

Guide de conception

Impression directe en métal Guide de conception



Sommaire

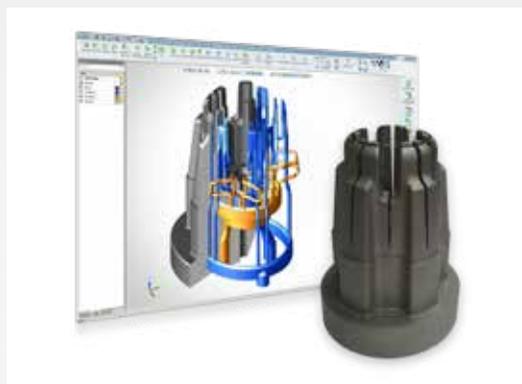
- [03](#) Pourquoi l'impression directe en métal
- [04](#) Processus de l'impression directe en métal (DMP)
- [05](#) Principes de base de la DMP
- [15](#) Stratégies de réduction des supports
- [23](#) Directives d'orientation des pièces
- [29](#) Directives de conception
- [36](#) Post-traitement
- [43](#) Nous sommes là pour vous aider



Pourquoi l'impression directe en métal

L'impression directe en métal (DMP) est une technique de fabrication additive qui permet de produire des pièces dans une grande variété d'alliages métalliques.

Le produit est fabriqué par couches successives à partir de poudre métallique. Chaque couche est fondue sur la précédente pour créer une pièce solide et dense (jusqu'à 99,9 %) comparable à celles obtenues selon les techniques de fabrication classiques (fraisage, moulage). Ce processus ne génère pratiquement aucun déchet et permet de produire des formes complexes qui ne pourraient être fabriquées autrement.



La DMP est parfaitement adaptée à la fabrication d'éléments internes complexes de forme organique (par ex. canaux de refroidissement conformes)



La combinaison de plusieurs pièces en un seul produit permet d'éviter les vulnérabilités inhérentes aux processus d'assemblage, comme la soudure, ce qui améliore sa fonctionnalité

AVANTAGES DE L'IMPRESSION DIRECTE EN MÉTAL



Réduction du poids

Utilisation de structures en treillis, optimisation de la topologie, etc.



Une plus grande liberté de conception

Possibilité de rendre les formes organiques optimisées



Amélioration de la fonctionnalité des pièces

Fonctionnalités thermiques, d'écoulement et structurelles, ou intégration de diverses fonctions en une seule pièce



Amélioration des performances au niveau du système

Amélioration du rendement énergétique, maintenance réduite



Produits personnalisés

Des structures internes comme des canaux de refroidissement complexes qui ne pourraient pas être produits autrement, des applications spécifiques aux patients dans la santé, etc.



Réduction du nombre de pièces et suppression des opérations secondaires

Réduction ou élimination de l'assemblage



Production rapide

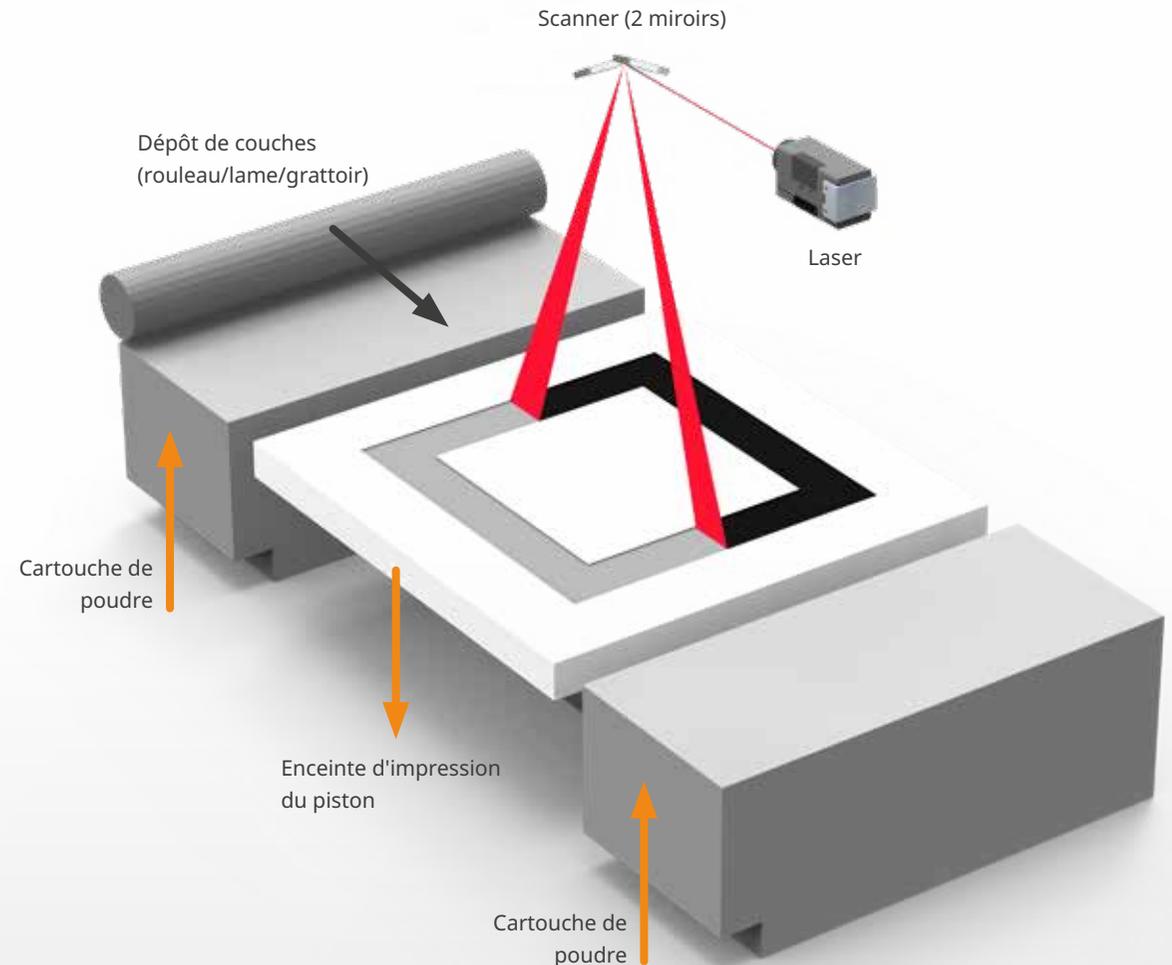
Aucun outil ou aucune programmation complexe n'est nécessaire



Réduction des déchets

Processus d'impression directe en métal (DMP)

