



## Liste des étapes

La réalisation de moules en silicone permettent le moulage de résines, de plâtres ou de métal à bas point de fusion (seulement avec du silicone résistant à la température : R20). Les moules créés peuvent servir à la réalisation de plusieurs pièces sans trop se détériorer.

Etape 1 : Choisir le type de moule à réaliser .....	1
Etape 2.1 : Créer les modèles CAO pour une création originale.....	1
Etape 2.2 : Réaliser le moule.....	4
Etape 3 : Préparer le moule pour un recopiage.....	7
Etape 4.1 : Produire des pièces en polyuréthane.....	9
Etape 4.2 : Produire des pièces en alliage bas point de fusion .....	12
Etape 4.3 : Réaliser un surmoulage .....	13

## Etape 1 : Choisir le type de moule à réaliser

En fonction de ce que vous voudrez faire il faudra choisir la matière du moule entre :

1. Un **silicone R20** (plus résistant thermiquement) pour les coulées métalliques et de résines pour produire **moins de 5 pièces**.
2. Un **silicone HR** (plus résistant mécaniquement) pour les coulées de résines dans le cas où il est souhaité de reproduire **plus de 5 fois la pièce**.

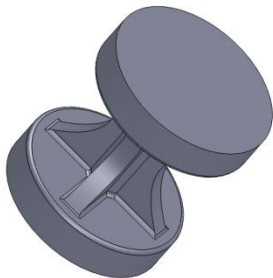
Ensuite, il faudra voir si la pièce à produire est issue de votre conception ou s'il s'agit d'une simple reproduction d'une pièce existante :

1. Si vous concevez votre pièce vous-même, alors il faut créer le moule en CAO afin de le produire à l'imprimante 3D ou la fraiseuse numérique voir étapes 2.1, 2.2 et 2.3.
2. S'il s'agit d'un simple recopiage d'un existant alors il faudra utiliser la pièce comme empreinte en l'emprisonnant dans le silicone voir étape 3.1 et 3.2.

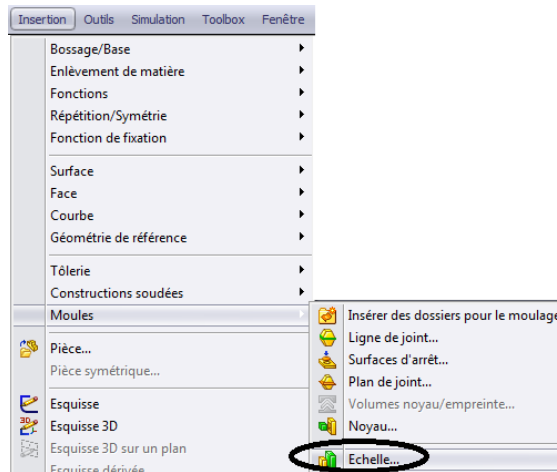
## Etape 2.1 : Créer les modèles CAO pour une création originale

Pour ce genre de moulage le plus simple est d'utiliser la CAO et une prototypeuse rapide ([voir fiche prototypeuse rapide](#)) pour produire des plaques modèles servant à la réalisation du moule en silicone.

1. Dessiner la pièce à produire :

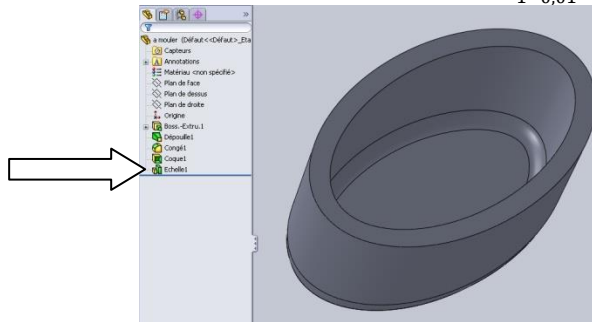


2. Tout en prenant en compte le retrait (voir la fiche sur retrait) appliquer le facteur d'échelle au modèle (attention il y aura le retrait du silicone puis celui de la résine ou de l'alliage utilisés).

