

Création de moules d'injection en impression 3D résine 3D

Outil de modélisation Fusion 360



Fichier Fusion 360 : <https://a360.co/3sqnplD>

Vidéo : <https://youtu.be/BJTsWPBXNDI>

Sous license Creative Commons Attribution - ShareAlike (CC BY-SA)



Introduction.....	3
Composants.....	3
Fonctions.....	4
Cavité de forme.....	4
Fixation des coques de moule.....	5
Fixation de la cartouche d'injection.....	6
Évents (sorties d'air).....	6
Transparence.....	7
Verrouillage intelligent.....	7
Caractéristiques des moules.....	9
Matériau.....	9
Dimensions.....	9
Résistance.....	9
Nombre d'injections.....	9
Préparation de la pièce modèle.....	10
Analyse de la forme à mouler.....	11
Courbe de silhouette.....	11
Angle de démoulage.....	12
Parois fines et trous profonds.....	13
Taille pour l'injection.....	14
Modification des formes pour moulage.....	15
Courbe de silhouette.....	15
Faces verticales.....	16
Arrondis (Fillets).....	18
Mise à l'échelle du modèle.....	18
Création du modèle 3D du moule (vidéo).....	19
Utilisation du fichier modèle pour créer le moule.....	19
Définition de la forme extérieure.....	20
Trous de fixation.....	20
Positionnement du support d'injection.....	21
Forme extérieure du moule.....	21
Volume 3D du moule.....	22
Cavité.....	22
Plan de joint du moule.....	23
Point d'injection.....	24
Verrouillage intelligent.....	25
Analyse du moule.....	27
Licence.....	31

Introduction

L'injection de moules a révolutionné la fabrication, permettant une production précise de pièces plastiques complexes. C'est un pilier dans de nombreux secteurs industriels, optimisant l'efficacité et les possibilités de conception.

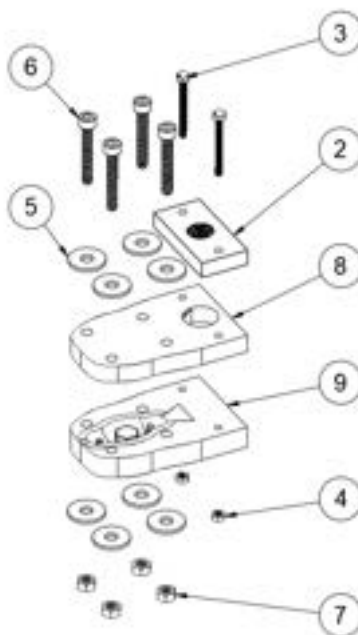
Les moules d'injection plastique ont des contraintes inhérentes dictées par la moulabilité. La forme finale doit permettre un démoulage facile. Cette contrainte influence la conception, affectant non seulement l'esthétique mais aussi la praticité et l'efficacité du moule.

Divers types de moules, tels que l'aluminium, le plâtre, l'époxy, la silicone et la résine imprimée en 3D, répondent à des besoins variés, offrant flexibilité, durabilité et précision pour différents processus de fabrication.

Ce document est dédié au processus de conception 3D pour créer des moules en résine imprimée en 3D pour l'injection plastique. Le moule utilisé dans ce document est créé comme un exercice.

Composants

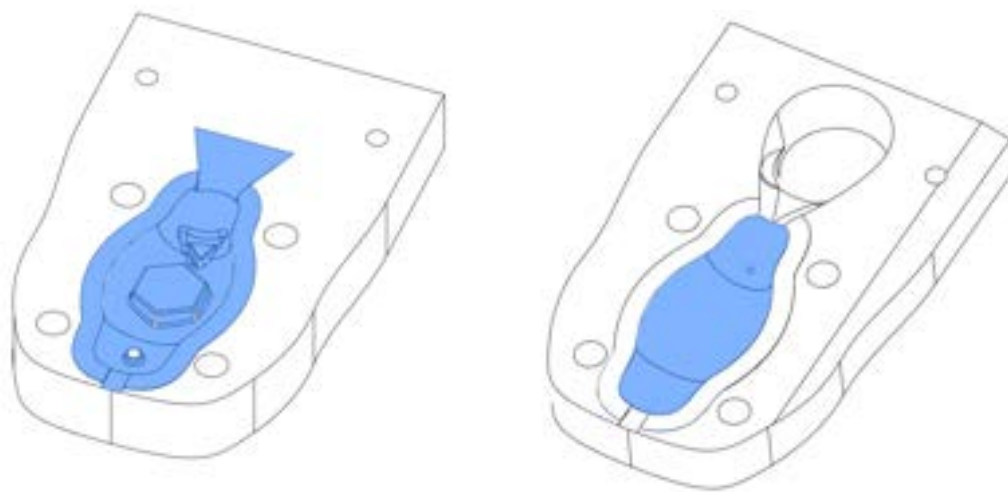
- Coques de moule (8 & 9)
- Support d'injection (2)
- Éléments d'assemblage : Vis et rondelles (3, 4, 5, 6 & 7)



Fonctions

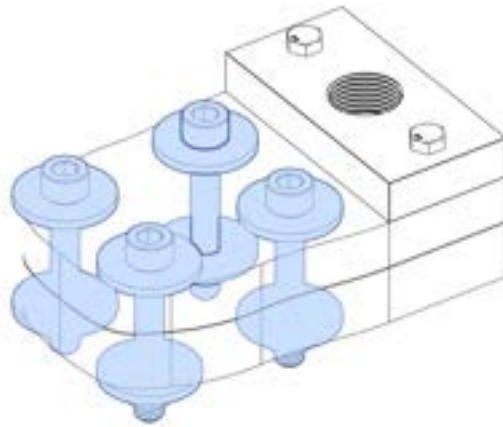
Cavité de forme

La cavité du moule donnera sa forme au matériau fondu. La cavité du moule dépend de la forme du modèle, du retrait du matériau après injection et de la viscosité du matériau fondu. Pour le recyclage de plastiques solaires, les matériaux utilisés peuvent être du PP, HDPE, LDPE et PLA.



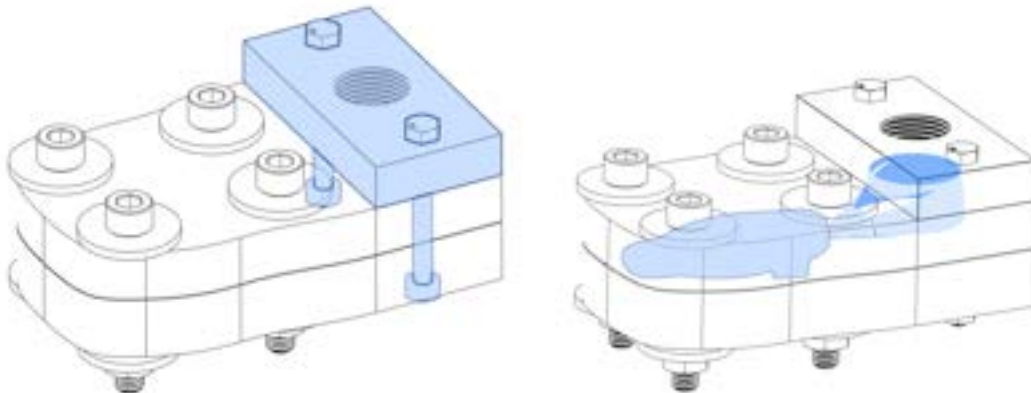
Fixation des coques de moule

La fixation du moule peut se faire à l'aide de vis métriques avec rondelles, ou en utilisant deux planches métalliques pour pincer le moule. Dans notre cas, nous utiliserons des vis et des rondelles.



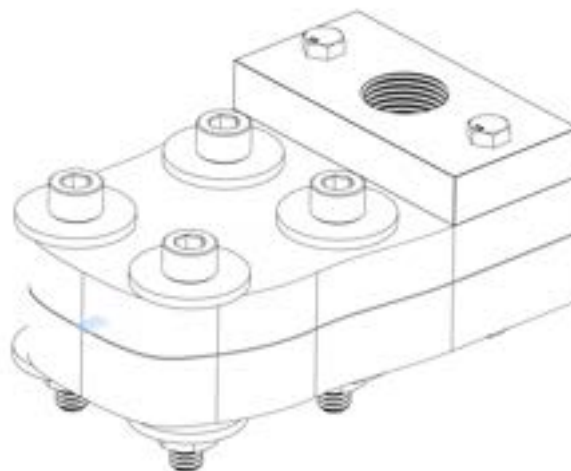
Fixation de la cartouche d'injection

Pour fixer la cartouche sur le moule, nous utiliserons une pièce en aluminium appelée support d'injection. La position du support d'injection est définie par le point d'entrée de l'injection.