- Des couches de poudre métallique peuvent être déposées par incréments de 10 microns seulement
- Les scanners laser appliquent une densité d'énergie optimale pour faire fondre complètement la poudre pour obtenir des pièces totalement denses (jusqu'à >99,9 %).
- Le revêtement bidirectionnel de la poudre augmente le débit
- Le vide très faible permet d'obtenir <15 ppm d'oxygène.
- L'argon est recyclé afin de limiter la consommation pour les fabrications longues
- Des outils de surveillance in situ supplémentaires sont disponibles pour inspecter et qualifier les produits

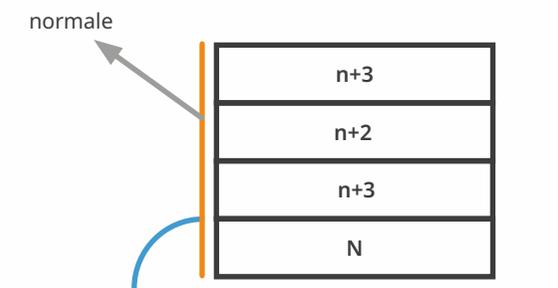


Principes de base de la DMP



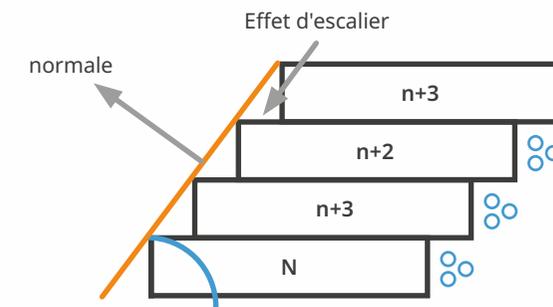
Terminologie de base

SURFACES VERTICALES



Les surfaces verticales sont caractérisées par la normale de l'objet pointée parallèlement à la plate-forme de fabrication

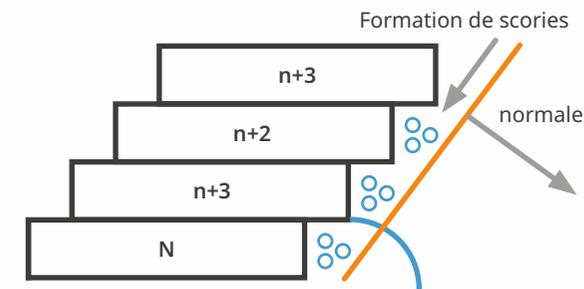
SURFACES ORIENTÉES VERS LE HAUT



Les surfaces orientées vers le haut se caractérisent par la normale de l'objet pointée dans la direction opposée à la plate-forme de fabrication

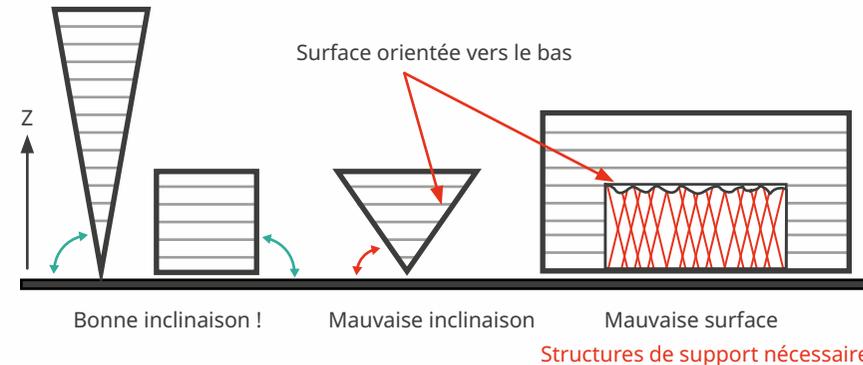
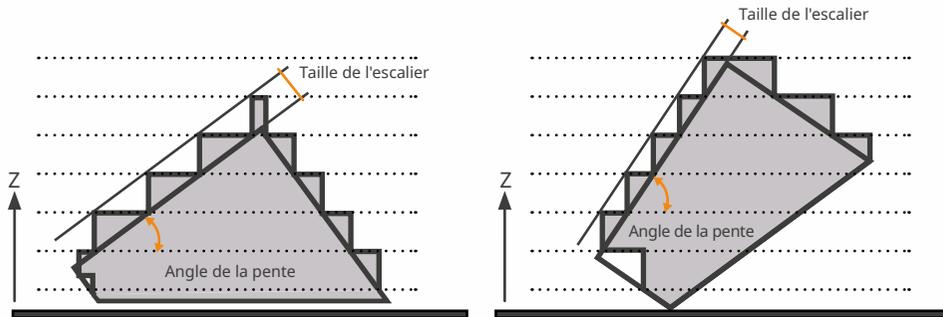
SURFACES ORIENTÉES VERS LE BAS

Les bords des surfaces orientées vers le bas sont fabriqués sur du métal non fondu



Les surfaces orientées vers le bas se caractérisent par la normale de l'objet pointant vers la plate-forme de fabrication

Influence sur la qualité



La qualité de la surface en DMP dépend de son orientation

L'effet marches d'escalier, inhérent à l'ensemble des technologies de fabrication additive, peut être atténué en fabriquant des surfaces plus verticales ou complètement horizontales.

Cet effet est bien plus visible et important sur les surfaces orientées vers le haut.

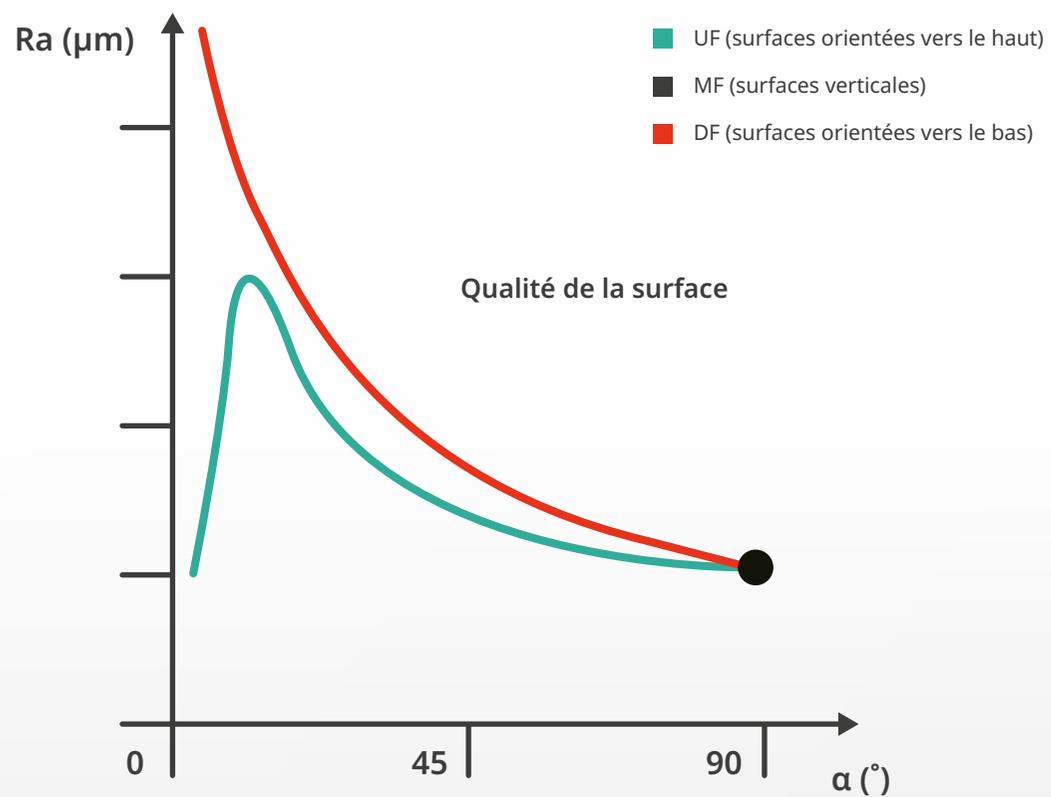
L'effet de formation de scories sur les surfaces orientées vers le bas est souvent plus important que l'effet marches d'escalier. Les scories résultent du dépôt non désiré de matériaux et de particules fondus provenant de la fusion sur la poudre résiduelle.