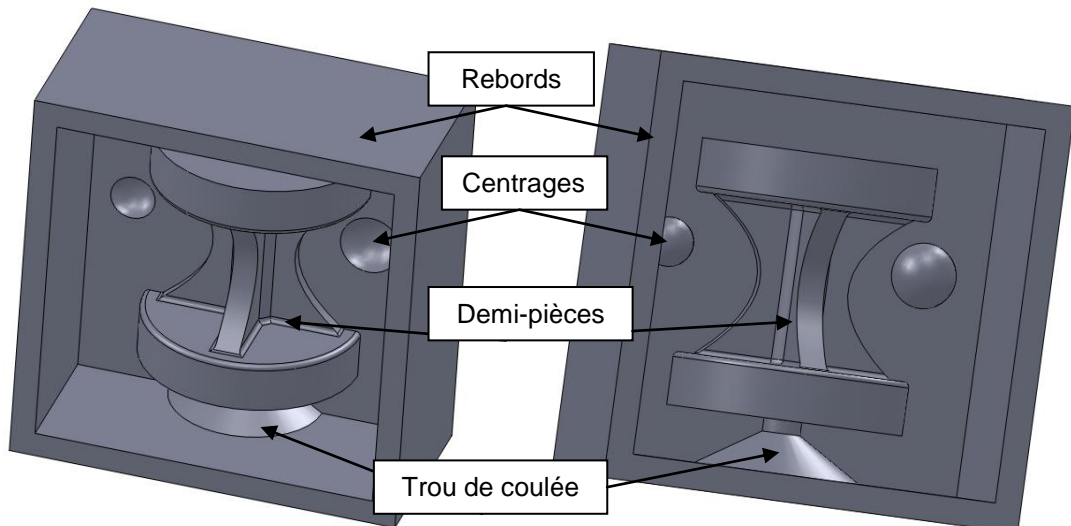


Par exemple : [Cliquez ici pour voir d'autres valeurs](#)

- Moule en silicone HR retrait 1% :
- Pièce en polyuréthane retrait 1,2%
- Facteur d'échelle = Echelle silicone \* Echelle polyuréthane =  $\frac{1}{1-0,01} * \frac{1}{1-0,012} = 1,022$



3. Réaliser en CAO des moules pour silicone qui représentent votre moule :



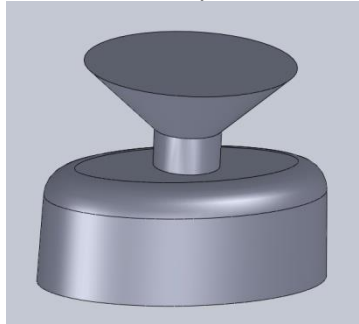
Le moule doit intégrer :

1. Des centrages pour bien positionner les moules en silicone face à face (ici des sphères).
2. Des rebords au moins 10mm plus hauts que la demi-pièce pour contenir le silicone.
3. Les demi-formes.
4. Un canal de coulée : prévoir un canal d'environ 10mm de diamètre.

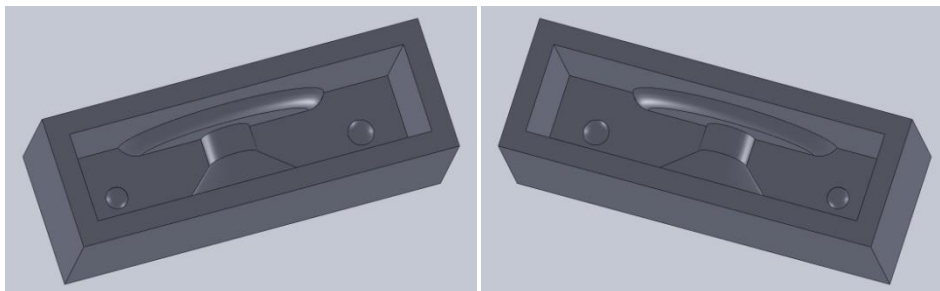
[CAO de ce moule.](#)