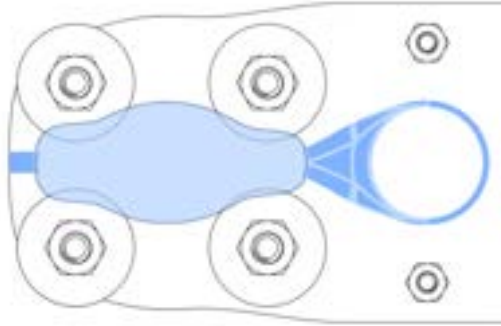
Évents (sorties d'air)

Pendant l'injection, l'air piégé à l'intérieur de la cavité doit pouvoir s'échapper ; pour cela, des canaux doivent être prévus :



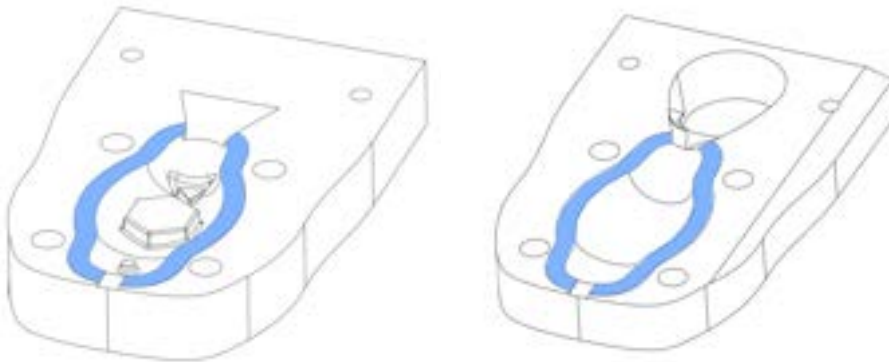
Transparence

La transparence est très importante pour contrôler la force du processus d'injection et éviter de casser le moule lorsque la cavité est remplie.



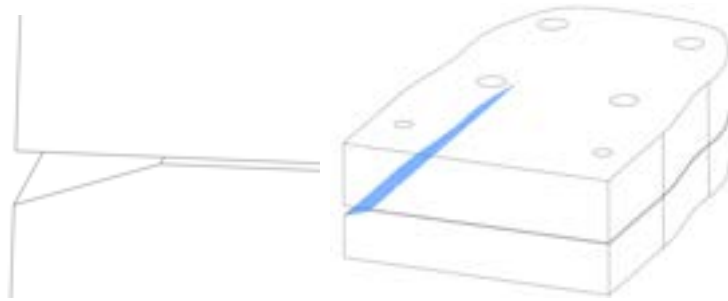
Verrouillage intelligent

Pour fermer la cavité avec une pression maximale et assurer une fermeture correcte pendant l'injection. En réduisant la surface de contact entre les deux coques du moule, la pression de fermeture peut être considérablement augmentée.



Ouverture intelligente

Pour ouvrir le moule après l'injection et l'extrusion.



Caractéristiques des moules

Matériau

Le matériau utilisé pour l'impression 3D du moule est important en raison de sa résistance, de sa tolérance à la température, de son adhérence au plastique fondu et de sa transparence. Les résines utilisées pour les moules peuvent être des résines standard à base d'eau.

Dimensions

Les dimensions externes maximales du moule sont limitées par la taille maximale d'impression de l'imprimante 3D résine.

La taille de la cavité du moule dépend du type de fixation et de la position du point d'entrée d'injection.

Résistance

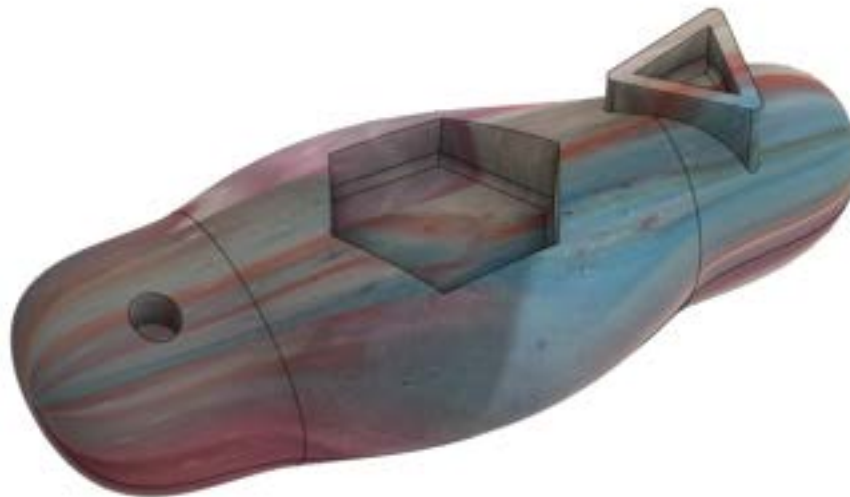
Pour l'injection de plastiques solaires avec des moules imprimés en 3D, la pression maximale d'injection doit être modérée pour éviter de casser le moule.

Nombre d'injections

Pendant le processus, en raison de la fragilité du matériau, de la température, de la dilatation du plastique, de la pression ou des chocs pendant l'utilisation, le moule se dégrade. Utilisé dans de bonnes conditions, un moule peut supporter environ 500 injections.

Préparation de la pièce modèle

Avant de commencer à créer le moule, nous devons nous assurer que la forme à injecter peut être démoulée. Pour cet exemple, nous utiliserons une forme aléatoire avec des fonctions précises, dans un fichier appelé *Part_to_inject*.

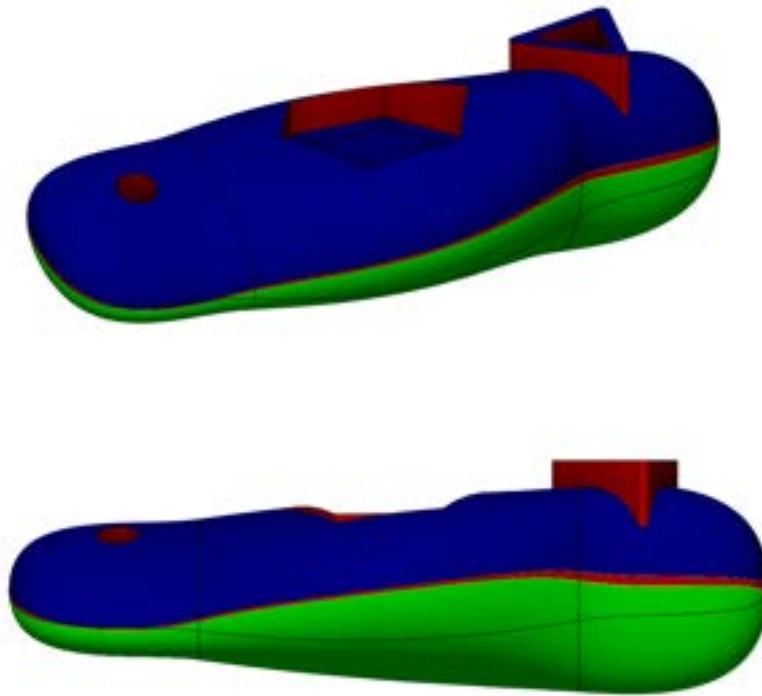


Modèle 3D : <https://a360.co/46uYqeZ>

Analyse de la forme à mouler

Courbe de silhouette

Analyser la silhouette d'une pièce est crucial pour la conception du moule. Cela aide à comprendre comment la pièce peut être démoulée avec succès sans dommage. En utilisant l'outil d'[analyse de dépouille \(draft\) de Fusion 360](#), il est possible de schématiser la ligne de silhouette :

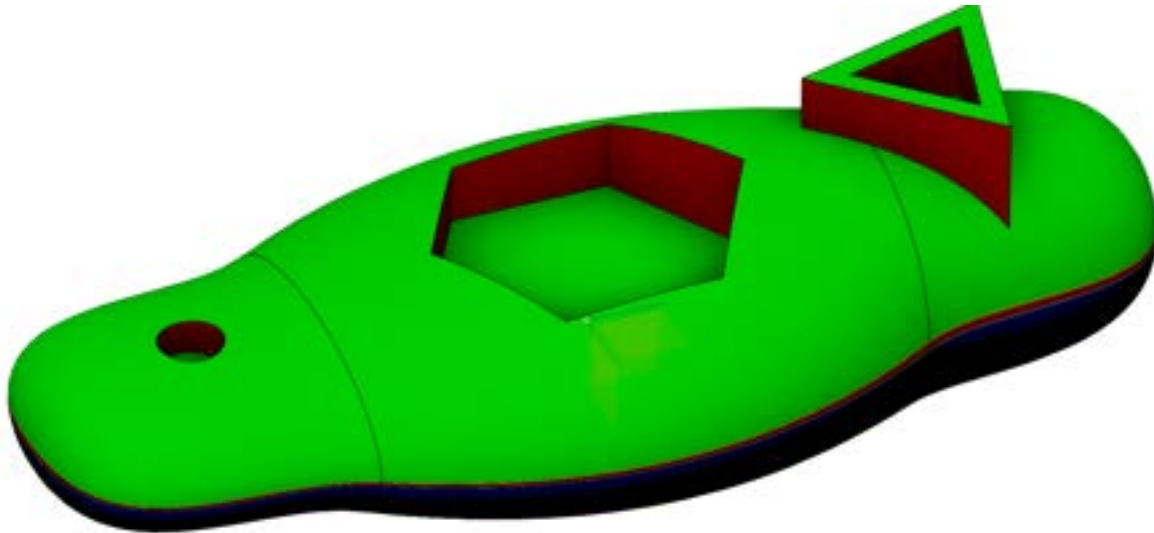


Analyser la silhouette d'une pièce est crucial pour la conception du moule. Cela aide à comprendre comment la pièce peut être démoulée avec succès sans dommage. Dans ce cas, la ligne de silhouette est tridimensionnelle, schématisée en rouge, séparant le vert du bleu.