- Plus l'angle est faible, plus il y aura de scories et plus les surfaces seront de mauvaise qualité
- Les angles faibles nécessitent des structures de support, qui sont des éléments temporaires assurant une stabilité supplémentaire pendant l'impression et qui sont retirés lors des opérations de post-traitement
- Les surfaces maintenues sont de plus mauvaise qualité

Influence sur la qualité

La qualité de la surface dépend du type de surface et de son angle



Principes de base

D'où viennent les contraintes thermiques dans la pièce ?

- Température de fusion élevée (par exemple, titane : 1 650 °C ; acier inoxydable : 1 200 °C)
- Taux de refroidissement rapides (1 ms/100°C)
- Les contraintes s'accumulent entre les couches, car les surfaces supérieures sont chauffées et refroidies à nouveau pour chaque couche. La dilatation et la contraction, stoppées par les couches déjà solidifiées provoquent des contraintes résiduelles
- Le comportement de déformation est propre au matériau

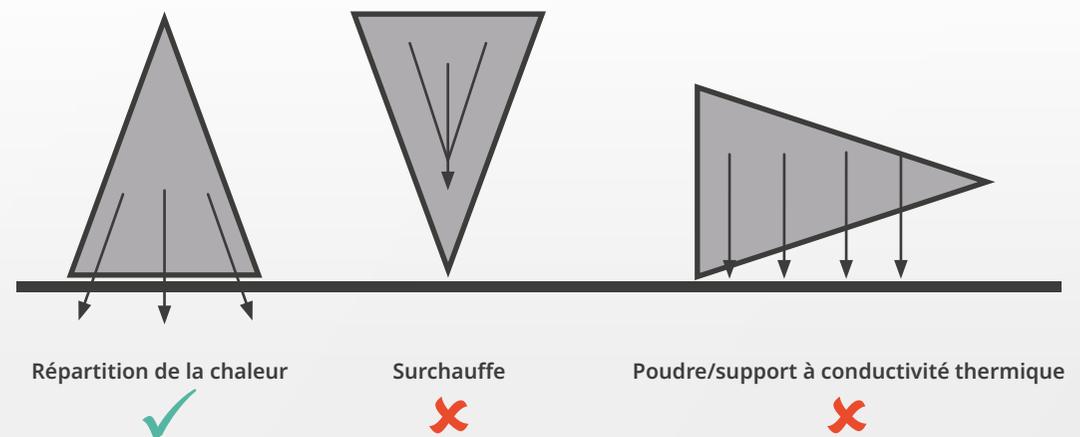
Influences importantes sur ces contraintes

$\sigma_T \sim A$ La contrainte thermique est proportionnelle à la surface fusionnée.
Pour atténuer cela :

- Réduire la superficie à fondre par couche
- Veiller à ce que la partie la plus longue de la pièce soit orientée le long de l'axe Z
- Privilégier un nombre élevé de petites sections à une grande section unique

$\sigma_T \sim \Delta T$ La contrainte thermique est proportionnelle à la baisse de température pendant la solidification

Assurez-vous de disposer d'un bon transfert de chaleur entre la plaque de base et la machine. Plus le transfert de chaleur est efficace, moins la pièce se déformera.



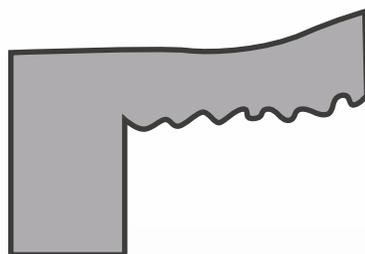
Comment gérer les contraintes thermiques

- Les tensions résiduelles peuvent avoir pour conséquence des pièces qui ont tendance à se déformer
- Les structures de support sont nécessaires pour éviter le gauchissement et maintenir les pièces en place
- Les contraintes subsistent dans la pièce après la fabrication – si le support est immédiatement retiré, la pièce se déformera toujours pour adopter la position indésirable

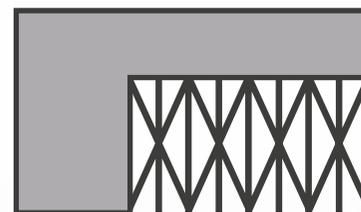
Un traitement thermique est nécessaire après l'extraction de la poudre, et avant le retrait de la plate-forme et du support, pour diminuer les contraintes