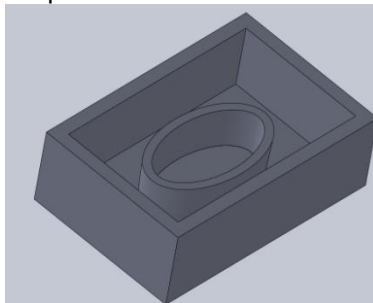
Si la forme est creuse il faudra réaliser un moule en 3 parties. Par exemple :



La forme à réaliser avec son canal de coulée



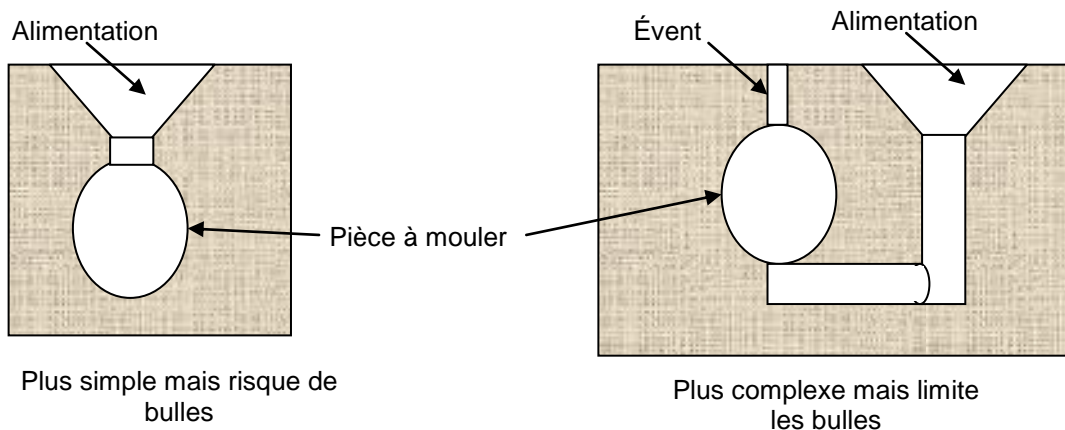
Les 2 demi-moules pour le canal de coulée et le bas de la pièce



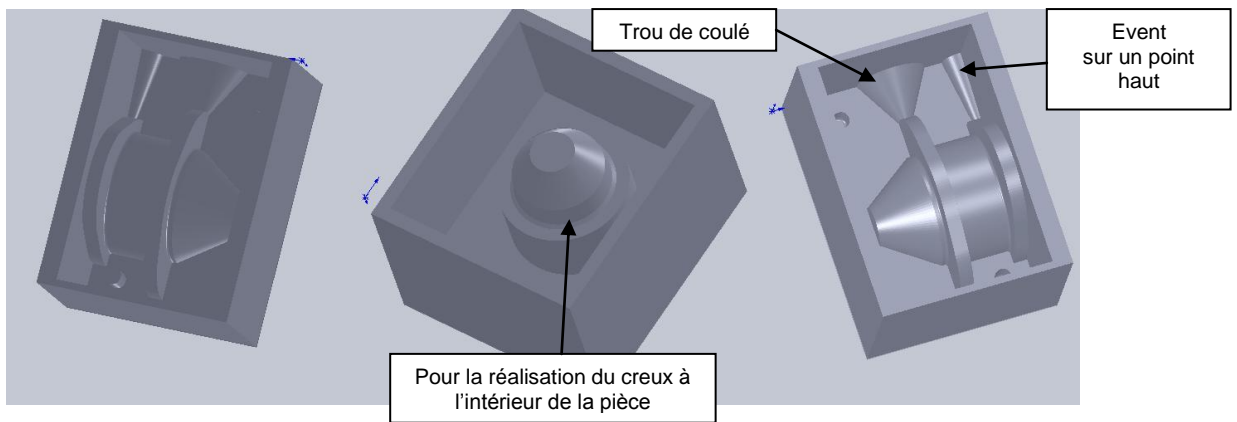
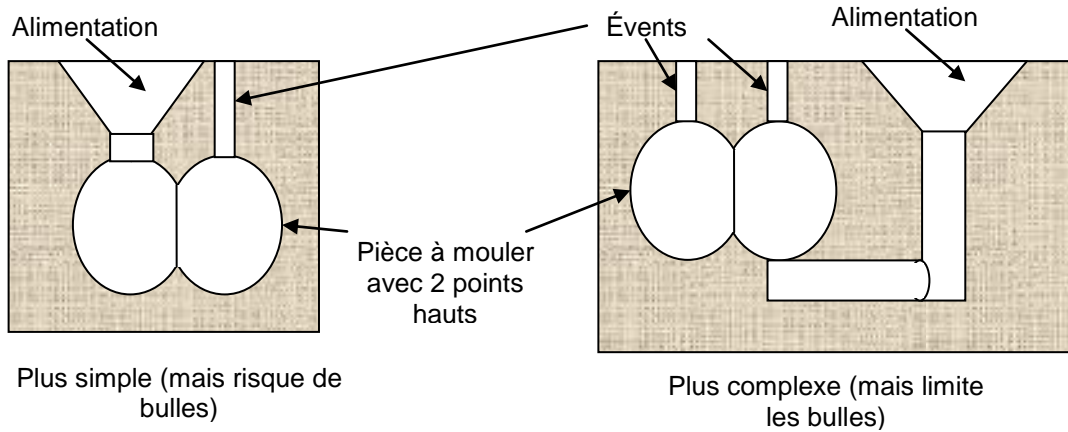
La dernière partie du moule pour la réalisation de la partie creuse de la pièce

