

# Descriptif d'application

# Production de pièces en silicone à l'aide de moules en coquille imprimés en 3D

Joseph Chang

Ingénieur en applications avancées



# Introduction

Le moulage en coquille est une technique de fabrication sacrificielle qui utilise l'impression 3D pour produire un moule fin, à usage unique, dans lequel est injecté le matériau de production final. Le moule est ensuite cassé. Également connue sous le nom d'« outillage numérique en silicone », cette technique permet de produire de véritables pièces en silicone et en caoutchouc sans recourir à un outillage métallique coûteux et en réduisant les délais de développement des produits. Nos solutions d'impression 3D produisent des moules en coquille à base de résine avec une précision et une vitesse élevées. Ils autorisent la production rapide d'une grande variété de pièces en silicone, y compris de géométries traditionnellement impossibles à réaliser avec un outillage.

## Principaux défis

### QUALITÉ CONSTANTE POUR TOUTES LES CONCEPTIONS

Les moules en coquille imprimés en 3D remédient aux limitations courantes et permettent d'obtenir des pièces performantes aux surfaces de qualité parfaite dans n'importe quel type de silicone. Ce procédé permet de réduire l'utilisation de matériau par rapport à d'autres techniques de moulage par injection faisant appel à l'impression 3D, tout en évitant les problèmes liés à l'impression 3D directe à l'aide de matériaux élastomères, comme le marquage du support.

### FLEXIBILITÉ

Les contraintes budgétaires limitent souvent la capacité des équipes de conception à itérer efficacement des conceptions complexes avec un outillage métallique. L'efficacité du matériau utilisé pour le moulage en coquille permet d'imprimer en 3D plusieurs moules dans lesquels vous pouvez injecter différents matériaux, afin de tester plus de modèles, de façon plus économique.

### DÉLAI DE COMMERCIALISATION

La production de pièces fonctionnelles en silicone avec un délai d'exécution rapide accélère le développement.

**Les silicones sont les matériaux les plus couramment utilisés pour les applications commerciales et médicales.**

## Utilisations et exemples

- Technologie portable
- Articles de sport
- Chaussures
- Appareils de bain/cuisine
- Modèles de simulation médicale



# La qualité, la flexibilité et la rapidité des solutions d'impression 3D plastique de 3D Systems

Traditionnellement, la fabrication de pièces en silicone est un processus coûteux et long. Bien que l'outillage en métal ou en plastique puisse donner d'excellents résultats, il nécessite souvent des délais plus longs et davantage de matériau. Il ne permet pas non plus de procéder à de multiples itérations pendant le développement du produit.

La conception moderne de pièces à l'aide d'outils numériques et de l'impression 3D change complètement la donne en matière d'outillage. La possibilité de produire facilement des pièces en élastomère grâce à la fabrication additive repousse les limites de la créativité en matière de conception et permet de faire preuve d'une réactivité inégalée avec une qualité sans compromis.

Les solutions d'impression 3D plastique de 3D Systems pour le moulage en coquille, notamment les systèmes ProJet® MJP 2500 Plus, Figure 4® et SLA, peuvent produire des pièces fonctionnelles en silicone à usage final qui permettent à votre entreprise de respecter son calendrier de développement de produits. Elles permettent notamment :

- Une production le jour même de pièces 100 % silicone pour accélérer l'itération de la conception et la validation de l'utilisation finale
- Le moulage de détails extrêmement complexes, tels qu'anatomique, à texture et caractéristiques détaillées
- L'itération et la production économiques de toutes les pièces en élastomère
- L'amélioration de l'ajustement et des performances du produit final

## Outillage numérique en silicone - solution de workflow et meilleures pratiques

### 1. CONCEPTION NUMÉRIQUE DE PIÈCES EN 3D



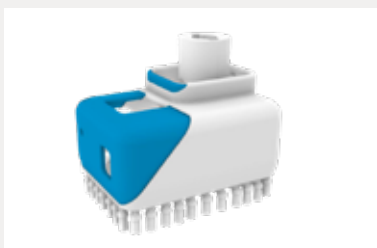
### 2. CRÉATION D'UN MOULE EN COQUILLE



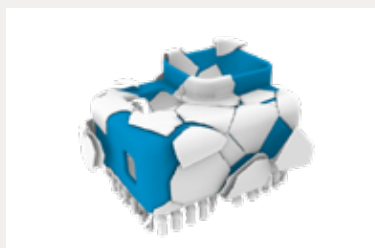
### 3. IMPRESSION 3D D'UN MOULE EN COQUILLE