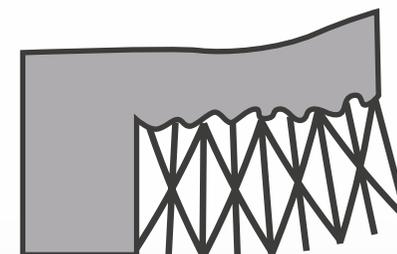
MODÈLE CONÇU



FORMATION DE SCORIES
ET GAUCHISSEMENT



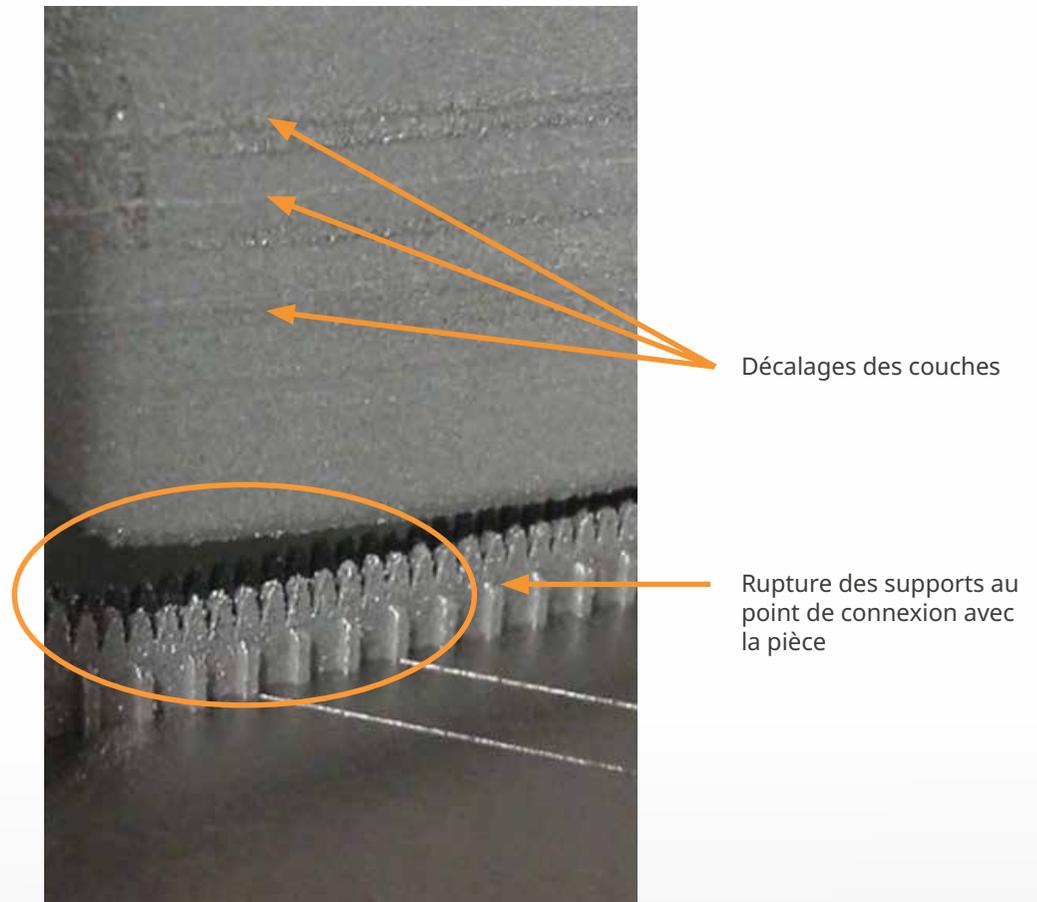
STRUCTURE DE SUPPORT



GAUCHISSEMENT SI ON LA
RETIRE DE LA PLAQUE AVANT
LE TRAITEMENT THERMIQUE

Décalages des couches

- Causés par un soutien inadapté
- La connexion entre les supports et les pièces se fissure et génère des contraintes résiduelles
- La pièce bouge lorsque la fissure se propage
- Le laser ne perçoit pas ce changement et continue de balayer selon l'intention de conception
- Il en résulte un « décalage » horizontal sur toute la zone de balayage



Causes des lignes de rétrécissement

Les lignes de rétrécissement apparaissent quand deux entités distinctes sont connectées sur une même couche

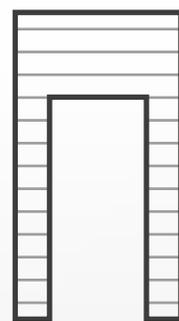
- La surface de connexion se rétrécit et rapproche les deux entités l'une de l'autre
- La couche suivante est imprimée en suivant à nouveau les dimensions initiales
- Lignes visibles sur la pièce
- Typiques sur les ponts/canaux internes

Décalage des couches =
problème de soutien

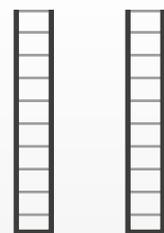
Lignes de rétrécissement =
problème de géométrie



MODÈLE CONÇU



FABRICATION
VERTICALE



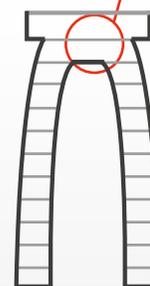
Au fur et à mesure que ces colonnes verticales se constituent, chacune a ses propres contraintes résiduelles de traction, mais elles n'interagissent pas entre elles.

FABRICATION
HORIZONTALE



Un changement important et soudain de la section transversale favorise la formation de lignes de rétrécissement en raison de l'interaction des contraintes résiduelles.

DÉFORMATION

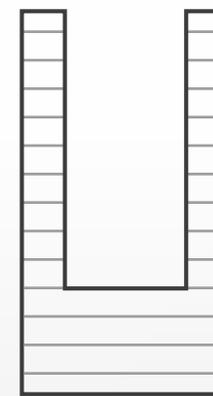


Le laser poursuit le balayage en fonction du modèle conçu.

L'ampleur de la déformation dépend de la géométrie

VS

Option



ORIENTATION OPTIMISÉE

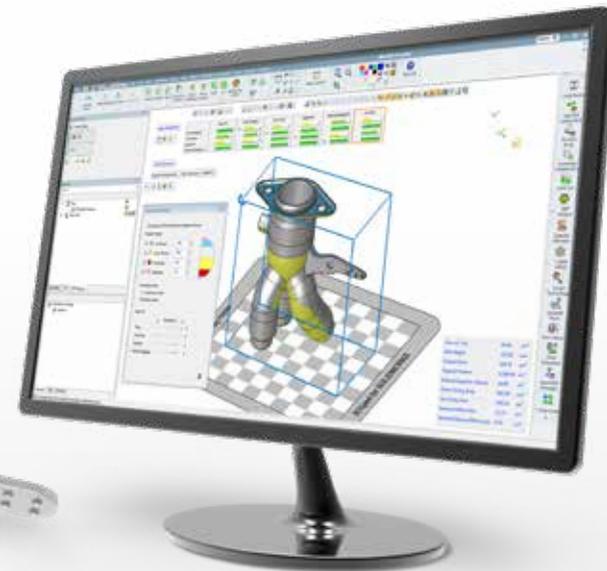
Évitez les lignes de rétrécissement en concevant ou en orientant la pièce de manière à ce que les caractéristiques divergent au lieu de converger lorsqu'elles sont fabriquées dans la direction Z.

Prévision des lignes de rétrécissement à l'aide du logiciel 3DXpert®

3DXpert est un logiciel intégré tout-en-un dédié à l'ensemble du flux de production de fabrication additive. Il offre la combinaison ultime entre automatisation et contrôle total par l'utilisateur.