### CAO de ce moule.

Dans le cas où il resterait des bulles dans la pièce moulée il faut plutôt prévoir un canal de coulée en source avec un évent dans le moule :



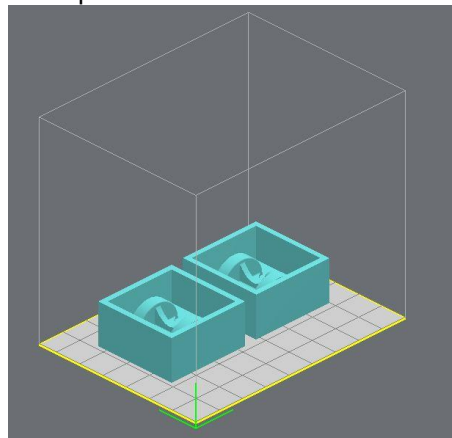
Si la pièce moulée comprend plusieurs « points haut » alors quelle que soit votre solution d'alimentation il faudra prévoir des évènements pour chaque point haut (ou un canal de remplissage) :



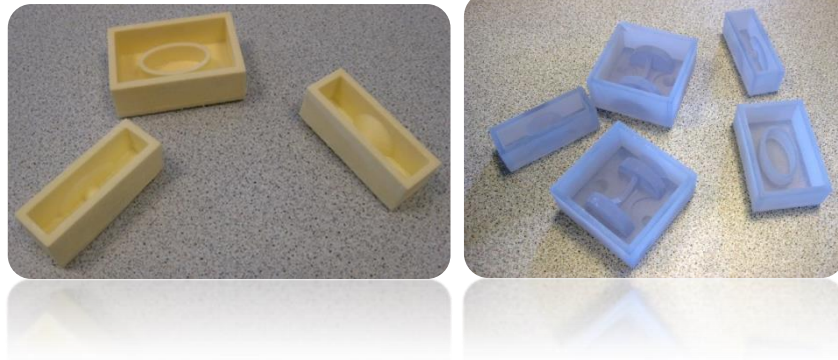
Moule mère en 3 parties avec coulée directe et évent sur un point haut

## Etape 2.2 : Réaliser le moule

1. Produire les plaques modèles à l'imprimante 3D ou à la fraiseuse :



Exemple pour le moule en 2 parties



Exemples

Précautions : Ne pas toucher le silicone et le catalyseur à la main avant qu'il ne soit réticulé.