### 4. INJECTION DE SILICONE



### 5. RETRAIT DU MOULE EN COQUILLE



### 6. FINITION ET VALIDATION FINALES



## CONCEPTION NUMÉRIQUE DES PIÈCES

Lorsque vous concevez votre pièce, réfléchissez à la technologie qui conviendra le mieux pour produire le moule en coquille. Votre pièce présente-t-elle de grandes dépouilles, des volumes enclavés ou des cavités internes ?

Pour les solutions d'impression 3D SLA et Figure 4, réfléchissez à la meilleure façon d'orienter la pièce sur la plate-forme de fabrication. L'orientation idéale permet de drainer facilement le matériau emprisonné pendant l'impression ou le post-traitement. Si la pièce ne s'égoutte pas pendant l'impression sur Figure 4, la force d'aspiration peut provoquer l'affaissement des parois de la pièce et entraîner des défauts indésirables.

Lorsque vous utilisez la technologie d'impression Multijet (MJP) pour les moules en coquille, réfléchissez à la manière de drainer la cire emprisonnée à l'intérieur une fois fondue. Veillez à ce qu'il y ait des trous de drainage et des trous de ventilation pour permettre la circulation de l'air.



## CRÉATION D'UN MOULE EN COQUILLE

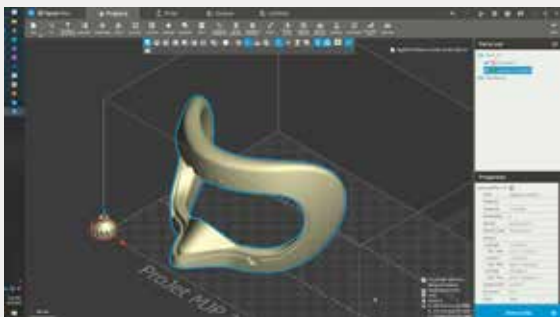
### Paramètres d'importation de maillage

Tolérance de surface : 0,01 mm

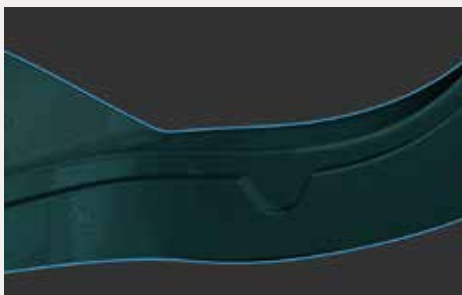
Longueur maximale de l'arête : 0,2 mm

Point de suture : 0,1 mm

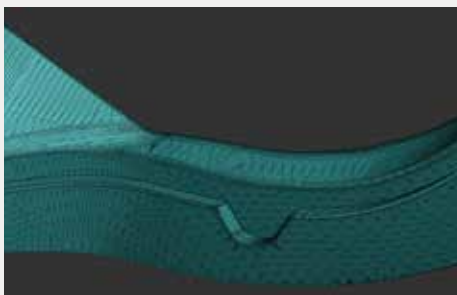
### 1. IMPORTATION D'UNE PIÈCE ET D'UN CONNECTEUR



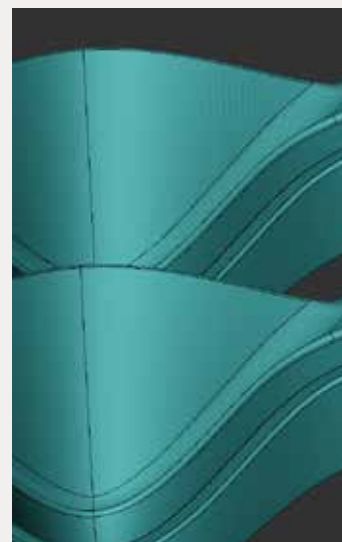
Utilisez les paramètres d'importation haute résolution pour préserver les détails petits et fins et éviter qu'ils ne deviennent facettés ou trop simplifiés. C'est l'idéal pour les pièces présentant tout type de courbure, qu'elle soit simple ou composée.



