An abstract 3D rendering featuring a stream of glowing blue cubes that tapers from the top left towards the center. The background is a dark blue gradient with various geometric shapes, including a large gear-like structure on the left and several rectangular blocks on the right. The overall aesthetic is modern and technical.

Conception pour la fabrication et
introduction aux outils d'optimisation

Objectifs du cours

Après avoir terminé ce module, vous devriez être capable de :

- Utilisez ces instructions pour déterminer si une conception est adaptée à la technologie HP Multi Jet Fusion
- Faire des recommandations sur la façon d'améliorer la conception de la pièce pour la technologie HP Multi Jet Fusion
- Avoir une connaissance des outils d'optimisation disponibles

Table des matières

Leçon 1. Conception pour les directives de fabrication

Leçon 2. Introduction aux outils d'optimisation

A large, dark hand enters from the left, pointing towards a futuristic architectural model. The model consists of several rectangular blocks with intricate, glowing blue, organic patterns on their surfaces. The scene is set against a dark background with a blue glow emanating from the base of the model. Four tiny human figures are scattered across the base of the model, providing a sense of scale.

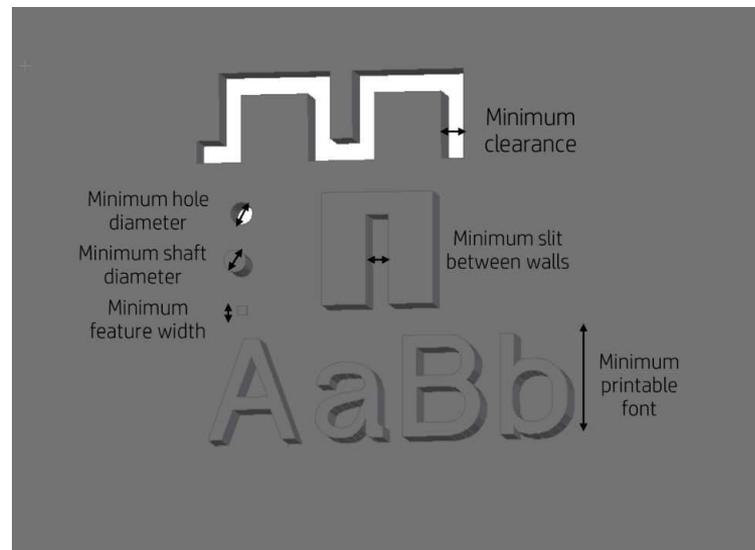
Leçon 1.

Conception pour les directives de fabrication

Précision dimensionnelle

- La précision dimensionnelle pouvant être atteinte par HP Multi Jet Fusion 3D est de **+/- 0,2 mm jusqu'à 100 mm et 0,2 %** au-dessus cette valeur, mesurée après le sablage

Valeurs minimales	mm
Diamètre du trou à 1 mm d'épaisseur	0,5 mm
Diamètre de l'arbre à 10 mm de hauteur	0,5 mm
Police imprimable	6 pt
Caractéristique imprimable ou détail	0,1 mm en largeur
<u>Clearance at 1 mm thickness</u>	0,5mm d'épaisseur
Fente entre les parois	0,5 mm



Pendant la préparation de l'impression, il n'est pas nécessaire d'ajouter un coefficient de contraction. Ceci est compensé automatiquement par l'imprimante.