Pour les moules imprimés en 3D, **la ligne de silhouette doit être dans un plan.**

Voir la vidéo d'analyse de dépouille : <https://youtu.be/5MvCmyP6Lik>

Angle de démoulage



Un angle de moulage minimum pour le plastique est requis pour démouler la pièce après injection. L'analyse affiche les surfaces avec un dégradé de couleurs basé sur l'angle de dépouille.

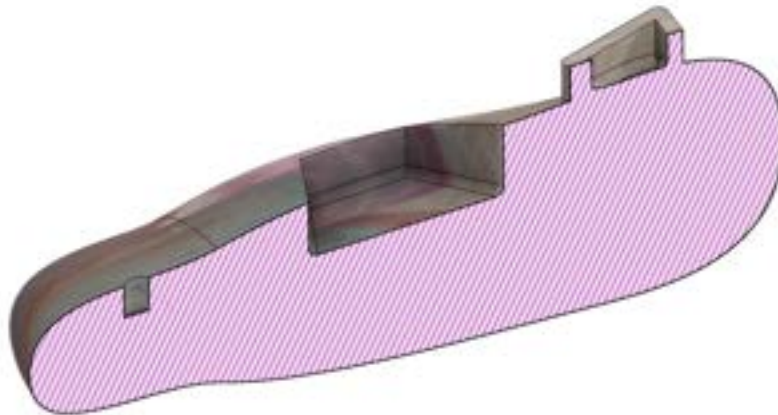


L'angle de dépouille minimum recommandé est de 2°, mais pour des moules sécurisés, nous conseillons 4°. Les surfaces sans angle de démoulage sont mises en évidence en rouge, indiquant que le démoulage est impossible.

Voir la vidéo sur les faces verticales : <https://youtu.be/RmXIM60IBWo>

Parois fines et trous profonds

En raison du processus, avec des moules en résine non chauffés, la forme globale doit être analysée pour identifier les parois fines et les trous profonds.



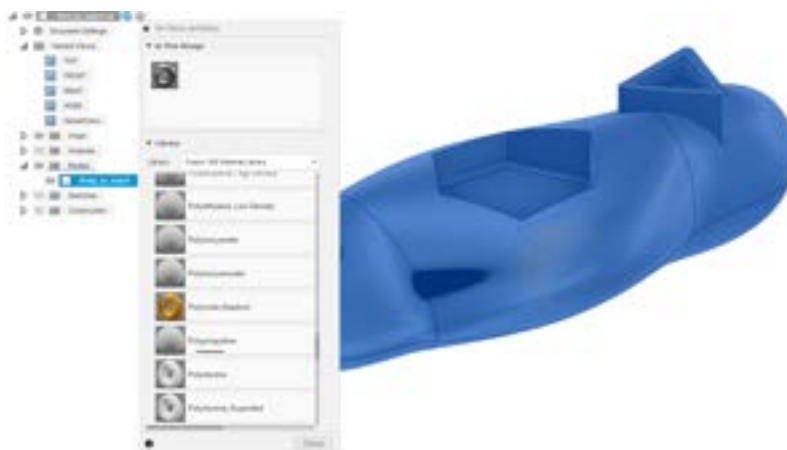
[Utilisez l'analyse de section en 3D](#)

Les parois longues et fines ont des limites en fonction du matériau injecté et du fait que les moules en résine ne sont pas préchauffés. Les trous profonds dans la pièce impliquent des parois fines dans le moule en résine, un matériau fragile sensible à la dilatation.

Taille pour l'injection

Le matériau utilisé pour l'injection sera stocké dans une cartouche métallique ; pendant le processus d'injection, le matériau sera comprimé et une partie restera dans les canaux d'injection. La meilleure façon d'assurer la quantité de matériau pour l'injection est d'utiliser la masse comme paramètre.

Pour obtenir la masse du modèle 3D, [Matériau physique](#) du corps 3D doit être défini.



Une fois le matériau physique défini, les propriétés du corps donnent la masse de la pièce.



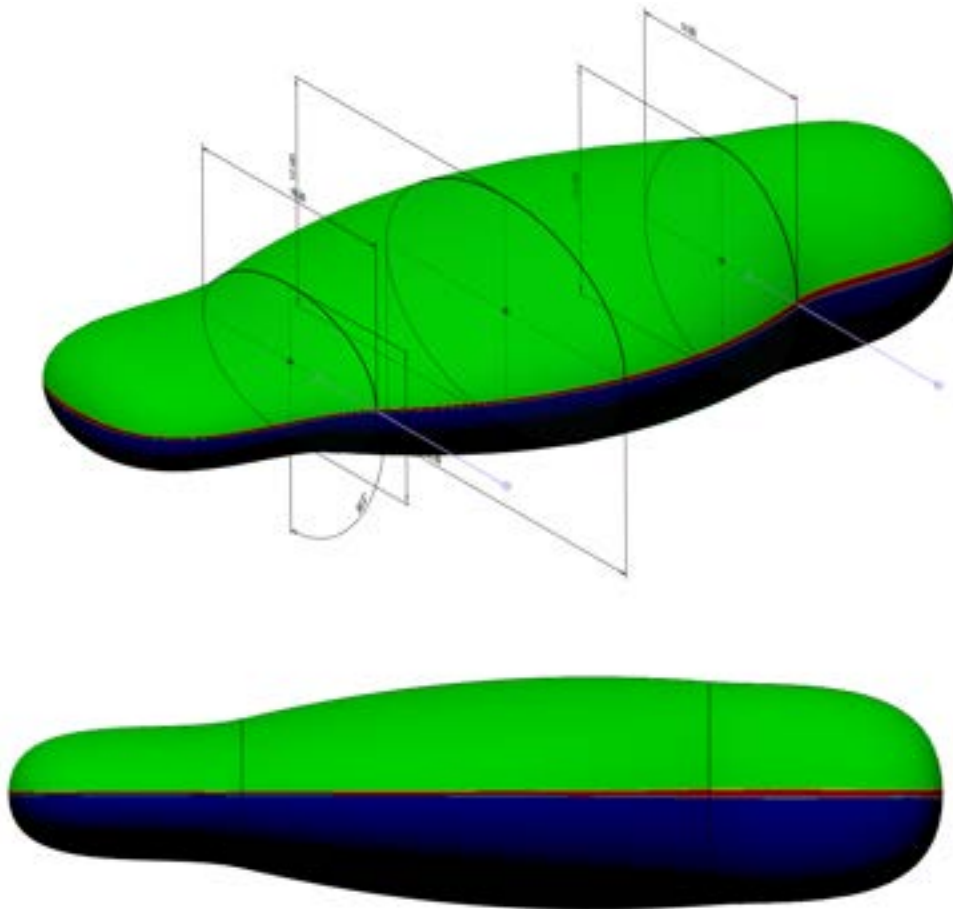
La masse du plastique utilisé pour l'injection, canaux d'injection inclus, doit être supérieure à la masse de l'objet à injecter.

