

Règles de tracé des pièces de fonderie

Les règles dont le dessinateur doit s'inspirer pour tracer correctement une pièce sont :

- déterminées par la destination de la pièce ;
- liées aux propriétés caractéristiques du matériau utilisé ;
- destinées à simplifier la fabrication tout en s'assurant que le tracé permet d'obtenir une pièce saine conforme aux spécifications fonctionnelles.

Il faut donc rechercher un compromis entre plusieurs règles dont certaines peuvent parfois paraître contradictoires.

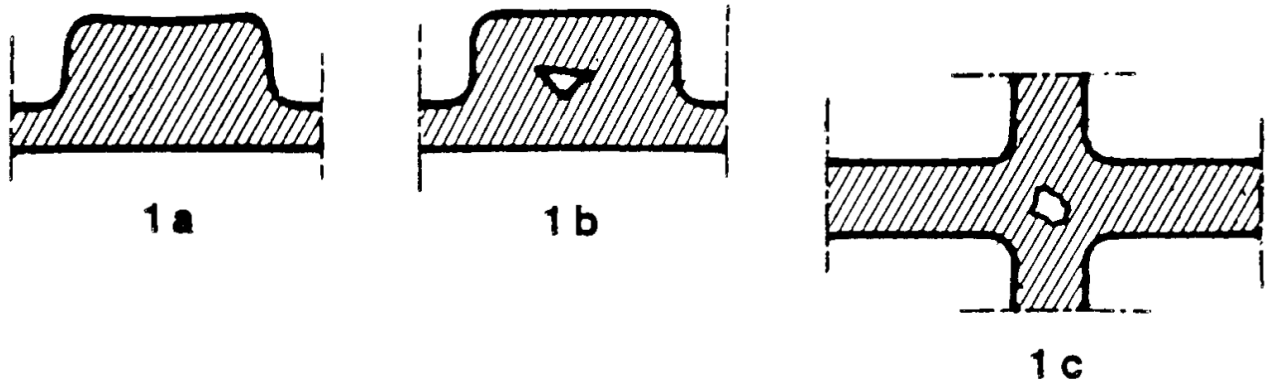
Bien entendu, l'étude du tracé définitif doit être menée en collaboration avec le fondeur.

1. Défauts des pièces moulées

Les défauts de fonderie liés à la solidification et au refroidissement des pièces appartiennent aux types suivants :

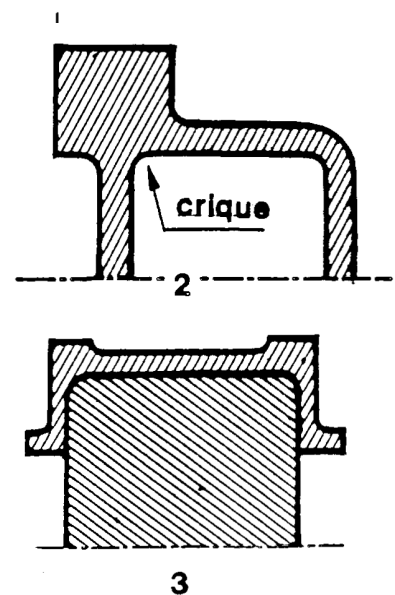
Retassures

Les retassures sont des cavités situées en profondeur (retassure interne) ou en surface (retassure externe) des masses métalliques. Les figures 1a, 1b et 1c donnent des exemples de retassures dans le cas de bossages isolés (figures 1-a et 1-b) ou de raccords de formes (figure 1-c). Les retassures sont dues à la différence des volumes occupés par le métal à l'état liquide et à l'état solide. Si aucun artifice (masselottes, refroidisseurs) ne vient compenser ce phénomène, cette variation de volume se répartit en cavités de formes très diverses. Il existe également des microretassures non visibles.



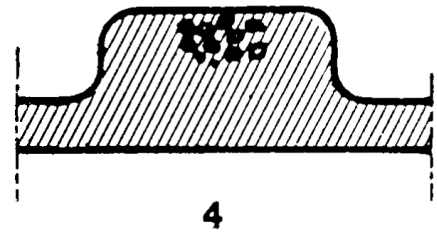
Criques

Les criques sont des ruptures partielles qui se produisent à température élevée en présence d'une petite quantité de métal encore liquide. Elles se produisent sous l'action d'efforts transmis au métal et résultant d'inégalités de retrait ou de la rigidité du moule. La pièce de la figure 2 présente une crique due à la formation d'un point chaud dans la partie massive. La figure 3 est un exemple de formation de crique liée à la différence de coefficient de dilatation entre la pièce et une partie du moule. La contraction différentielle est l'origine d'une crique si le métal de la pièce ne possède pas la capacité de déformation nécessaire.