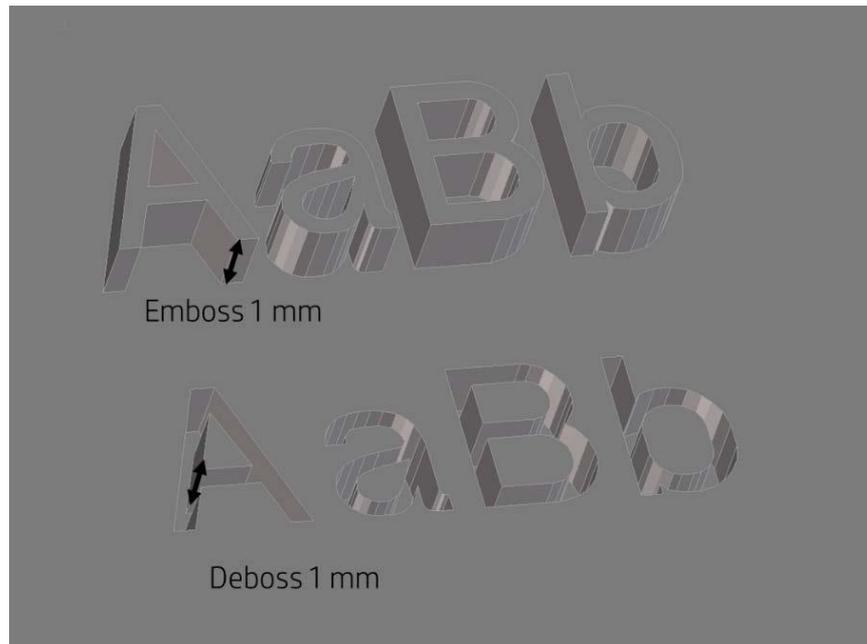
Gravure

- La technologie Multi Jet Fusion permet d'imprimer des lettres et un certain nombre de dessins avec une résolution et une définition très élevées



Tout texte, numéro ou dessin inclus dans une pièce est recommandé d'avoir au moins 1 mm de profondeur et d'être orienté dans le plan XY

- Pour les pièces très épaisses la profondeur ou la saillie doit être supérieure à 1 mm
- Gaufrages - mieux orientés vers le haut
- Perforages - mieux orienté face visible



Pièce pleine ou remplissage structural

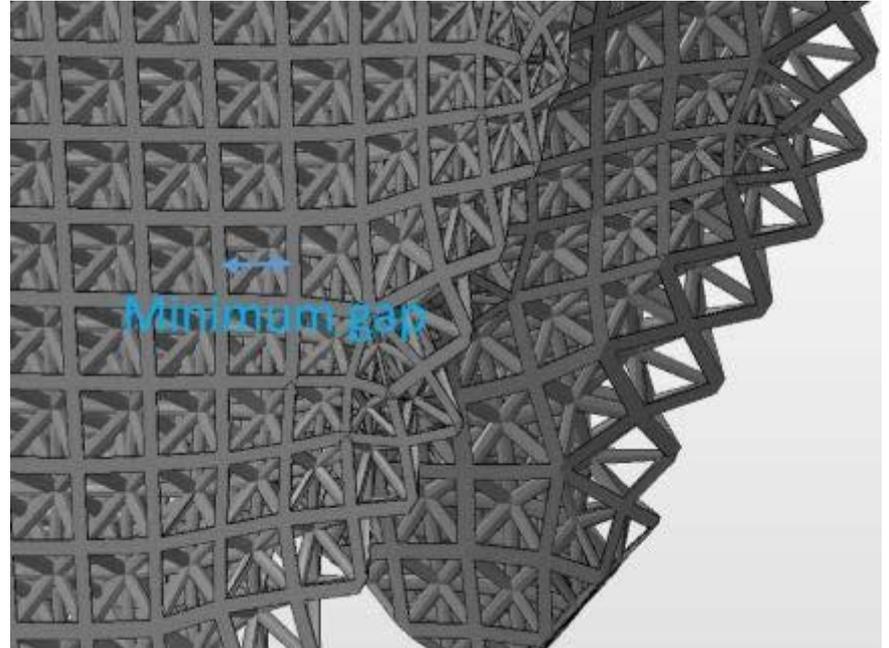
Multi Jet Fusion vous permet d'imprimer :

- des conceptions génératives optimisées pour la topologie, ou même de petites structures en lattice

Ce type de conception aide à **réduire** :

- le **poids** de la pièce et la quantité de matière utilisée
- le **coût** d'exploitation dans les applications très sensibles au poids

L'écart minimum recommandé dans une structure en lattice pour s'assurer que toute la poudre à l'intérieur de la pièce peut être enlevée est de 1 mm



Épaisseur de paroi

Épaisseur de paroi minimale*	mm
Parois courtes orientées dans le plan XY	0,3 mm
Parois courtes orientées dans le plan Z	0,5 mm

*Cependant, il est recommandé d'**augmenter l'épaisseur** de cette valeur ou d'ajouter des nervures ou des congés afin de renforcer les pièces.