Voir la vidéo : <https://youtu.be/PCGzIctpoj0>

Modification des formes pour moulage

Courbe de silhouette

Changer la forme externe en quelque chose de symétrique, avec la ligne de silhouette dans un plan :



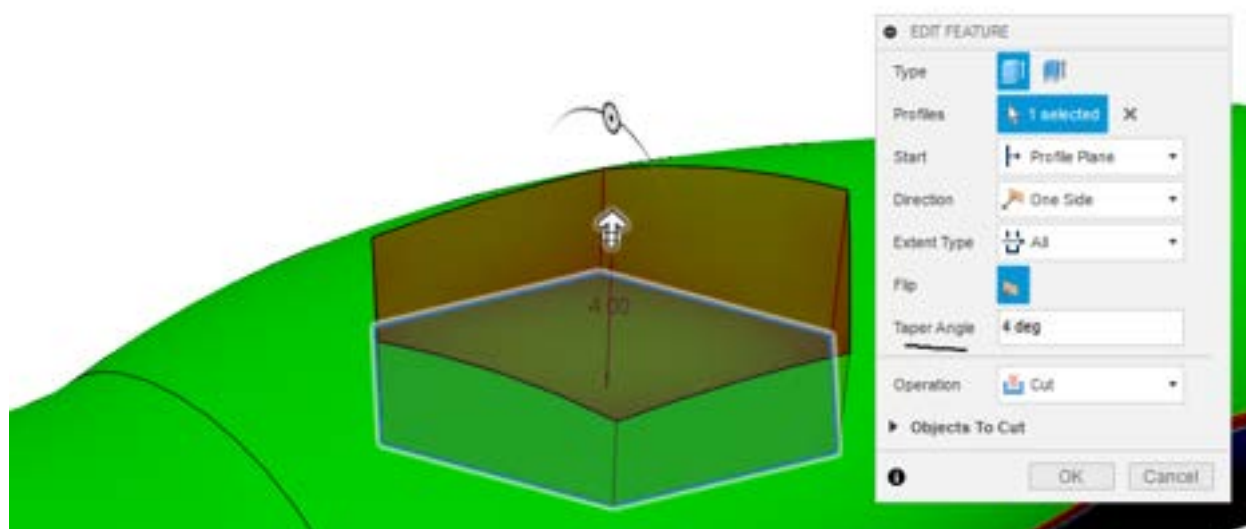
Voir la vidéo d'analyse de dépouille : <https://youtu.be/5MvCmyP6Lik>

Faces verticales

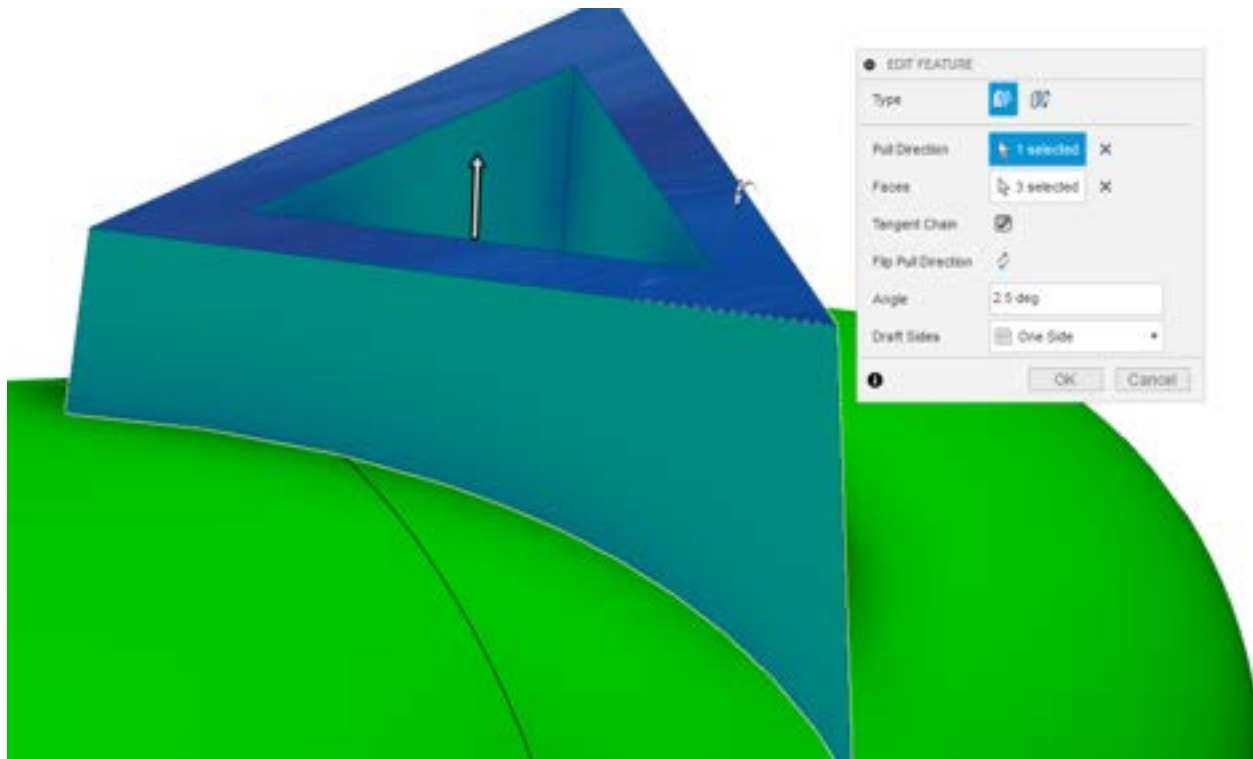
Comme indiqué par l'outil d'analyse de dépouille, les surfaces de démoulage ne peuvent pas être verticales. Il est possible de créer des surfaces inclinées avec l'angle de conicité dans la [fonction d'extrusion](#).

Pour modifier les surfaces existantes, utiliser la fonction de dégrisement paramétrique 3D.

Voir la vidéo sur les faces verticales : [fonction d'extrusion](#)



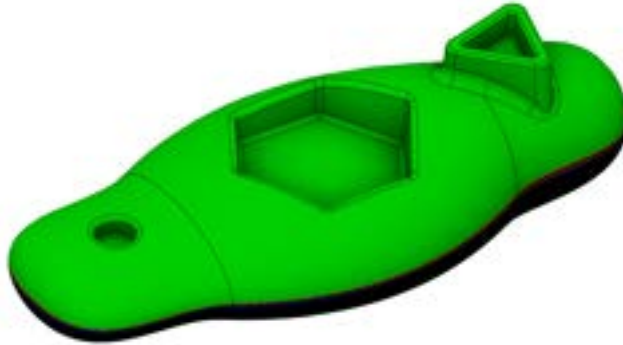
Pour modifier les surfaces existantes, utiliser la fonction de création de dépouilles paramétriques 3D.



Voir la vidéo sur les faces verticales : <https://youtu.be/RmXIM60IBWo>

Arrondis (Fillets)

Pour faciliter l'injection fluide, la résistance du moule, la résistance de la pièce et l'esthétique, il est recommandé d'utiliser un maximum d'arrondis.

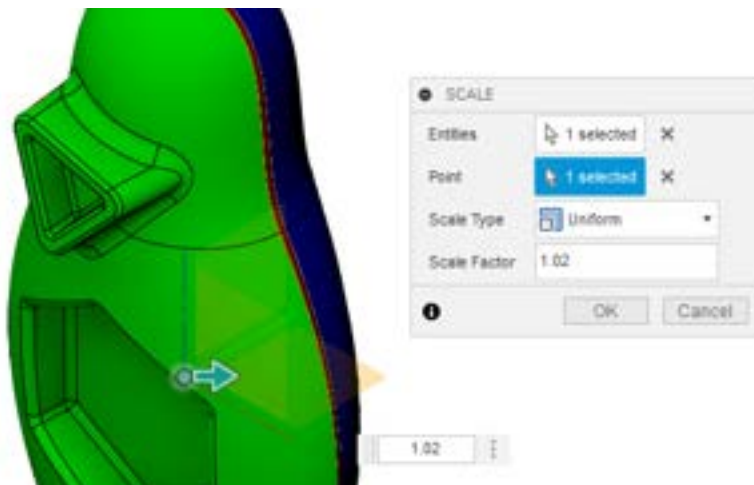


Mise à l'échelle du modèle

Pour compenser le retrait du matériau après injection, il est crucial d'ajuster l'échelle du modèle.

Le retrait dans le plastique moulé est influencé par des facteurs tels que les variations de température, la composition du matériau, le poids moléculaire, la cristallinité et les additifs comme les charges et les pigments. Le modèle est mis à l'échelle en utilisant les valeurs de retrait suivantes pour des plastiques spécifiques : HDPE (3,5 %), LDPE (2 %), PA (1,5 %) et PP (2 %) (Source).

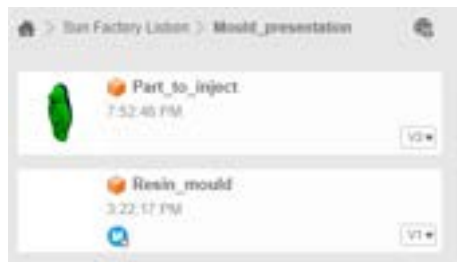
La fonction « *Mise à l'échelle* » est ensuite utilisée pour augmenter la taille du modèle en fonction du matériau d'injection choisi. ([Source](#)).