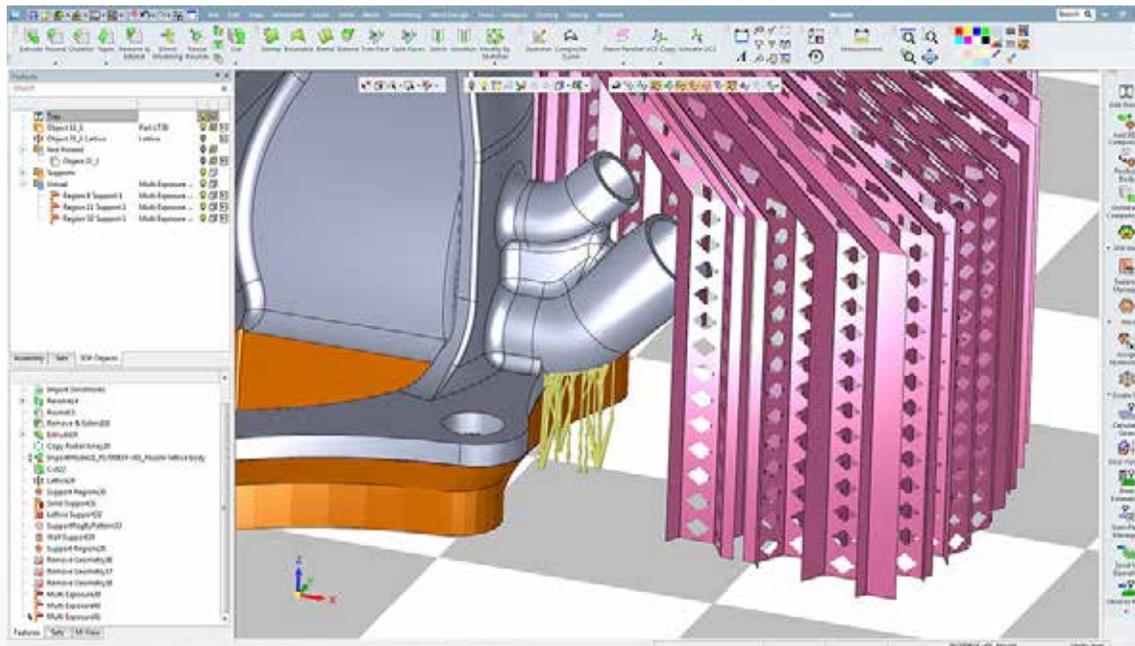
Les outils de simulation de 3DXpert permettent aux utilisateurs de prévoir efficacement où et comment un déplacement peut se produire sur une pièce afin de placer les supports de manière optimale pour obtenir le résultat escompté.

3DXpert permet également de limiter les opérations manuelles grâce à l'utilisation de modèles compensés, dans lesquels le logiciel contrebalance les déplacements prédits pour atteindre l'état idéal.



Structures de support

La pièce doit être soutenue de manière adéquate pour que le transfert de chaleur puisse s'effectuer, afin d'éviter le gauchissement, de limiter la formation de scories et de réduire les lignes de rétrécissement.



Il existe de nombreuses structures de support possibles.

Voici quelques exemples :



Support mural



Support solide



Support en treillis



Paroi solide



Support conique



Cone manuel

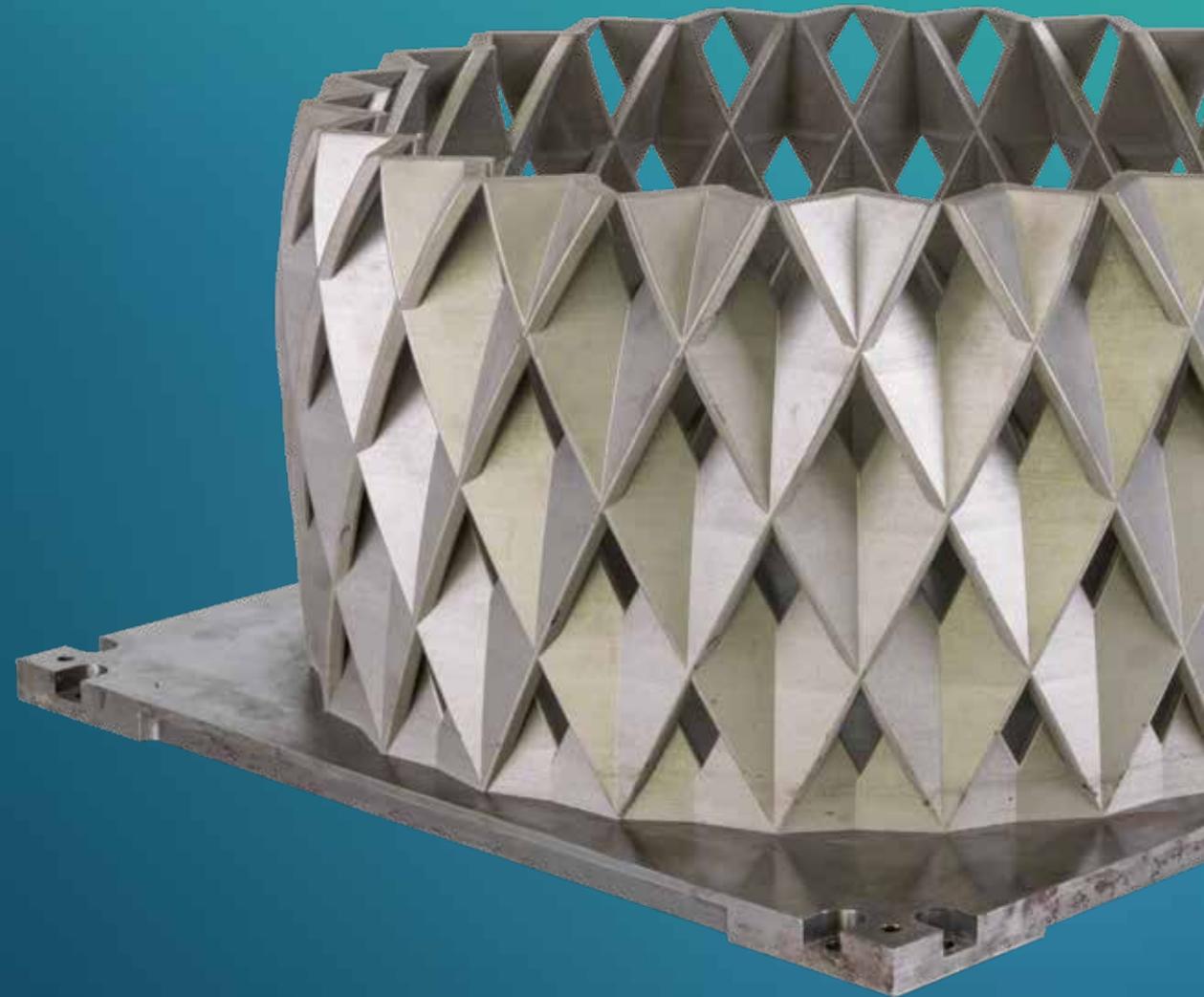


Support en bordure



Exposition multiple

Stratégies de réduction des supports



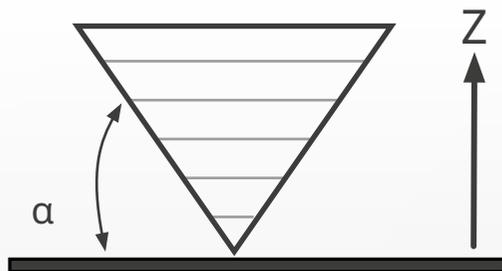
Que peut-on fabriquer sans support ?