Astuce : Creuser la pièce autant que possible. Il économise l'agent et la poudre. Les marques de retassures sont réduites.

Espacement minimum

Entre les pièces imprimées en tant que assemblages

- Parfois, une paire de pièces imprimées doit s'emboîter en raison de leur application finale
- Dans ces cas, il est recommandé d'avoir des **espaces d'au moins 0,4 mm** (+/- 0,2 mm de tolérance de chaque partie) dans les zones d'interface qui doivent s'emboîter, afin d'assurer un assemblage correct

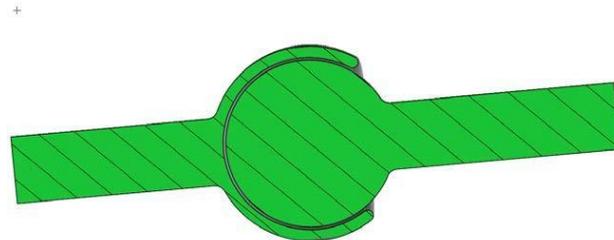


Entre les pièces placées dans la chambre d'impression

- Pour une stabilité optimale, il est recommandé d'utiliser une distance de 2 mm entre les pièces
- Dans certains cas, ceci peut être réduit à 1 mm si les pièces ont un faible volume (~ 1 cm³)

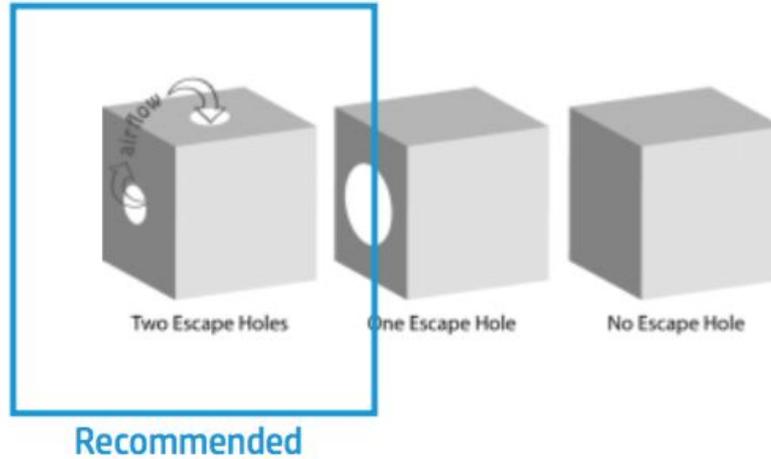
Entre les pièces à assembler après l'impression

- Les pièces à assembler qui sont imprimées ensemble doivent avoir un dégagement minimum de 0,5 mm entre elles
- Les pièces avec des parois très épaisses au-dessus de 50 mm doivent avoir un écart plus important afin d'assurer une bonne performance



Géométries creuses fermées

- Le Multi Jet Fusion est un processus où les pièces sont construites sélectivement en fusionnant les zones souhaitées de couches à base de poudre.
- Si les pièces imprimées sont creusés, afin d'enlever la poudre, des trous de vidange doivent être ajoutés à la conception. Le diamètre minimum recommandé des trous est de 2 mm
- La recommandation est d'inclure au moins 2 trous

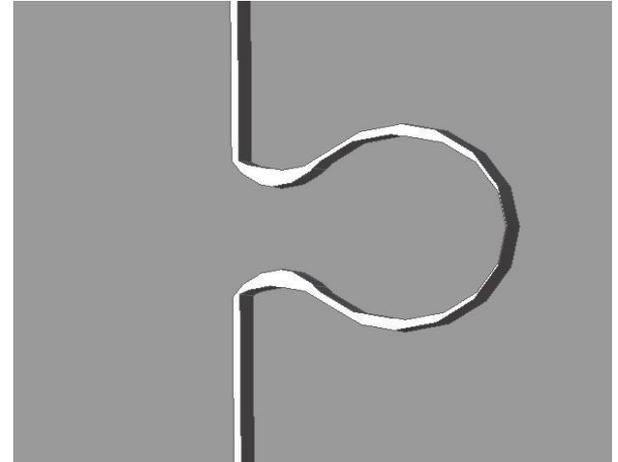


Lignes de colle

Les pièces plus grandes que la plus grande taille de construction supportée peuvent être imprimées avec la Multi Jet Fusion en les divisant en différentes parties