Haute résolution

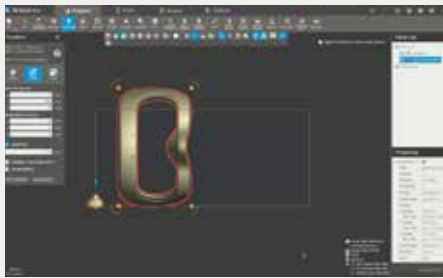


Résolution standard



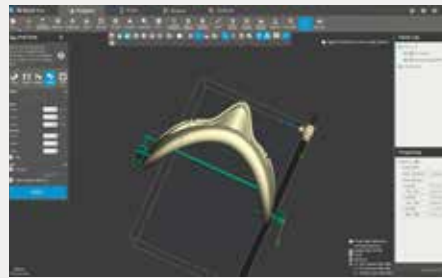
Résolution standard (en haut)  
et haute résolution (en bas)

## 2. ORIENTATION DE LA PIÈCE



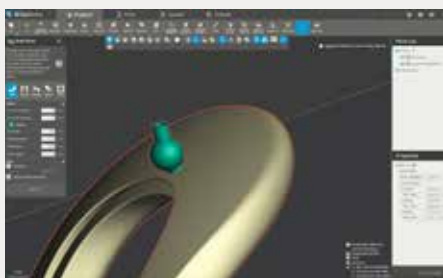
Une fois la pièce importée, tenez compte de l'orientation pour évacuer la cire de support lors de l'impression 3D avec la technologie MJP.

## 4. MISE EN PLACE DE LA CAROTTE



Placez la carotte d'injection dans des zones faciles d'accès et de prise en main. Cet emplacement doit également permettre aux liquides de s'écouler facilement.

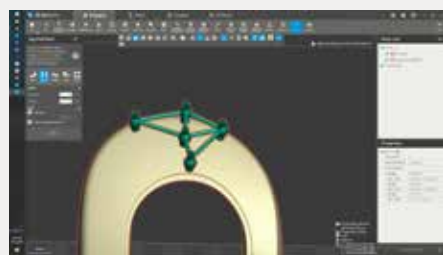
## 3. POSITIONNEMENT DES AÉRATIONS, PONTS ET CANAUX SECONDAIRES D'INJECTION



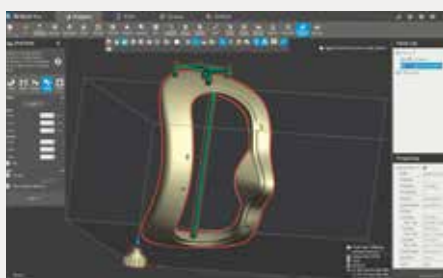
Lorsque vous placez les aérations et les canaux secondaires d'injection, faites attention aux surfaces critiques et tenez compte du fait que le moule sera placé à l'envers pendant le processus de nettoyage.

Placez des aérations aux endroits où l'air se retrouvera naturellement emprisonné. Tenez compte des détails fins et longs, ainsi que de ceux en porte-à-faux.

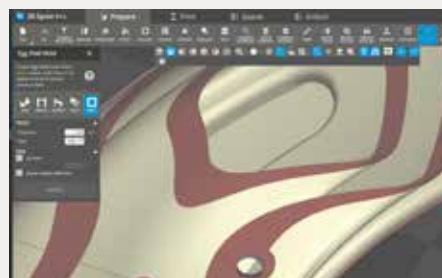
Une fois les aérations placées, vous pouvez générer les ponts.



Placez le canal secondaire d'injection entre les deux faces intérieures de la pièce pour permettre au silicone d'atteindre plus facilement l'intérieur de l'autre côté de la pièce.