2. Préparer le silicone :
  - a. Poser le bol sur la balance et faire le zéro
  - b. Ajouter le silicone
  - c. Peser le silicone (sur la photo 200g)



3. Ajouter le catalyseur. C'est lui qui fera réticuler (durcir) le silicone. En utilisant le catalyseur « normal » le temps de prise est d'au moins 15h tandis qu'avec le catalyseur rapide il sera de 5h (le fabricant donne 5h pour le normal et 1h pour le rapide mais il est plus sage d'attendre un peu plus).
  - a. Avant d'ajouter le catalyseur faire le zéro de la balance.
  - b. Ajouter 5% de la masse du silicone en catalyseur (donc ici 10g de catalyseur pour 200g de silicone).





4. Mélanger intimement le catalyseur au silicone. Attention car ce mélange doit être utilisé immédiatement.



5. Enduire les modèles d'huile de silicone :



6. Verser le silicone préparé précédemment dans les modèles.





7. Pour faire remonter de manière plus efficace les bulles d'air emprisonnées : poser les modèles dans la cloche à vide et faire le vide jusqu'au trait rouge :



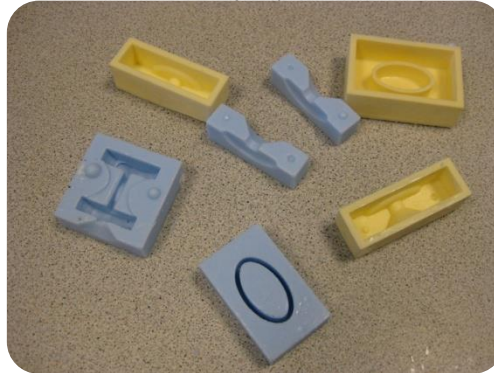
*Cette technique consiste à placer le moule sous vide afin d'évacuer l'air en excédent et de bien plaquer le silicone sur le modèle.*

*Il existe des cloches à vide manuelles ou automatiques.*

*Les cloches à vide manuelles sont réservées aux moules de petite taille nécessitent un soin particulier car le dispositif de pompage s'avère fragile.*

*Les cloches à vide automatiques plus onéreuses sont reliées à une pompe à vide et sont plus efficaces.*

8. Laisser prendre (15h pour le catalyseur normal et 5h pour le rapide)  
9. Démouler très soigneusement le silicone des modèles (en commençant par décoller les bords à l'aide d'une lame de couteau ou d'un tournevis plat).



### Etape 3 : Préparer le moule pour un recopiage

Attention, ce procédé ne permet pas de reproduire tous les types de pièces. Voyez avec votre enseignant si le moulage de votre modèle est possible.

Vous utiliserez le bac ci-dessous comme contenant pour les étapes suivantes :





1. Préparer le silicone comme dans l'étape précédente.



2. Enduire abondamment le bac et la pièce à mouler d'huile de silicone.
3. Couler une partie du silicone dans le bac (pas trop), puis déposer délicatement la pièce :



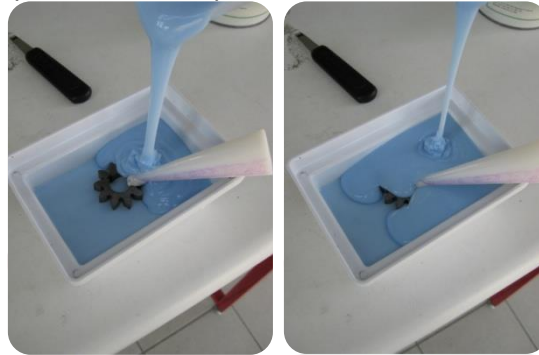
4. Positionner un cône sur la pièce (le maintenir avec de la pâte à modeler ou à défaut du silicone en pate sans catalyseur) pour prévoir un trou de coulée (pensez à l'enduire d'agent de démoulage) :