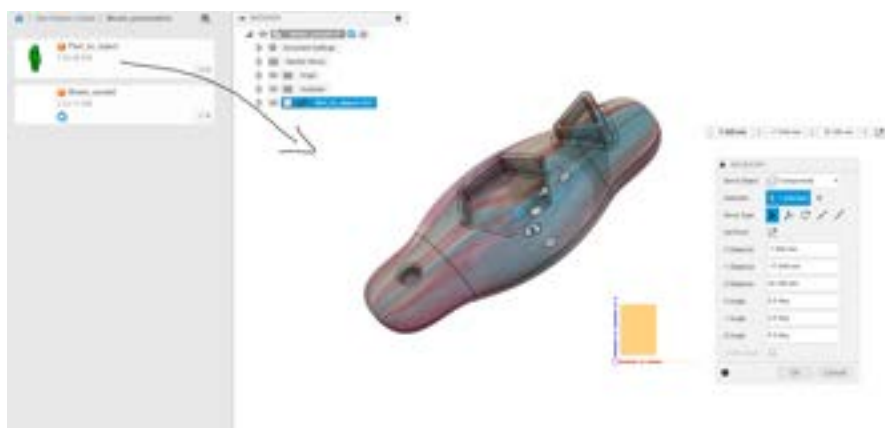
Création du modèle 3D du moule (vidéo)

Utilisation du fichier modèle pour créer le moule

La première étape dans Fusion 360 consiste à nommer et **ENREGISTRER** votre fichier de moule. Dans notre exemple, nous l'appelons « Resin_mould » (Moule_résine).



Le modèle 3D utilisé pour la cavité du moule est importé par glisser-déposer dans le fichier « Resin_mould », créant un lien entre les deux fichiers.



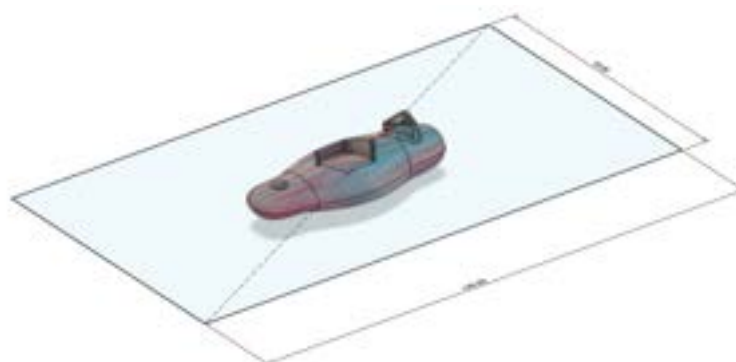
Utilisez la fonction [joint](#) pour positionner l'objet 3D importé en l'alignant sur le plan de séparation du moule. Assurez l'alignement du plan de démoulage avec le plan horizontal du fichier de moule.



Définition de la forme extérieure

Taille d'impression de l'imprimante 3D

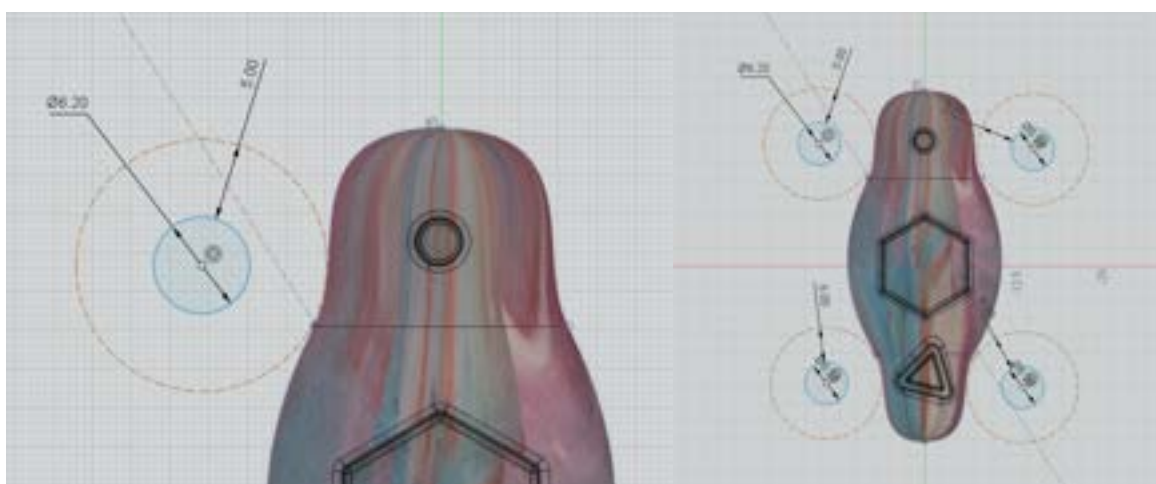
Créez une esquisse pour illustrer la taille maximale d'impression de l'imprimante 3D. Cette étape est cruciale pour évaluer la faisabilité du moule dans la machine d'impression 3D. Reportez-vous aux spécifications de la machine pour déterminer la taille maximale d'impression de manière précise.



Trous de fixation

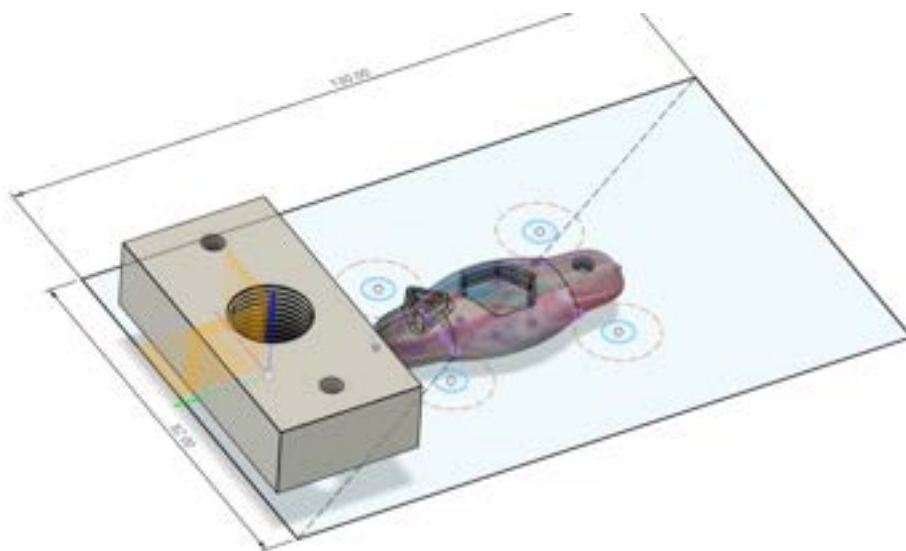
Pour fixer le moule en résine uniquement avec des vis et rondelles, nous préconisons au minimum une taille M6 avec rondelles freinées.

Un minimum de matériau est requis dans les moules en résine ; pour M6, nous préconisons des trous de 6,2 mm avec 5 mm de profondeur.



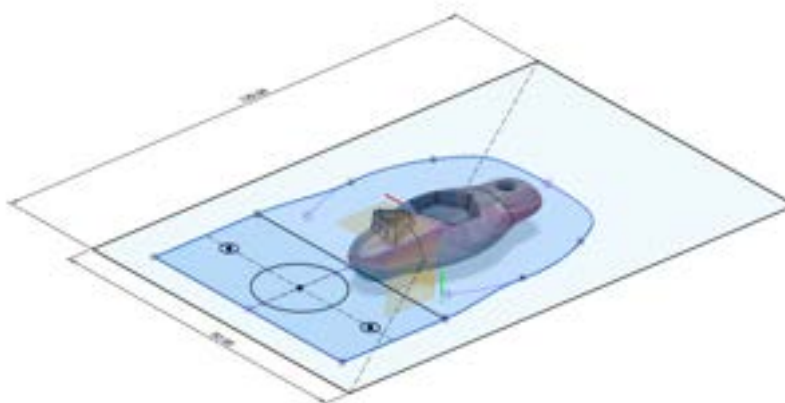
Positionnement du support d'injection

Le positionnement du support d'injection dépend du point d'entrée et influence significativement la forme extérieure du moule. Le support d'injection est fixé par deux vis métriques (M4) sur les coques du moule, définissant le point d'injection. Une base de 60 mm x 30 mm est requise pour supporter le support d'injection.



