidissement et la solidification n'étant pas uniformes dans toute la pièce, ce retrait crée des retassures et des contraintes internes. Les retassures créent des points de fragilisation de la pièce et les contraintes internes déforment la pièce.

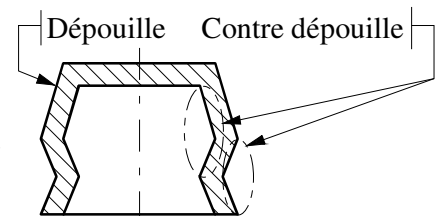
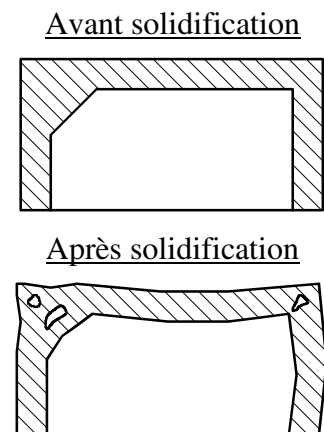
Pour réduire l'effet du retrait il faut une épaisseur la plus homogène et la plus petite possible. D'autre part pour renforcer la pièce et limiter sa déformation sous l'effet des contraintes internes il faut la nervurer.

D'autre part la réduction des épaisseur permet de réduire le temps de refroidissement de la pièce, et permet ainsi de réduire le prix de revient du procédé de moulage.

Démoulage

Dans le cas du moulage au sable le modèle donnant l'empreinte dans le moule est démoulé avant la coulée. Dans le cas du moulage en coquille la pièce est démoulée après solidification du matériau. Si les formes de la pièce interdisent le démoulage (contre dépouilles), on est obligé d'utiliser des noyaux en sable ou des tiroirs dans le moule.

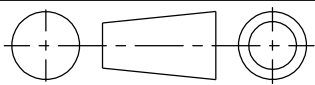
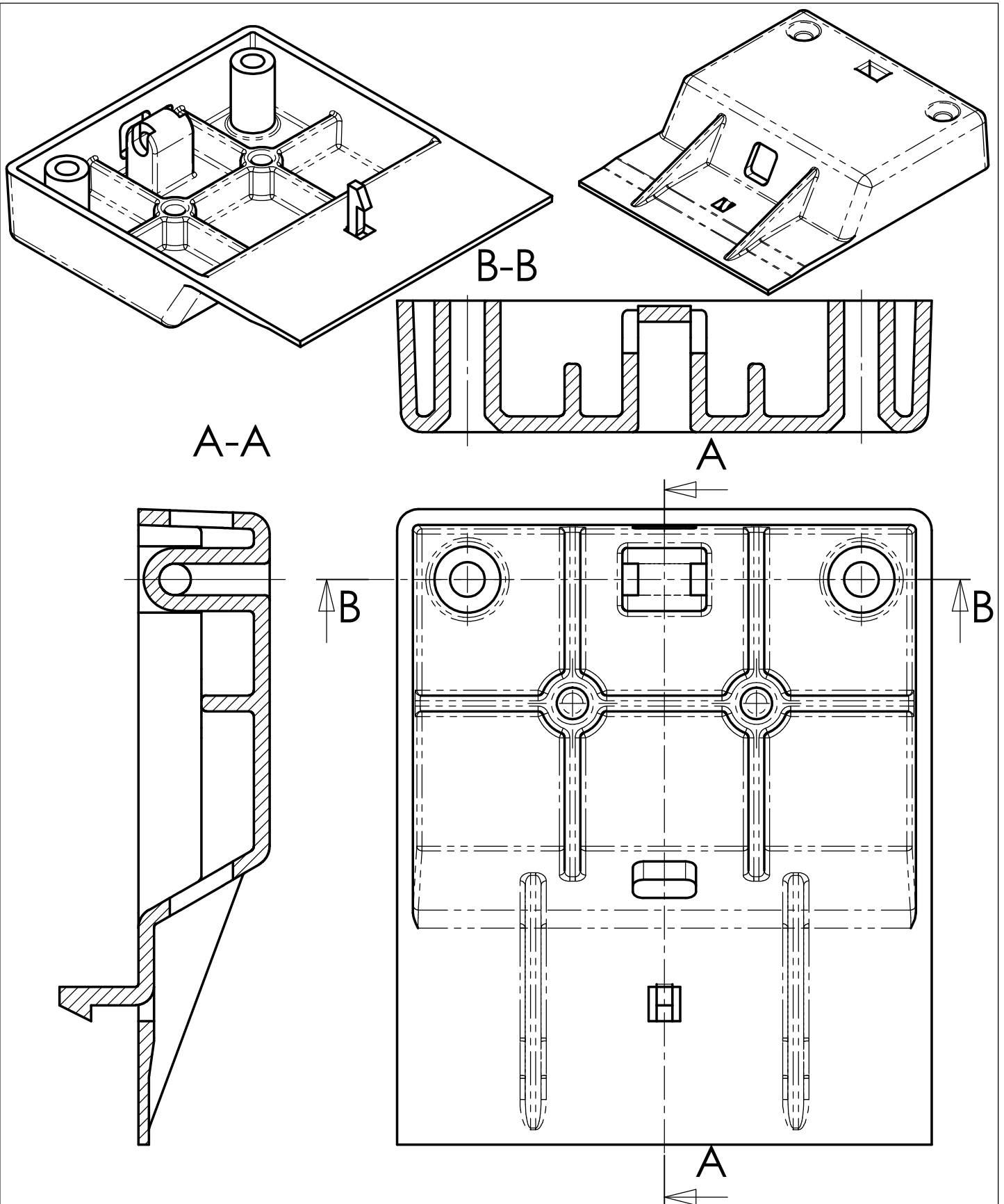
Pour des questions de coûts, les formes de la pièce doivent donc limiter au maximum le recours au noyaux et tiroirs.



Règles de tracé d'une pièce brut de moulage (Voir exemple de pièce moulée)

- 1- Dessiner la pièce avec des épaisseurs les plus fines et constantes possible.
- 2- Si les épaisseurs doivent varier veiller à ce que ces variations soient progressives.
- 3- Prévoir des congés et arrondi chaque fois que cela est possible.
- 4- Prévoir chaque fois que cela est possible des formes en dépouille facilitant le démoulage.
- 5- Renforcer et rigidifier la pièce par des nervures.
- 6- Nervurer les grandes surfaces planes pour éviter leur déformation.
- 7- Eviter les raccordements en croix ou creuser pour éviter une masse trop importante de matière.
- 8- Essayer d'éviter les formes nécessitant l'utilisation d'un noyau ou d'un tiroir

Remarque importante : Pour les pièces dont le procédé de moulage est trop peu précis les surfaces fonctionnelles sont usinées. Il en résulte que les formes des surfaces fonctionnelles n'ont pas de congé et ne nécessitent pas forcément de noyau ou tiroir.



LPTI Saint Joseph La Joliverie

Echelle : 1:1

Exemple de pièce
de fonderie

Format A4

Dessiné par: CHAUVET F.

Le : 26/01/2010

A-A