Options disponibles pour assurer une bonne articulation entre eux :

- Coller les pièces
- Souder les pièces



Pour obtenir un bon résultat, la conception doit prendre en compte **0,1-0,2 mm de jeu en plus de l'espacement** minimum recommandé entre les pièces pour le collage afin de maintenir les propriétés dimensionnelles.

Conduits

- Pour enlever la poudre de l'intérieur des conduits de la machine, une chaîne à travers le conduit peut être conçue et imprimée
- Lorsque les pièces sont imprimées, la chaîne peut être retirée en la tirant et cela permettra aux billes de sable de pénétrer dans le conduit et d'enlever la poudre restante



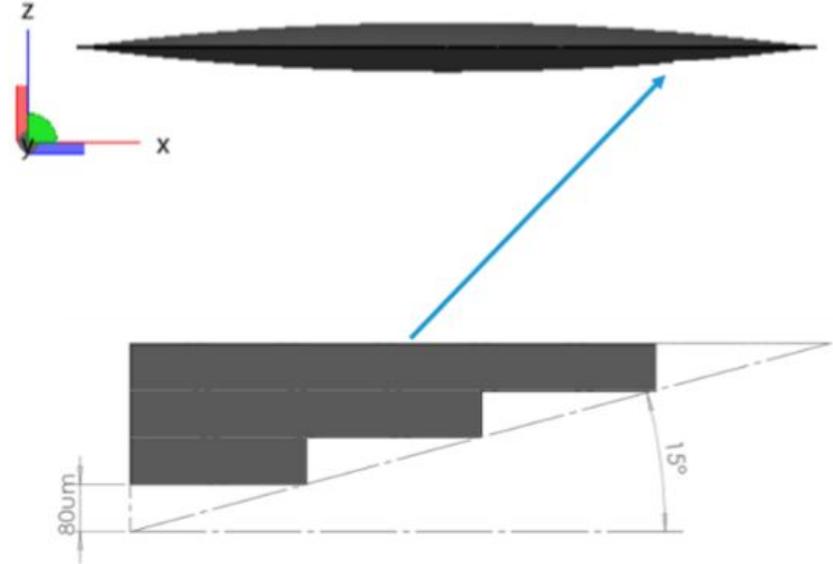
Préparation à l'impression

Orientation

Esthétique

- MJF est un processus couche par couche et dans certains cas, les couches qui forment la pièce peuvent être vues visuellement
- Il est recommandé d'éviter de positionner les surfaces ayant des angles inférieurs à une certaine valeur le long de l'horizontale (plan XY), en fonction de l'épaisseur de la couche.
- Les valeurs minimales et maximales recommandées à éviter pour chaque épaisseur de couche sont incluses dans le tableau ci-dessous :

	Des pas "d'escalier" visible apparaît	
Épaisseur de couche (microns)	Angle minimum	Angle maximum
80	0	20
100	0	30