## 5. GÉNÉRATION ET INSPECTION DES MOULES EN COQUILLE



La technologie d'impression 3D que vous choisissez a un impact sur la compensation des pièces. Pour les technologies SLA et Figure 4, vous pouvez imprimer des moules en coquille avec une épaisseur de paroi allant jusqu'à 0,3 mm. Pour la technologie MJP, nous recommandons d'imprimer la pièce avec une épaisseur de paroi d'au moins 0,8 mm. L'utilisation de renforts supplémentaires, tels que des nervures structurelles ou des supports en treillis, est utile pour les pièces comportant des cavités internes ou de grandes surfaces planes ou ondulées.

Utilisez l'outil de point de découpe Z pour inspecter les aérations et la coquille afin de vous assurer qu'elle a été générée correctement.

## IMPRESSION 3D D'UN MOULE EN COQUILLE

Nos solutions de moulage en coquille SLA, Figure 4 et MJP peuvent évoluer et imprimer autant de moules en coquille que nécessaire pour le développement ou une production limitée.

Pour les pièces dont la complexité géométrique est limitée, nous suggérons la technologie SLA ou Figure 4. La rapidité et l'efficacité matérielle de ces systèmes permettent de produire des pièces en 24 heures.

Pour les pièces plus complexes, avec des détails tels que des rainures, des dépouilles et des cavités internes, nous suggérons notre plate-forme MJP, qui imprime avec un support en cire qui peut être fondu et évacué.

## POST-TRAITEMENT

Les moules en coquille imprimés en 3D avec les solutions SLA et Figure 4 peuvent être post-traités avec de l'alcool isopropylique et un séchage à l'air. Évitez d'exposer les moules imprimés à l'alcool isopropylique pendant plus de cinq minutes. Cela peut entraîner un séchage excessif du moule et provoquer des fissures. Les fissures capillaires qui en résultent seront perceptibles dans les pièces moulées. Utilisez un pulvérisateur ou un vaporisateur contenant de l'alcool isopropylique pour éliminer la résine résiduelle dans le moule et séchez à l'air libre tout solvant résiduel emprisonné. Votre moule est totalement propre lorsqu'il n'y a pas de taches de résidus brillants ou de liquides piégés.

Post-traitez les moules en coquille imprimés en 3D par MJP avec un four de laboratoire réglé à 70 °C. Veillez à utiliser un four à température contrôlée car la cire peut commencer à fumer à des températures plus élevées. Faire fondre les supports dans une cuve de cire déjà fondue peut aider à accélérer le processus de fusion, mais veillez à ne pas trop remplir le récipient. Pendant le processus de drainage, après la vidange initiale, vous devrez peut-être faire rouler la pièce pour vider les volumes emprisonnés. Pour évacuer complètement la cire emprisonnée dans les orifices du moule en coquille, renversez le moule sur des serviettes en papier dans le four.

## INJECTION DE SILICONE

Tous les produits en silicone disponibles dans le commerce peuvent être utilisés pour l'injection. Après le mélange manuel et le dégazage sous vide, remplissez de silicone une seringue ou une cartouche injectable préchargée avec la canule de mélange. Si vous utilisez un connecteur personnalisé, vous pouvez imprimer en 3D des adaptateurs pour modifier vos outils d'injection. Vous pouvez également imprimer votre carotte d'injection en utilisant un connecteur préexistant afin d'apposer un joint sûr et stable facilitant l'injection du matériau. La plupart des silicones peuvent être injectés à la main ; seuls les shores plus fermes (au-dessus de 60 A) nécessiteront une force mécanique assistée.