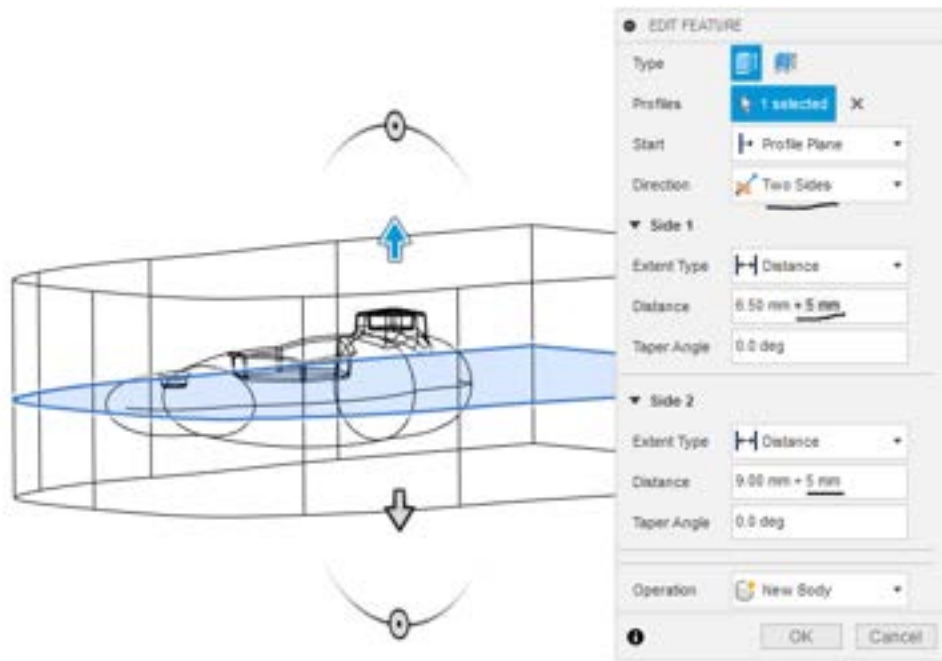
Forme extérieure du moule

En combinant diverses informations telles que la taille d'impression de l'imprimante 3D, les dimensions des trous de fixation et le positionnement du support d'injection, la forme extérieure du moule peut être définie précisément.



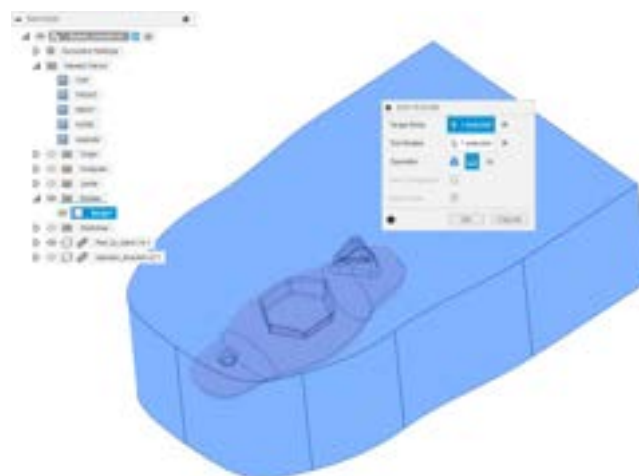
Volume 3D du moule

Après avoir défini la section du moule, nous pouvons extruder le volume du moule.



Cavité

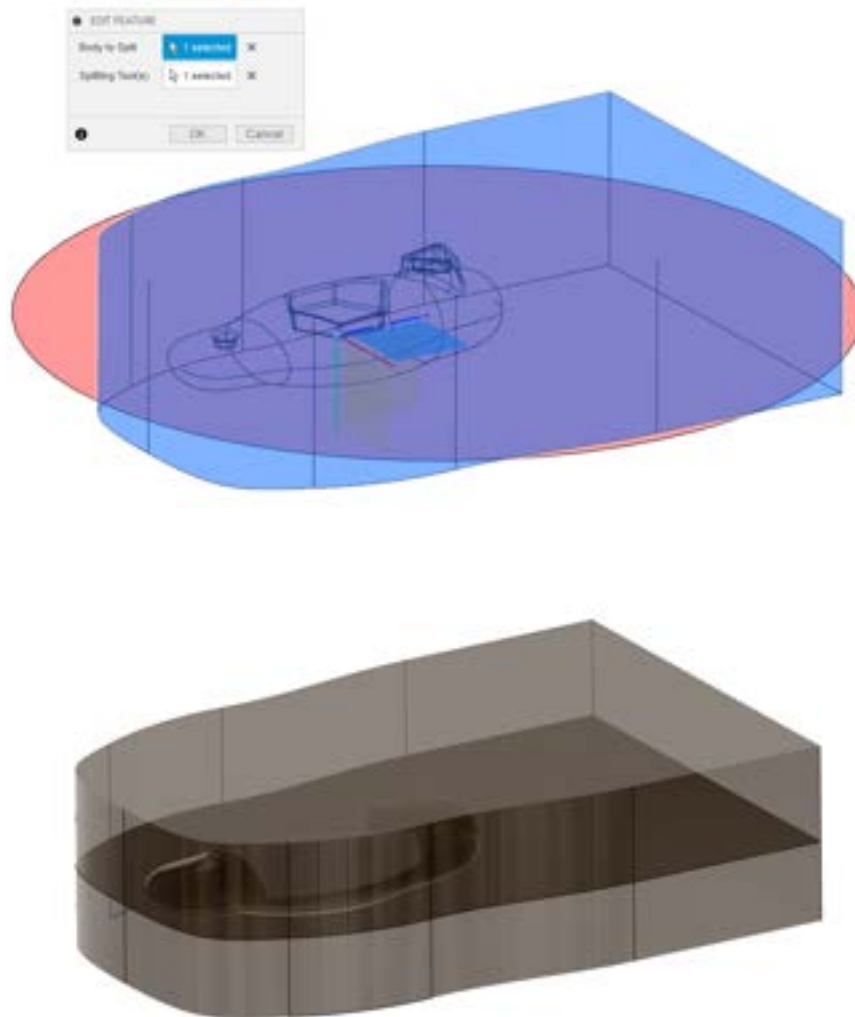
La cavité du moule est réalisée par soustraction de volume à l'aide de la fonction **Combine**.



Voir la vidéo : <https://youtu.be/BJTsWPBXNDI>

Plan de joint du moule

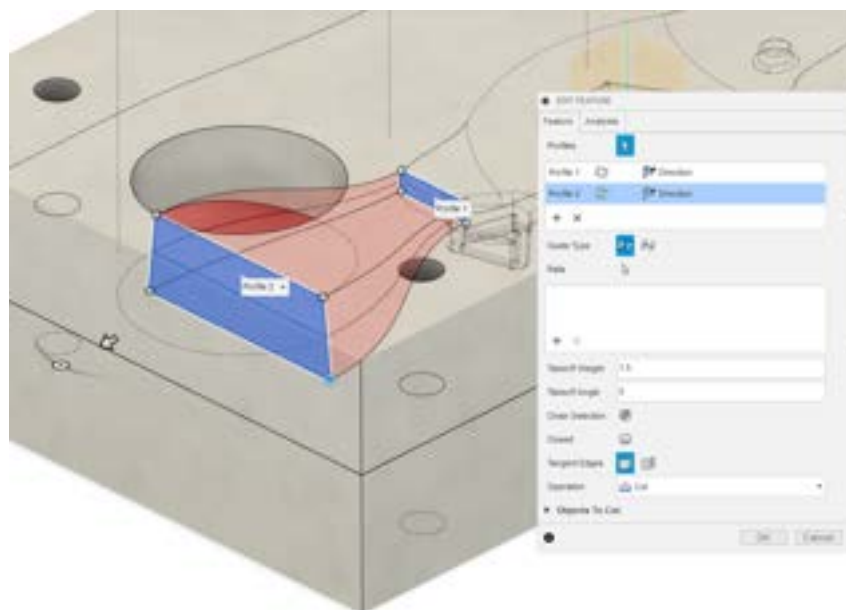
Après avoir créé la cavité par soustraction, la fonction **Split Body** est utilisée, en sélectionnant le corps du moule à diviser et le plan horizontal comme outil de division.