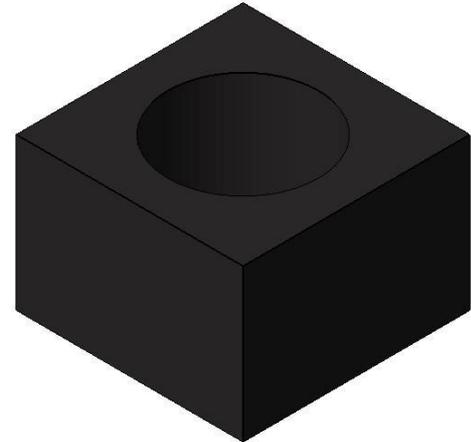
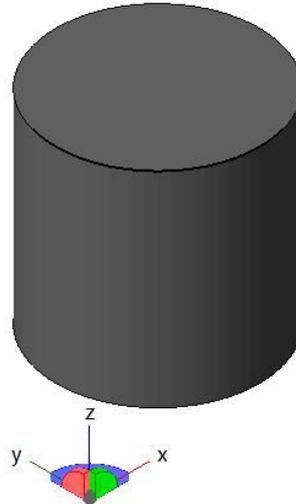
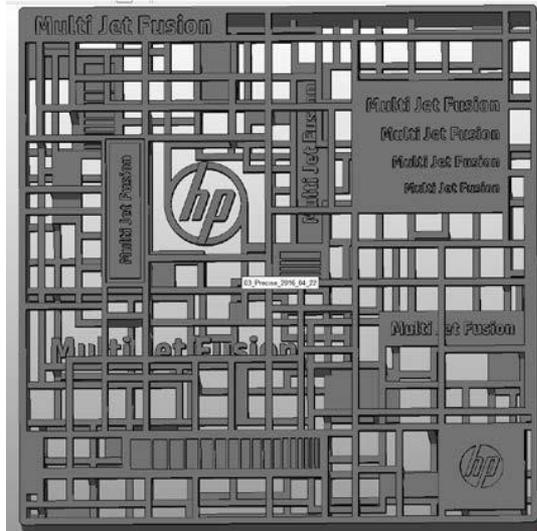


Préparation à l'impression

Orientation

Précision de la pièce

- La précision de pièces est **meilleure dans le plan XY** que dans le sens Z. Les caractéristiques nécessitant la résolution la plus élevée doivent être placées sur le plan **XY**
- **Les corps cylindriques** doivent être orientées verticalement autant que possible



Orientation de la pièce

Surfaces courbes

- Si une pièce a besoin d'une surface lisse, elle doit être positionnée face vers le bas.

Surfaces pointues

- Des surfaces tranchantes ou avec des caractéristiques très détaillées sont recommandées d'être imprimées face vers le haut.



Minimiser les déformations

- Pour obtenir la meilleure qualité d'impression et minimiser les déformations des pièces, les surfaces planes et longues doivent être positionnées en diagonale dans la longueur de la construction d'impression, avec un angle minimum de 15° par rapport à l'horizontale.
- Cette orientation est particulièrement recommandée pour les pièces longues et minces

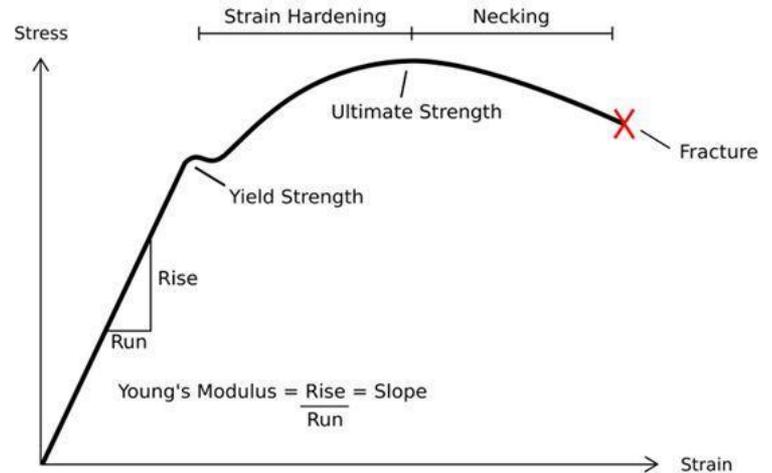
Précision et répétabilité

- Les pièces doivent être positionnées le plus près possible du centre du lit d'impression afin de conserver une impression stable et précise
- Pour la répétabilité des pièces, les pièces doivent être placées à la même hauteur

Préparation à l'impression

Orientation

- **Propriétés mécaniques en fonction de l'orientation**
- Les meilleures propriétés mécaniques d'une pièce sont obtenues le long du plan XY (horizontalement)
- Pour les caractéristiques comme une épingle ou un clip qui doit supporter une certaine charge, il est recommandé de les positionner horizontalement chaque fois que possible



A large, dark hand reaches from the left side of the frame towards a futuristic architectural structure. The structure consists of several rectangular blocks with intricate, glowing blue patterns on their surfaces. Small human figures are scattered across the base of the structure, providing a sense of scale. The overall scene is illuminated with a cool blue light, creating a high-tech, digital atmosphere.