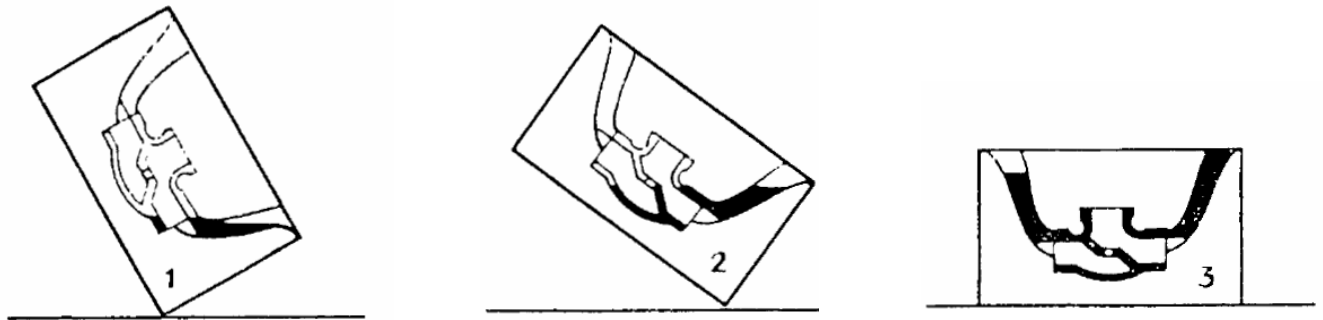
Piqûres et porosités dues aux gaz

Les piqûres sont des défauts d'origine gazeuse. Elles proviennent de la dissolution de gaz dans le métal liquide lors de la fusion. Lorsqu'un métal gazé est coulé, la solidification s'accompagne d'un dégagement gazeux. Suivant l'avancement de la solidification, les bulles restent à l'endroit de leur formation en prenant l'aspect de piqûres dont la taille est inférieure à 2 mm ou tendent à se rassembler vers la surface libre en donnant naissance à des porosités plus importantes.



Soufflures

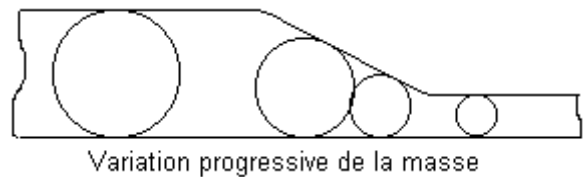
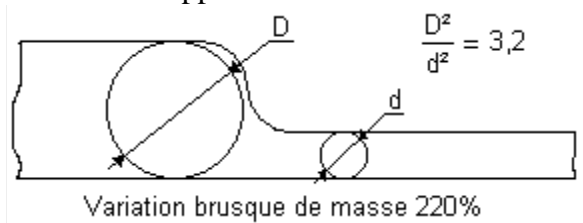
Les soufflures sont aussi des défauts d'origine gazeuse dûs à l'entraînement d'air pendant la coulée.



Basculement d'un moule pendant la coulée pour assurer un remplissage sans remous et éviter la formation de piqûres ou de soufflures d'origine gazeuse.

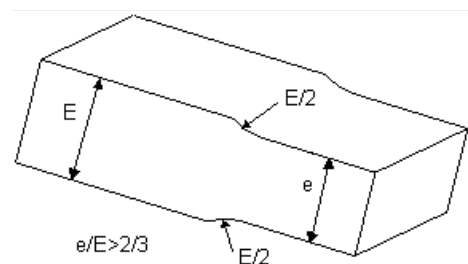
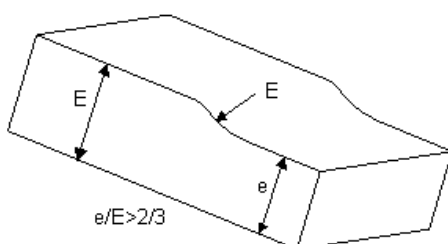
2. Tracé des pièces en vue de la santé

Il n'est pas possible, dans la plupart des cas, de réaliser des pièces d'épaisseur uniforme. L'effet de masse dans une section quelconque d'une pièce est caractérisée par la surface du cercle inscrit dans cette section. On admet que le rapport des masses de métal en deux endroits différents peut être assimilé au rapport des surfaces des cercles inscrits correspondants, donc au rapport des carrés des rayons.

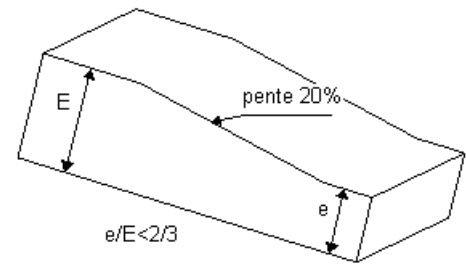


Raccordement d'épaisseurs différentes

Lorsque l'écart des épaisseurs $E-e$ ne dépasse pas $E/3$ le raccordement peut se faire suivant un rayon égal à E sur l'une des faces ou sur les deux faces avec un rayon égal à $E/2$.