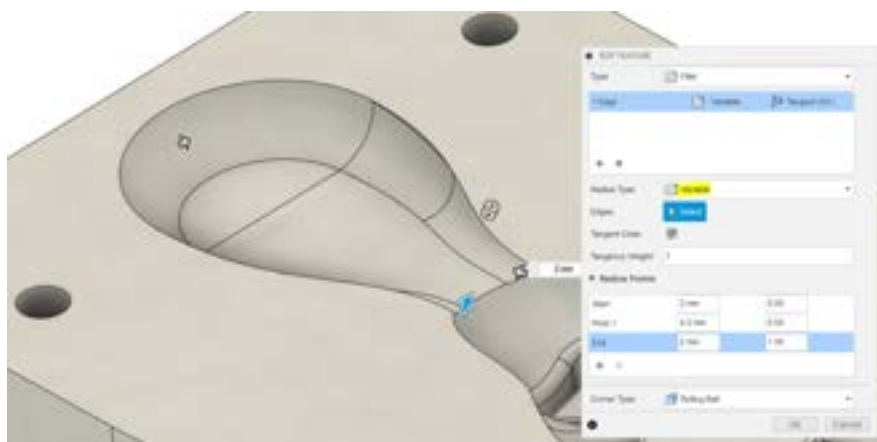
Voir la vidéo : <https://youtu.be/BJTsWPBXNDI>

Point d'injection

Les moules en résine utilisés pendant le processus de recyclage de plastiques solaires ne sont pas chauffés ; le point d'entrée doit avoir la section la plus grande possible sans modifier la fonctionnalité ou la conception de la pièce.

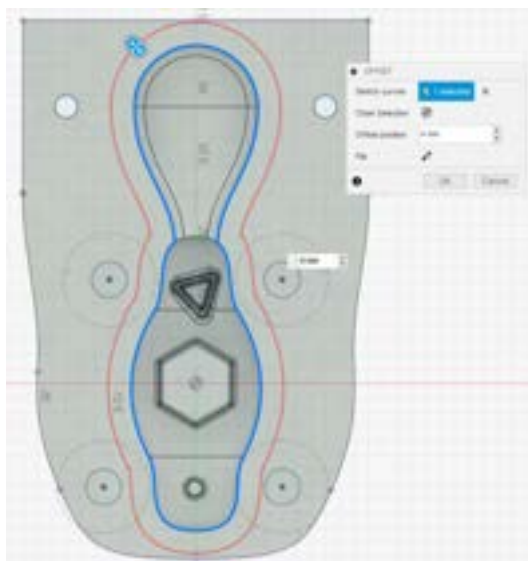


Utilisez la fonction **Loft** pour créer une entrée lisse pour le plastique fondu, en ajoutant des chanfreins aux bords du canal avec la fonction **Arrondi**.

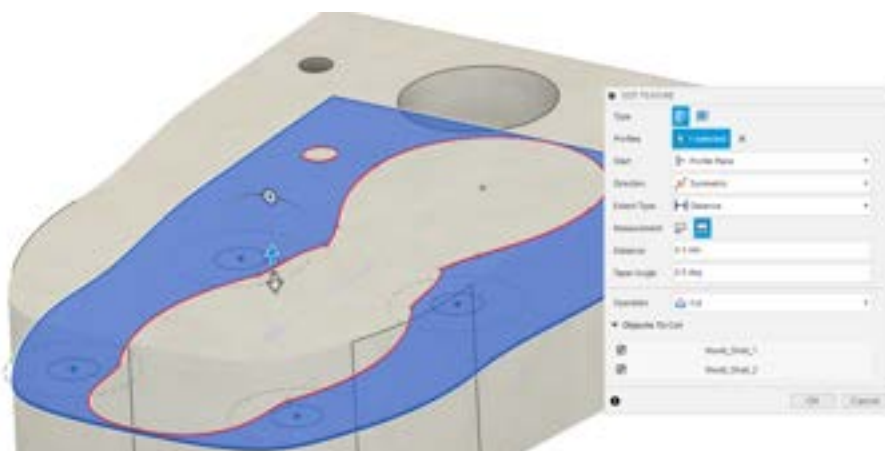


Verrouillage intelligent

Utilisez la fonction **Décalage** en esquisse pour réduire la surface de contact dans le plan de joint, afin d'augmenter la pression de fermeture. Une bande de 4 mm de large est recommandée.

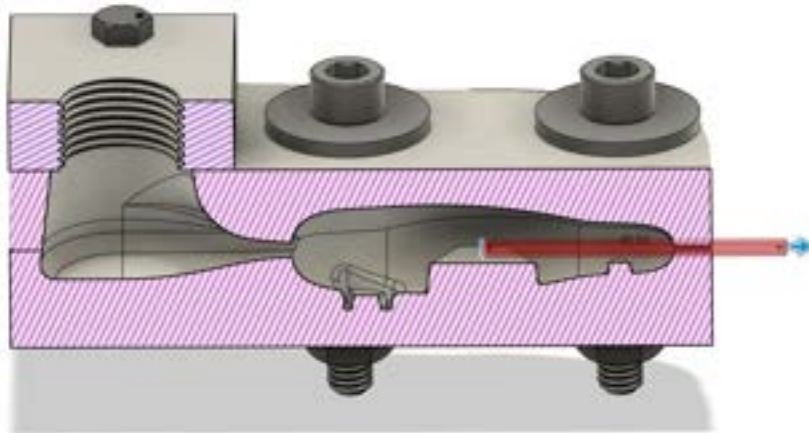


Utilisez la fonction d'extrusion pour découper les deux corps symétriquement sur une longueur totale de 0,3 mm.

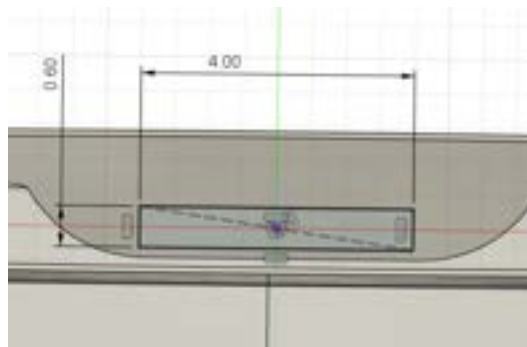


Évents (sorties d'air)

Pour assurer un processus d'injection fluide, nous devons créer des voies d'évacuation pour l'air pendant le moulage. Cela est réalisé en utilisant la fonction d'extrusion pour creuser des canaux dans la conception du moule.



Utilisez la fonction d'extrusion.

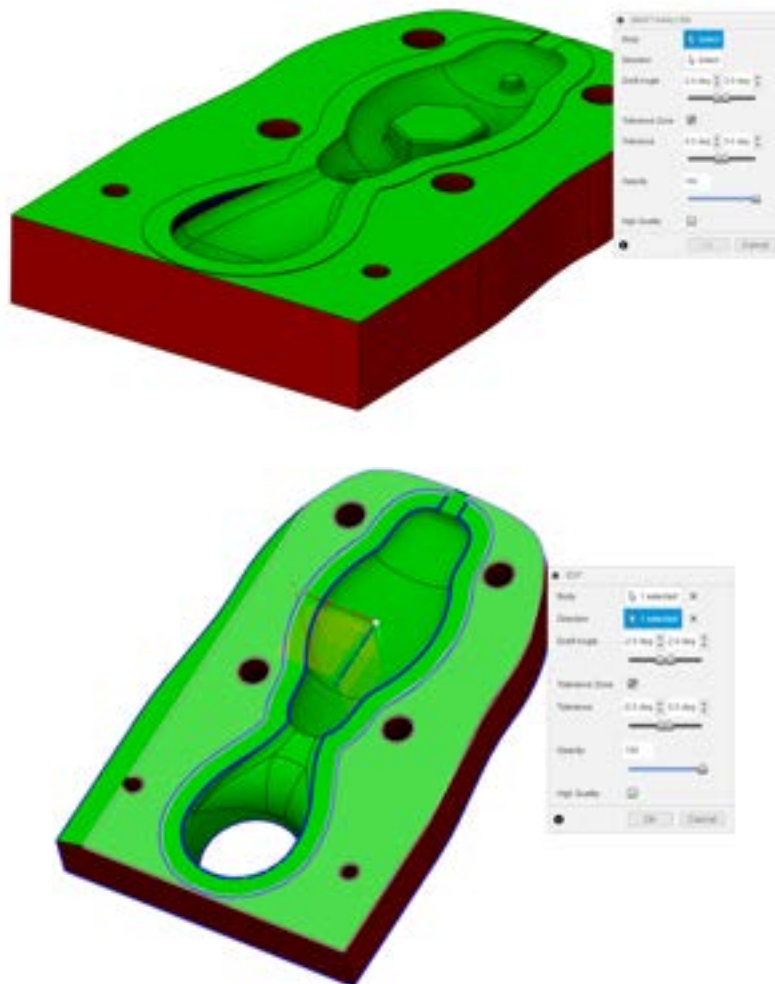


Analyse du moule

Avant de finaliser la conception du moule, il est crucial de réaliser une analyse complète pour en assurer l'efficacité. Cela implique d'évaluer divers aspects tels que les angles de de dépouille, les sections et les résultats d'injection.