## EXTRACTION DU MOULE EN COQUILLE

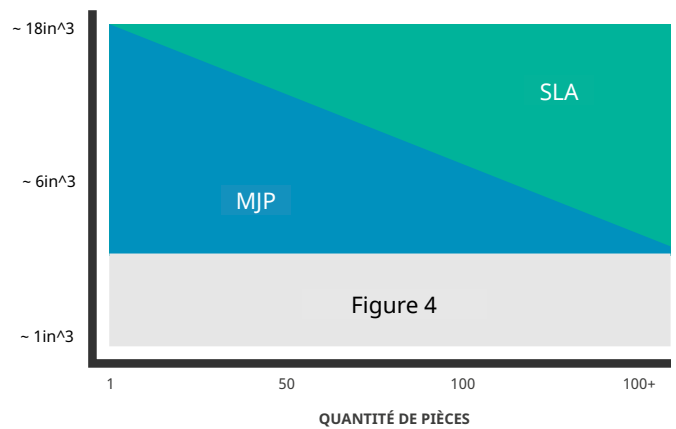
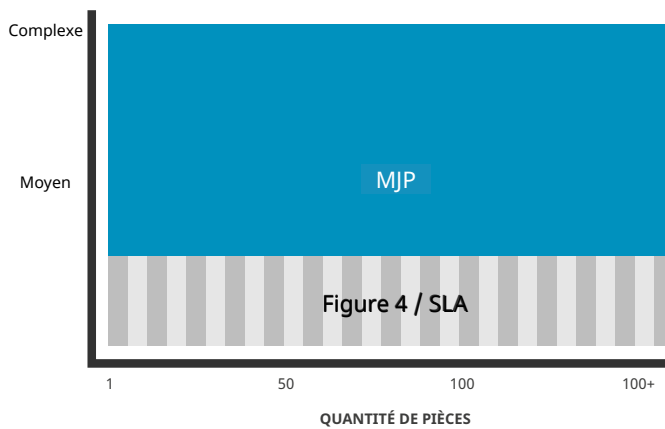
Démouler un moule en coquille, c'est exactement comme retirer la coquille d'un œuf dur. Le retrait du moule sous l'eau courante permet de décoller les éclats du moule de la surface de la pièce. Placez une crépine dans votre évier ou retirez le moule dans un seau pour empêcher les débris de plastique de s'écouler dans vos canalisations. Une fois le moule en coquille retiré, vous pouvez utiliser une lame de rasoir ou un cutter plat pour enlever les résidus de la carotte et de l'évent.



# Solutions

Imprimantes	Matériaux	Logiciels	Appareils et accessoires
<a href="#">Projet® MJP 2500 Plus</a> <a href="#">Imprimantes SLA Projet® 6000 HD, Projet 7000 HD</a> <a href="#">Figure 4® Standalone, Modular et Production</a>	<a href="#">Visijet® M2S-HT250 (MJP)</a> <a href="#">Visijet® M2S-HT90 (MJP)</a> <a href="#">Accura® 60 (SLA)</a> <a href="#">Figure 4® HI TEMP 300-AMB (Figure 4)</a> <a href="#">Figure 4® EGG SHELL-AMB 10 (Figure 4)</a>	<a href="#">3D Sprint®</a> est un logiciel avancé, à interface unique, qui permet de préparer, d'éditer, d'imprimer et de gérer des fichiers de manière intuitive. Il comprend également un ensemble d'outils permettant de créer facilement des moules en coquille.	Chambre sous vide Pistolet à calfeutrer Seringue Four de laboratoire avec contrôle de la température (pour les pièces MJP) Unité de séchage UV pour les pièces SLA et Figure 4 Tubes en matière plastique Vis de mélange

## Comparaison des solutions



Et ensuite ?

# Obtenez plus d'informations sur la production de pièces en silicone par 3D Systems à l'aide de moules en coquille imprimés en 3D

Parlez à nos experts.

[NOUS CONTACTER](#)

**3D Systems France SARL**  
ZA Les Petites Forges  
72380 Joué l'Abbé, France  
[www.3dsystems.com](http://www.3dsystems.com)

Garantie/Avis de non-responsabilité : les caractéristiques de performances de ces produits peuvent varier selon l'application, les conditions de fonctionnement et l'utilisation finale. 3D Systems réfute expressément toute garantie, explicite ou implicite, y compris, mais sans limitation, les garanties de qualité marchande et d'adéquation à une utilisation particulière.

Remarque : Certains produits et matériaux ne sont pas disponibles dans tous les pays - Veuillez contacter votre représentant commercial local pour connaître leur disponibilité.

© 2022 3D Systems, Inc. Tous droits réservés. Sujet à changements sans préavis. 3D Systems, le logo 3D Systems, 3D Sprint, ProJet, Accura, Visijet et Figure 4 sont des marques déposées de 3D Systems, Inc.