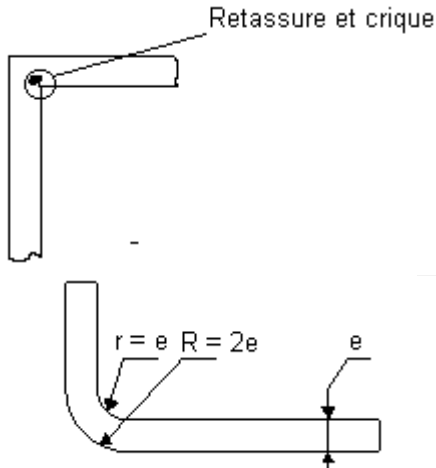


Si l'écart est plus élevé, le raccordement doit être fait avec une pente à 20%.

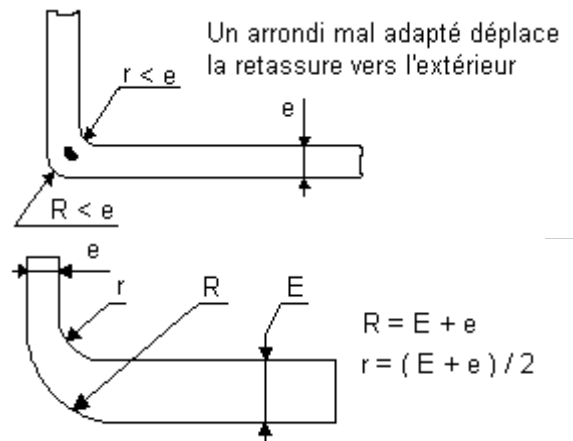


Raccordement de parois

Un raccordement en L à angle vif pose à la fois la question de la surépaisseur diagonale et celle du point chaud créé dans le moule sur l'arête intérieure. La diffusion de la chaleur du métal vers le moule est élevée vers l'extérieur et plus limitée au contraire vers l'intérieur où se produisent crique et retassure.



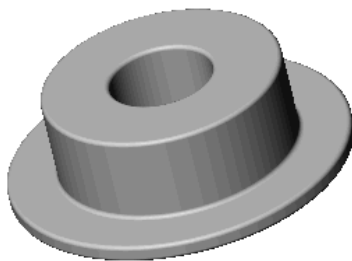
Raccordement en L de parois d'épaisseur.



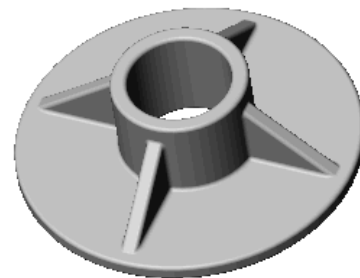
Raccordement en L de parois d'épaisseurs inégales

Allègement des parties massives

A prendre en compte dans le tracé de la pièce pour contribuer à l'homogénéité des épaisseurs.

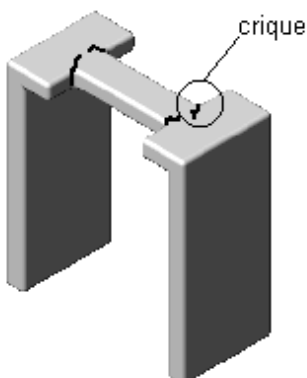


Tracé défectueux.

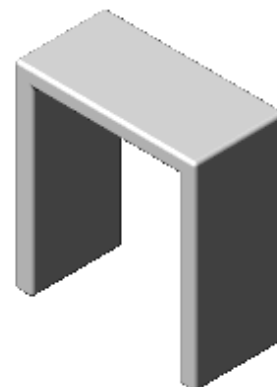


Tracé amélioré

Eviter les tensions



La pièce mince ne peut faire son retrait du fait de la masse du moule entre ses branches. Tous les efforts de retraits se concentrent sur une partie étroite et de faible longueur : il en résulte des criques.



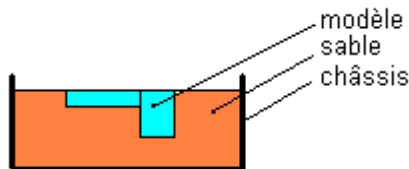
Le danger de rupture est ici atténué : la section est uniforme et les efforts de retraits se répartissent sur une plus grande longueur.

3. Tracé des pièces en vue de simplifier le moulage

La simplification du tracé engendre souvent celle du modelage, du moulage et du noyautage, donc limite les risques de déformation et entraîne des réductions des prix de revient.

Dépouille

Les moules en sable ont à supporter la pression statique du métal, et pendant la coulée, la percussion du jet de métal et le frottement qu'il impose. A cet effet, le sable est serré autour du modèle et ne doit subir aucune déformation ou arrachement lors de l'extraction du modèle.