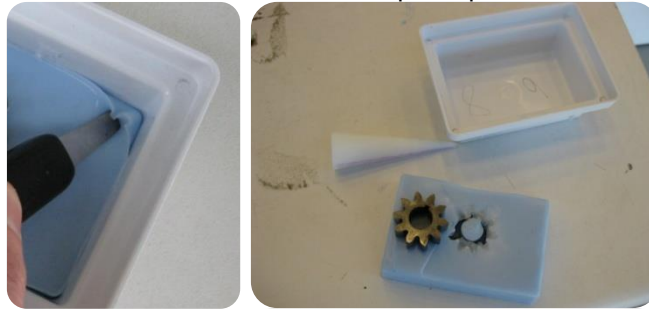




5. Verser le reste du silicone pour recouvrir la pièce :



6. Attendre le temps de prise, puis décoller délicatement les bords du moule avec un tournevis plat par exemple. Ensuite retirer tout aussi délicatement la pièce par le dessous :



7. Après avoir ré-enduit le fond du bac d'agent de démoulage placer le moule en silicone dedans :



### Etape 4.1 : Produire des pièces en polyuréthane

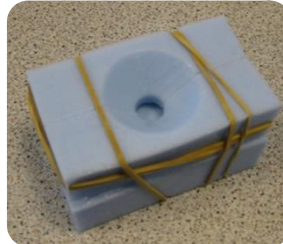
1. Pour réaliser les manipulations suivantes vous équiper de gants, lunettes et masque et veiller à ne pas toucher la résine directement avec vos mains. La résine sera obtenue par le mélange à quantité égale de poids des pots F1 et F1-GN. A cause de l'odeur, il est préférable de se prévoir un plan de travail à l'extérieur pour réaliser ces mélanges (voir aussi le fichier « Précautions d'utilisations », présent dans le dossier professeur).



2. Comme la résine durcit très vite : lire toutes les étapes suivantes et bien préparer le matériel avant de mélanger les 2 composants F1 et F1-GN.
3. Enduire les moules en silicone d'agent de démoulage (bombe aérosol) :



4. Bien positionner les différentes parties des moules entre elles et le maintenir avec les élastiques (attention à ne pas trop serrer sous peine de déformer l'empreinte des moules) :



5. Placer les moules dans une boîte afin de pouvoir le transporter sans le toucher directement.
6. **Bien** secouer les pots de F1 et F1-GN avant de les ouvrir (éventuellement mélanger leur contenu avec une spatule surtout pour l'isocyanate qui peut se séparer en 2 phases) :



7. Mélanger les deux composants en même quantité et ajouter éventuellement de la poudre d'aluminium (facultatif) pour donner un aspect métallique à la pièce (maximum 5 fois la masse de la résine mélangée).



8. Utiliser une pipette pour les mélanger :



9. Avec la pipette prélever du mélange et remplir le moule (ou verser directement dedans si le trou est assez grand).



10. Placer le moule dans la cloche et faire le vide :



11. Patienter environ 30 minutes avant de démouler :



## Etape 4.2 : Produire des pièces en alliage bas point de fusion

1. S'équiper des protections : gants thermiques, lunettes et masque.

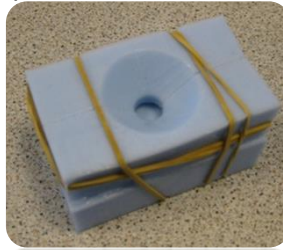


2. Faire fondre l'alliage dans la casserole.





3. Bien sécher le moule avec du papier absorbant pour ôter toute trace d'humidité (risque de projections). Maintenir les différentes parties du moule avec des élastiques :



4. Verser rapidement et en une seule fois l'alliage dans le moule :  
Si du dépôt apparaît à la surface du métal, il faut l'évacuer à l'aide d'une cuillère avant la coulée.



5. Attendre le refroidissement (au moins 15 minutes à température ambiante), puis démouler :



### Etape 4.3 : Réaliser un surmoulage

1. Produire des moules mère en intégrant le positionnement de l'élément surmoulé :



2. Fermer les moules avec l'élément surmoulé et procéder comme pour une coulée classique (métal ou polyuréthane).