Acier, acier inoxydable, Inconel

- Grandes* surfaces orientées vers le bas $\alpha > 60^\circ$
- Moyennes* surfaces orientées vers le bas $\alpha > 50-55^\circ$
- Petites* surfaces orientées vers le bas $\alpha > 45^\circ$

Titanium, aluminium

- Grandes* surfaces orientées vers le bas $\alpha > 50^\circ$
- Moyennes* surfaces orientées vers le bas $\alpha > 40-45^\circ$
- Petites* surfaces orientées vers le bas $\alpha > 35^\circ$

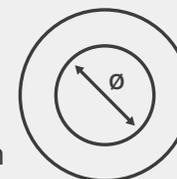


* Ces valeurs sont issues de l'expérience acquise au cours de l'utilisation des imprimantes ProX DMP 320 et sont susceptibles de varier en fonction du modèle d'imprimante, de la spécificité des formes et de l'amélioration des styles de fabrication.

* La taille de ces zones dépend de la géométrie de la pièce.

Trous circulaires horizontaux

- Sans support $\varnothing \text{ mm} < 10 \text{ mm}$
- Support nécessaire $\varnothing \text{ mm} > 10 \text{ mm}$



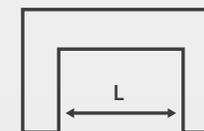
Ponts horizontaux

- Sans support $L < 1,2 \text{ mm}$
- Support nécessaire $L > 1,5 \text{ mm}$

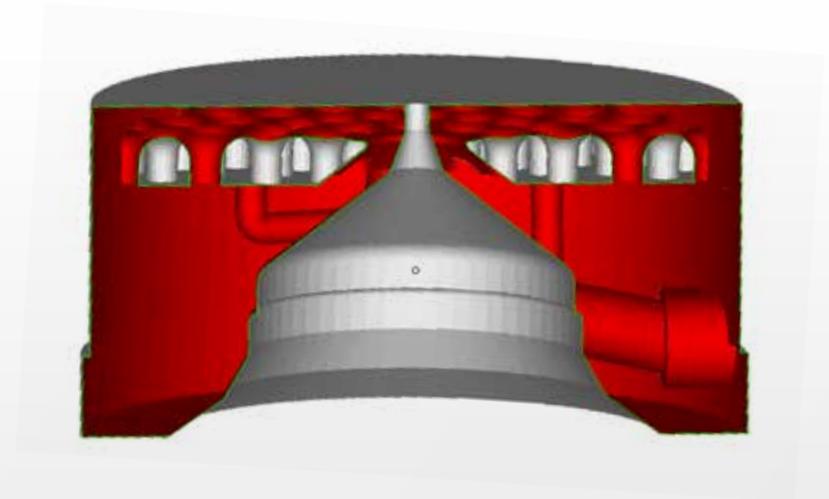
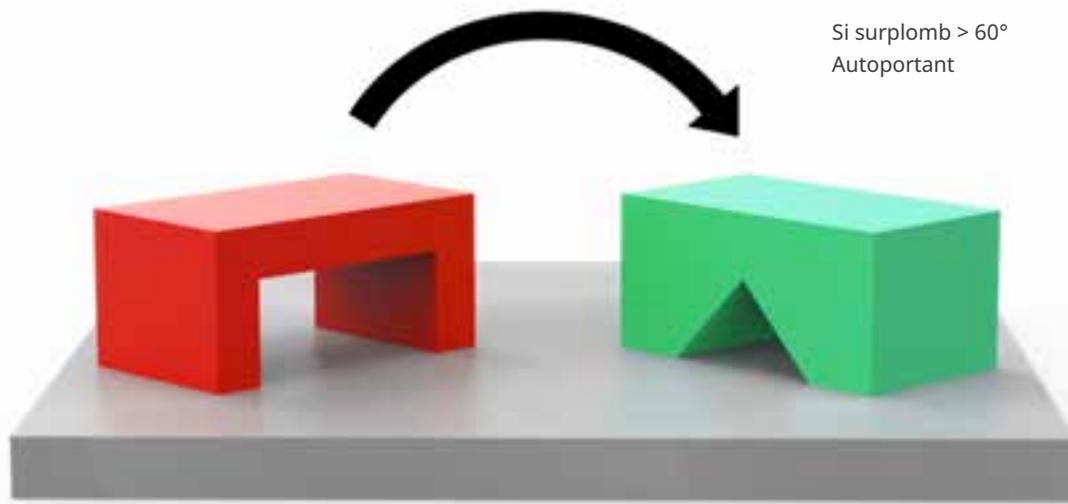


Ponts horizontaux

- Sans support $L < 2 \text{ mm}$
- Support nécessaire $L > 2 \text{ mm}$



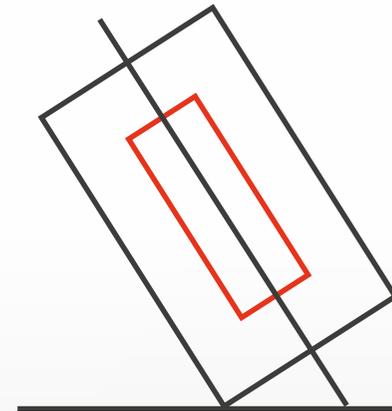
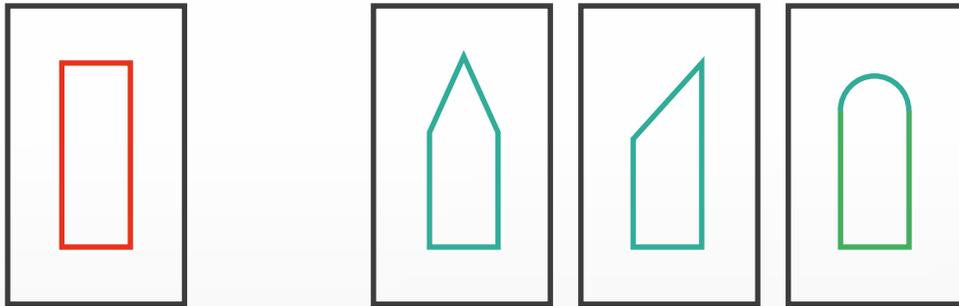
Éviter les surfaces orientées vers le bas et créer des formes autoportantes