Leçon 2.

Introduction aux outils d'optimisation

Outils logiciels d'optimisation

Introduction à l'**optimisation topologique** et aux **structures en lattice**.

Optimisation topologique

- Qu'est-ce que c'est l'optimisation topologique ?
- Quels outils logiciels sont disponibles ?

Structures en lattice

- Quelles sont les structures en lattice ?
- Quels outils logiciels sont disponibles ?

Quels outils logiciels d'optimisation topologique sont disponibles?

Il en existe de nombreux :

- Autodesk FUSION 360
- Autodesk Meshmixer
- Autodesk Netfabb ultimate
- Extension Dynamo



 **AUTODESK®
FUSION 360™**

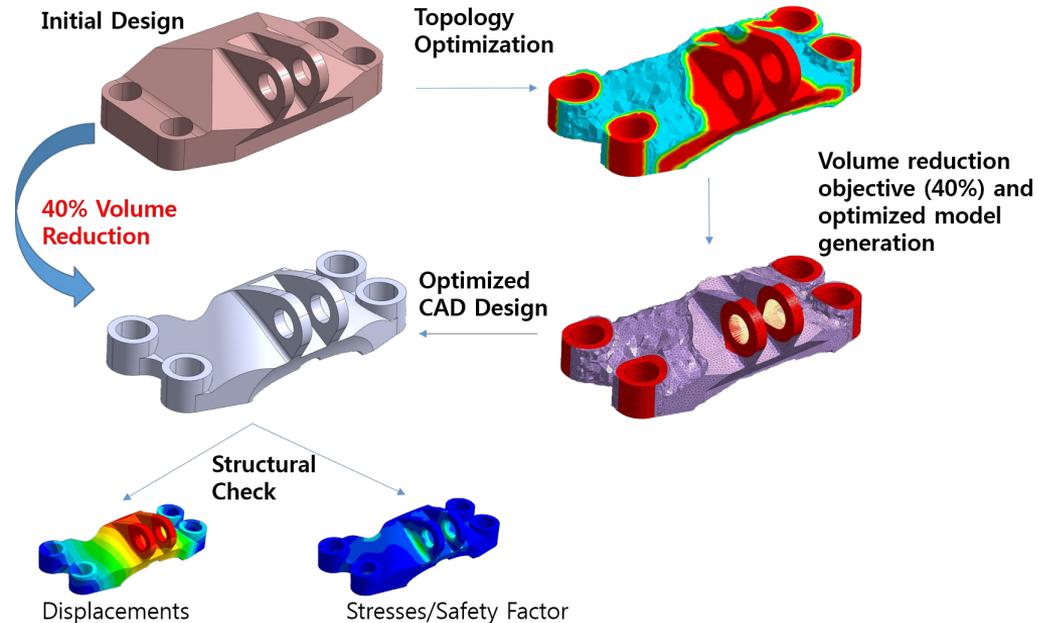