En l'absence de dépouille, l'empreinte est détériorée lors de l'extraction du modèle.

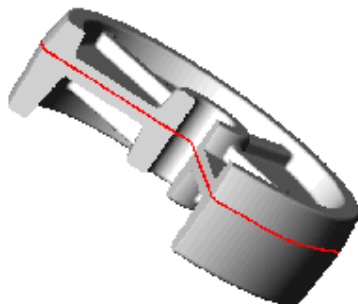


Avec un modèle à dépouille, l'empreinte est intacte après le démoulage.

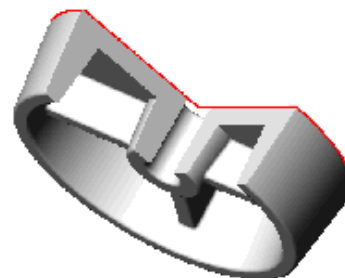
Plan de joint

En général, le démoulage s'effectue perpendiculairement au plan de joint.

Le joint du moule se situe normalement au contour apparent maximum du modèle. Le joint plan est le plus facile à réaliser. De plus, lorsque la pièce s'y prête, il est avantageux de reporter l'empreinte dans une seule partie du moule. La dépouille d'un seul côté est plus importante, mais le modèle en une seule partie est plus économique.



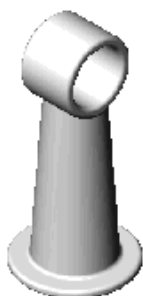
Tracé défectueux : l'empreinte se trouve dans les deux parties du moule.



Tracé amélioré : l'empreinte est reportée dans une seule partie du moule.

Noyau

Les noyaux sont généralement en sable. Ils doivent posséder une cohésion propre, n'étant pas soutenus dans un châssis comme les moules. Les grains de silice sont à cet effet agglomérés par un liant durci. Le noyau doit être convenablement assujéti dans le moule. Ses assises, ou portées, demandent beaucoup de précision.



Tracé défectueux : noyaux en porte à faux.



Tracé amélioré : le noyau est réuni à un noyau voisin, donnant à l'ensemble trois points de fixation au lieu d'un seul.

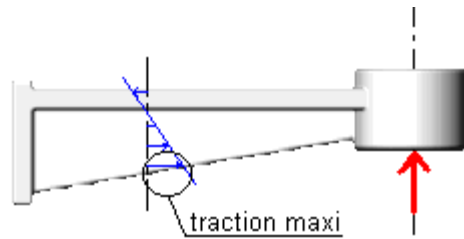
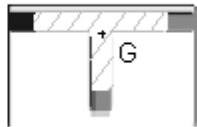
4. Tracé en vue de répondre aux contraintes d'utilisation

Outre les règles de tracé des pièces moulées imposées par les conditions métallurgiques de solidification et de retrait du métal et par la simplification du moulage, il est essentiel de prendre en compte la répartition la plus judicieuse du métal pour la résistance mécanique de la pièce. Le privilège de la fonderie est en effet de pouvoir déposer le métal là où il est nécessaire et de l'éviter là où il est nuisible dans la plupart des cas, les conclusions métallurgiques et mécaniques se rejoignent. Le cheminement des lignes de force dans la pièce soumise aux efforts doit être progressif et sans aucune variation brutale : épaisseurs variant progressivement, suppression des angles vifs.

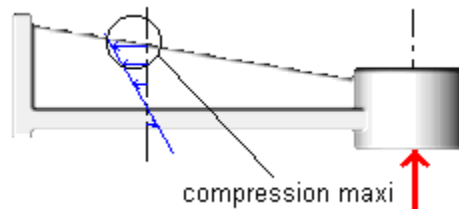
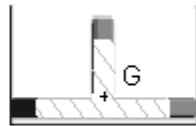
Résistance à la compression

Il convient chaque fois qu'il est possible de faire travailler les pièces en fonte à la compression plutôt qu'à la traction.

Tracé défectueux : la contrainte de traction est maximale



Tracé amélioré : la contrainte maximale est la contrainte de compression



Surépaisseur d'usinage

Le tracé de la pièce de fonderie doit tenir compte des surépaisseurs d'usinage.



■ dépouille
■ sur épaisseur d'usinage

Etat de surface

L'état de surface est fonction du procédé de moulage et de l'alliage :

- matériau de moulage (composition, granulométrie),
- dispositifs modifiant localement l'empreinte du moule (enduits, couches, sables de contact)
- comportement de l'alliage à l'interface moule-alliage,
- conception du moule (bavures, défauts de surface).

La rugosité d'une surface brute n'est spécifiée que sur des surfaces fonctionnelles, elle peut conditionner le choix d'un procédé de moulage.

Souvent, l'usinage constitue le moyen d'obtention le plus économique de l'état de surface désiré.