Conception de canaux

Il n'est pas possible d'imprimer de grands surplombs (internes)

- Changer la conception des canaux interne (fermé à $>45^\circ$)
- Angle de la pièce à un angle autoporteur (45°)
- Un support supplémentaire peut être nécessaire sur l'extérieur de la pièce



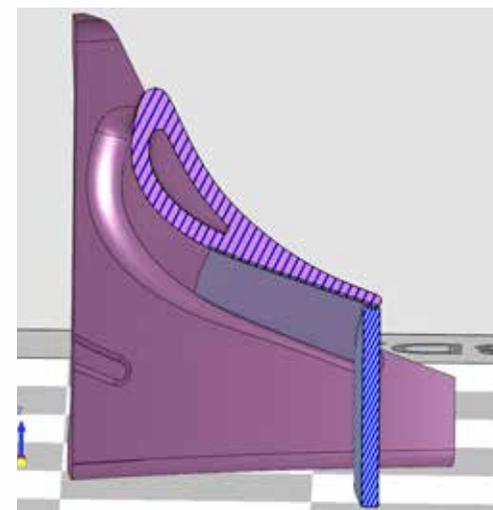
NoSupports™ avec 3DXpert®

Les stratégies mises au point par le logiciel 3DXpert® permettent d'imprimer en 3D en métal sans support

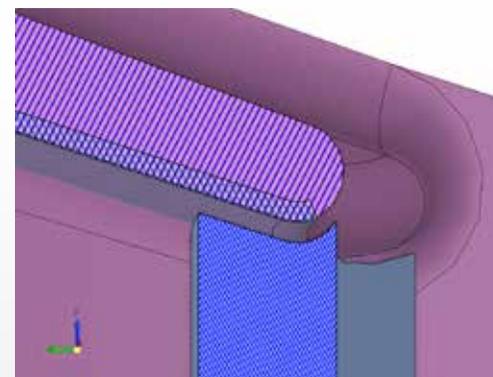
Associé au savoir-faire et aux plates-formes avancées de 3D Systems, le package logiciel 3DXpert met à votre portée des capacités avancées de fabrication additive en métal, notamment des fonctionnalités d'exposition multiple et de lames thermiques grâce auxquelles vous pourrez vous passer de supports.

3DXpert est un logiciel intégré tout-en-un dédié à l'ensemble du flux de travail de fabrication additive. Il combine automatisation et contrôle total par l'utilisateur.

- Outils de CAO paramétriques et hybrides basés sur l'historique (b-rep et maillage)
- L'approche fondée sur l'historique facilite les changements à tout moment
- La simulation intégrée accélère la vérification de la conception
- Optimise les stratégies d'impression pour garantir la qualité et réduire le temps d'impression



Lame thermique
Support sans contact



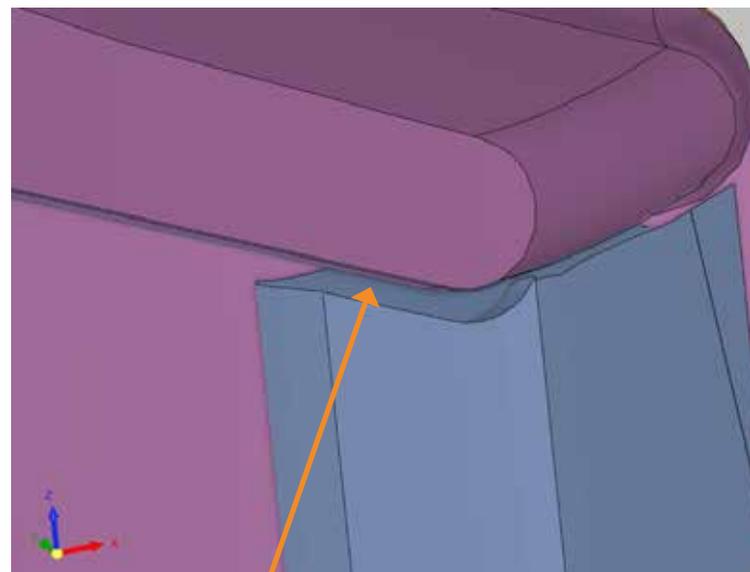
Exposition multiple
Paramètres de trames multiples orientés vers le bas

Lames thermiques

Support sans contact

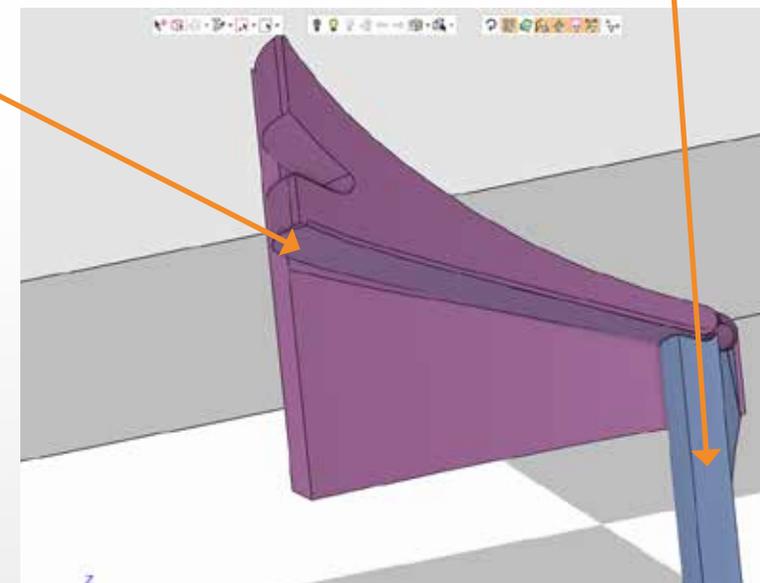
Les lames thermiques apportent la structure nécessaire au transfert de chaleur et au contrôle du processus de soudage permettant d'obtenir des caractéristiques présentant l'angle le plus faible sans avoir à souder la pièce.