 **AUTODESK®
NETFABB®**

 **AUTODESK®
MESHMIXER®**

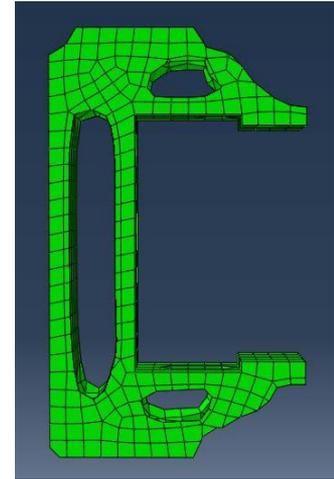
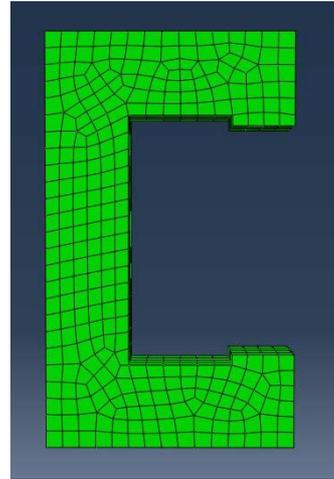
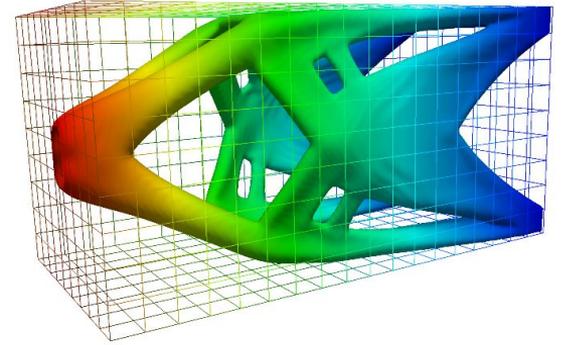
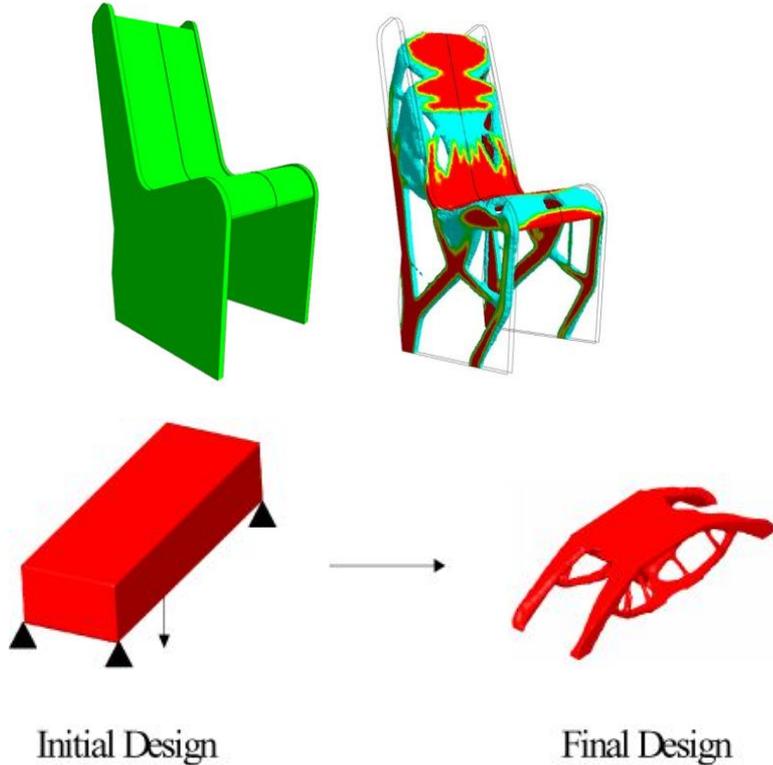
Qu'est-ce que l'optimisation de la topologie?

Dans sa forme la plus simple, le procédé d'optimisation topologique résout le problème de distribution d'une quantité de matériau dans un domaine de conception soumis à des conditions de charge et de support, de sorte que la rigidité de la structure est maximisée.

L'optimisation topologique peut **réduire considérablement le poids / volume** d'une pièce tout en répondant aux exigences mécaniques de la pièce.