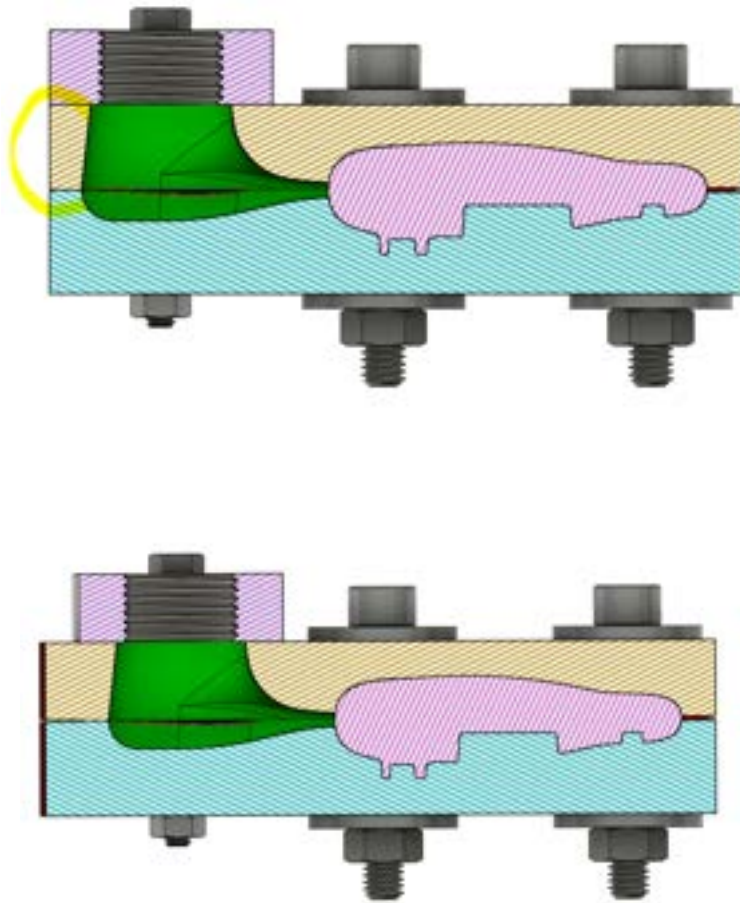
Analyse de dépouille

L'analyse de dépouille est une étape essentielle pour évaluer les angles sur les surfaces du moule. Ce processus aide à déterminer la faisabilité du démoulage du produit final avec succès. C'est un facteur critique pour un processus d'injection fluide et efficace.



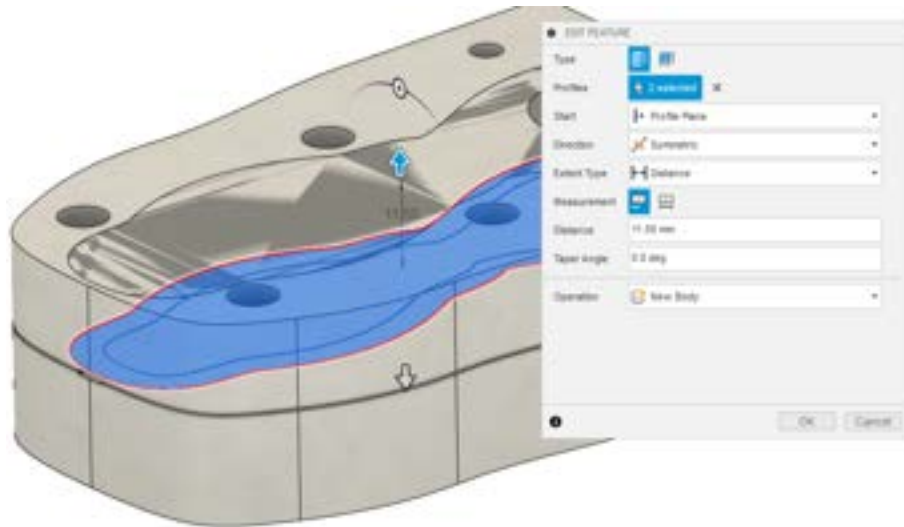
Section

Comprendre la vue en section du moule est vital pour une évaluation globale. Cela fournit des indices sur la façon dont les différents composants s'assemblent et permet d'affiner la conception pour une performance optimale.

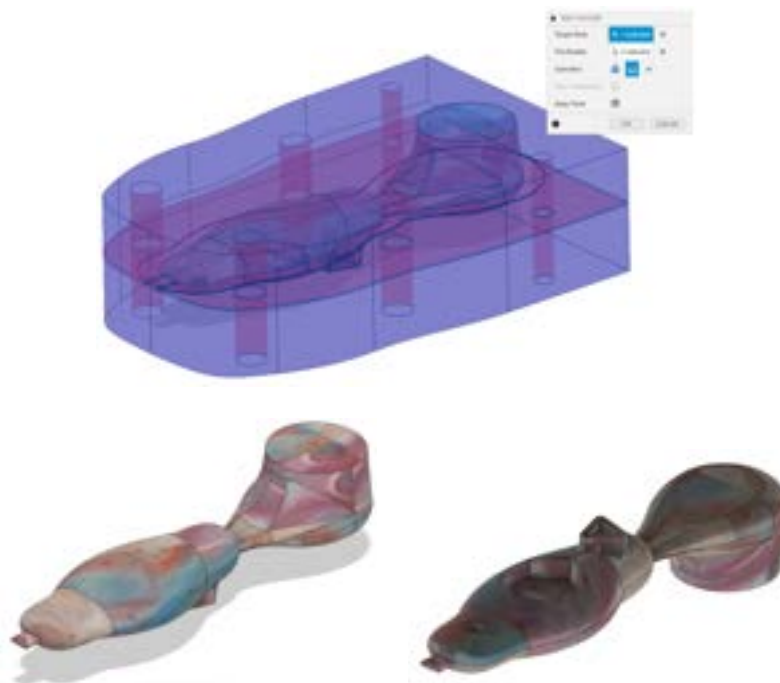


Brut de moulage par injection

Simuler le processus d'injection est une phase clé du flux de conception. Cela est réalisé en créant un nouveau corps par extrusion, mimant l'injection de plastique dans le moule.



L'étape suivante consiste à utiliser la fonction **Combine** pour intégrer cette simulation au moule global.



Analyse des angles de dépouille

Il est toujours conseillé de vérifier si le stock de moulage par injection est démoulable en utilisant la fonction d'analyse des angles de dépouille.



Analyse de masse

La masse est un paramètre clé à examiner, car elle indique la quantité de matériau plastique requise pour l'injection.

Le matériau physique assigné au modèle joue un rôle primordial dans la détermination de ses attributs physiques.



Dans le navigateur de modèle, clic droit pour consulter les propriétés du corps et obtenir la valeur de masse.



Licence

Ce document a été rédigé par Marco Bernardo et présente des méthodes développées dans le cadre du projet Sun Factory pour un recyclage efficace de plastiques alimenté par énergie solaire. Les techniques décrites ici visent à autonomiser les communautés en transformant les déchets plastiques PP, HDPE, LDPE et PLA en produits utiles et durables, en utilisant l'énergie solaire thermique et la technologie d'impression 3D résine.

Notre approche promeut l'innovation durable et autonomise les initiatives locales pour exploiter l'énergie solaire dans le recyclage et la production, en n'utilisant que la lumière du soleil et la force humaine.

Pour diffuser notre savoir-faire, nous adoptons la licence Creative Commons CC BY-SA, encourageant le partage ouvert et l'adaptation de ces méthodes au bénéfice de tous.

Ce guide est disponible sous la licence **Creative Commons Paternité - Partage dans les mêmes conditions (CC BY-SA)**. Cela signifie que vous êtes libre de :

- **Partager** – copier, distribuer et communiquer le document sous n'importe quel support ou format.
- **Adapter** – remanier, transformer et créer des œuvres dérivées pour tout usage, même commercial.

Sous les conditions suivantes :

1. **Paternité** – Vous devez créditer l'auteur, fournir un lien vers la licence et indiquer si des modifications ont été apportées. Vous pouvez le faire de manière raisonnable, mais pas d'une manière suggérant que l'auteur endosse votre usage.
2. **Partage dans les mêmes conditions** – Si vous remaniez, transformez ou créez une œuvre dérivée, vous devez diffuser vos contributions sous la même licence.

Création de moules d'injection en impression 3D résine sur Fusion 360 (3.0)

Apprenez-en plus sur la modélisation paramétrique 3D avec volks.eco – Vidéos Fusion 360 :



<https://www.youtube.com/watch?v=MGj0v1mIBBw>



<https://www.youtube.com/watch?v=zhofvyx3bC0>



<https://www.youtube.com/watch?v=jccU1waabO8>



<https://www.youtube.com/watch?v=epU2c1klYW4>