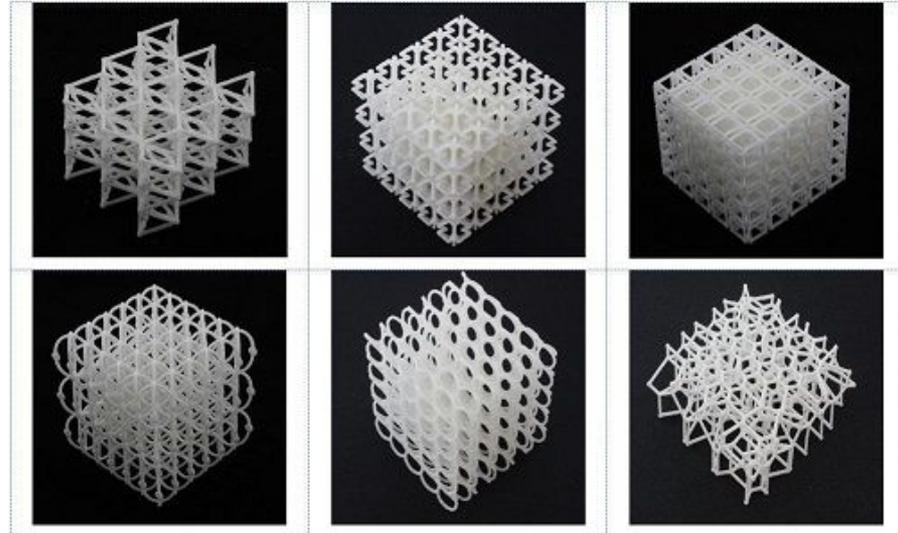


Qu'est-ce que l'optimisation de la topologie?

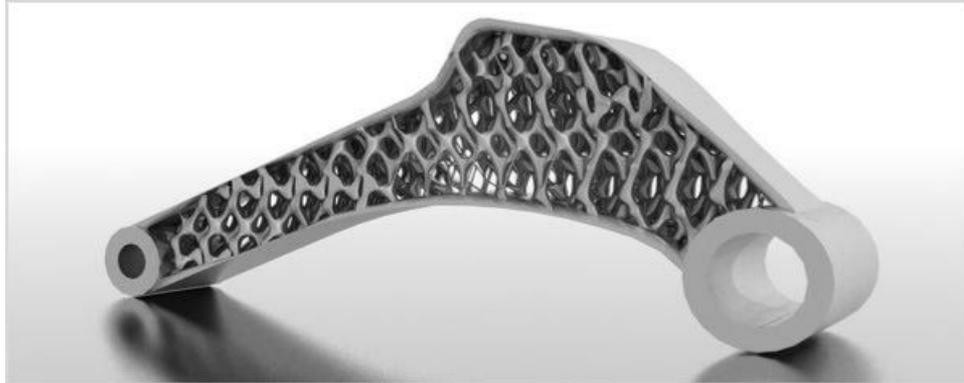
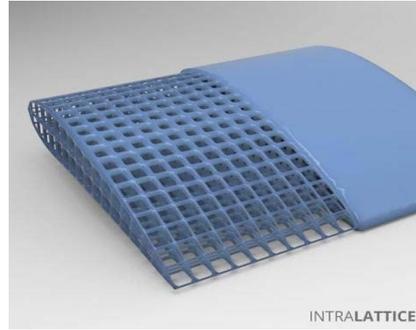
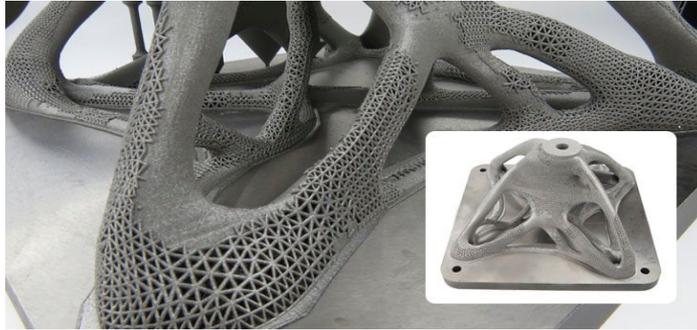


Quelles sont les structures en lattice ?

- Le plus petit composant d'une structure en lattice est la cellule unitaire.
- La structure en lattice est constituée de répétitions de cette cellule élémentaire.
- La géométrie de cette cellule unité détermine les propriétés mécaniques et le comportement de toute la structure en lattice.
- En modifiant la géométrie de la structure en lattice, les propriétés mécaniques d'un matériau peuvent être modifiées en fonction d'une exigence spécifique. Ce nouveau "matériau" s'appelle un métamatériau.
- Les structures en lattice permettent de réduire considérablement le poids des composants tout en conservant les mêmes propriétés mécaniques.



Quelles sont les structures en lattice ?



Quelles sont les structures en lattice ?