- Utilise la fonctionnalité « Solid Support » de 3DXpert
- Supporte les surfaces orientées vers le bas à faible angle et assure la gestion thermique des bords d'attaque.
- La lame thermique fonctionne comme un dissipateur thermique et dissipe la chaleur à travers une couche de poudre vers la lame thermique.
- L'espace libre optimisé facilite le retrait, sans qu'aucun support physique ne soit en contact avec la pièce.
- Aucun résidu de contact à enlever



Lame thermique

Écart de poudre

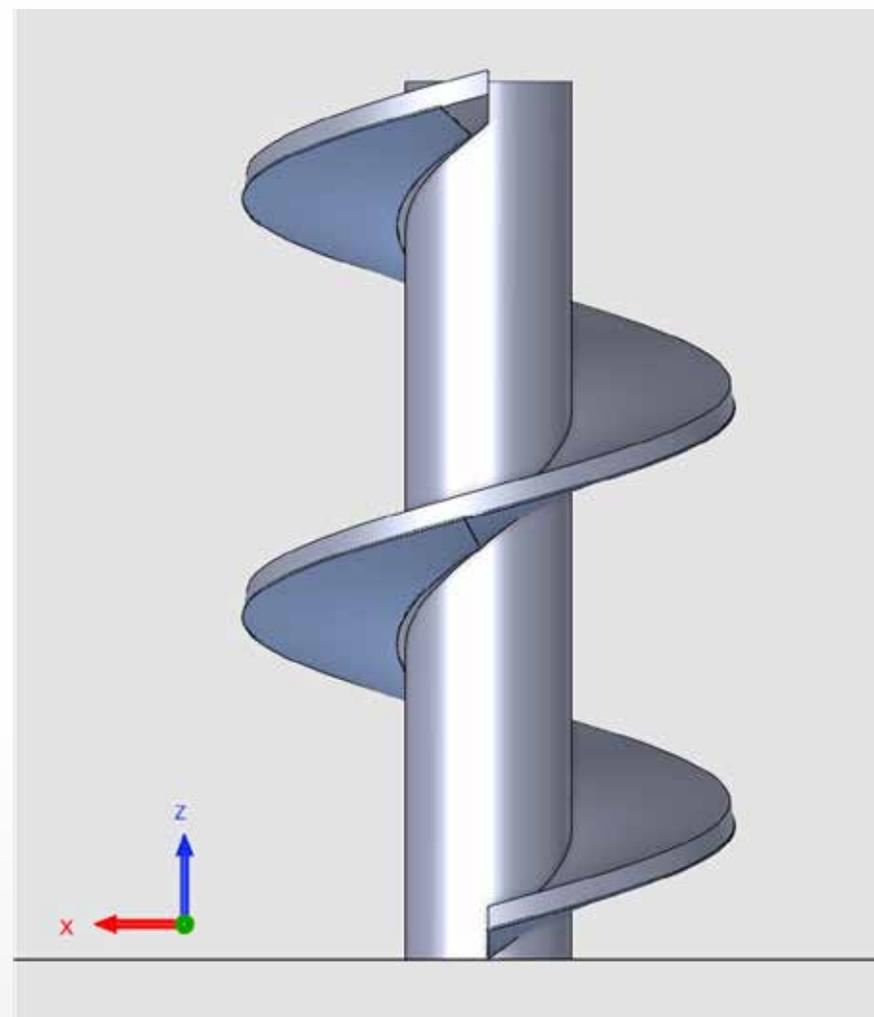


Exposition multiple

Paramètres de tramages multiples orientés vers le bas

L'exposition multiple permet de réduire considérablement l'angle d'autoportance tout en maintenant une finition de surface de haute qualité.

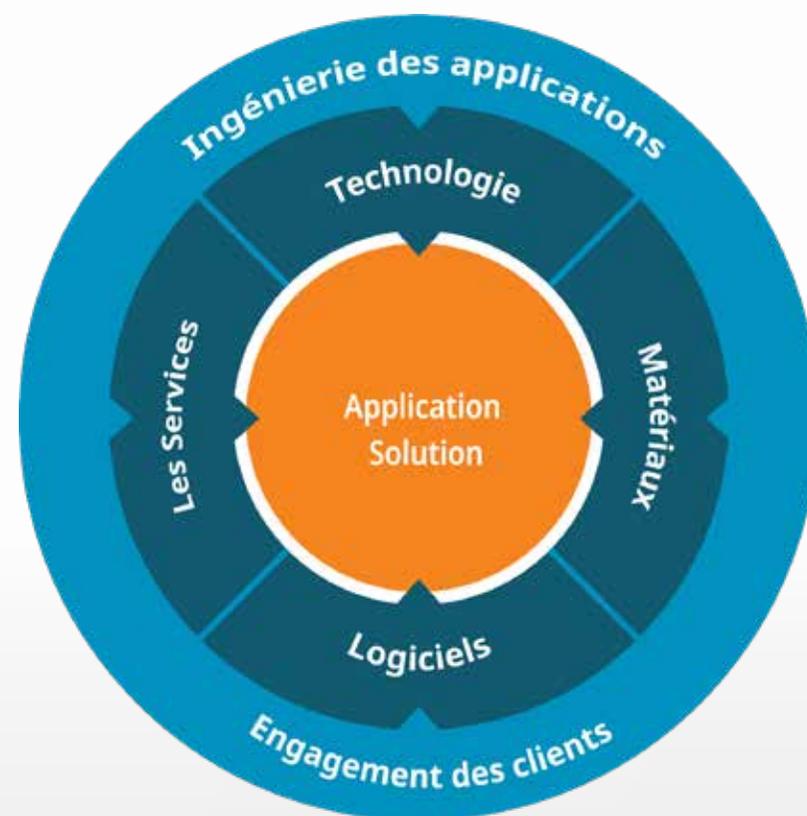
- Stratégie visant à fabriquer de façon uniforme des régions présentant de faibles surplombs qui ne peuvent pas être supprimés au moment de la conception et ne peuvent se passer de supports
- Amélioration au niveau des surfaces orientées vers le bas
- Des paramètres d'exposition multiple peuvent être appliqués à des régions spécifiques



Utilisation de NoSupports pour les applications avancées

L'Application Innovation Group de 3D Systems développe en permanence des paramètres destinés à l'ensemble du catalogue de matériaux DMP de 3D Systems et travaille de manière continue avec les clients pour développer des pièces hautement optimisées auxquelles les stratégies de support DMP traditionnelles ne peuvent être appliquées.

Pour vous aider à résoudre vos problèmes d'application, contactez l'[Application Innovation Group](#) chez 3D Systems.



Consignes pour l'orientation des pièces



Qualité globale de fabrication

L'orientation de la pièce en fonction de la qualité globale souhaitée dépend principalement des surfaces orientées vers le bas.

Les surfaces orientées vers le bas sont rugueuses et sont celles qui ont la plus mauvaise qualité de la pièce. En diminuant la surface de la face descendante, nous sommes généralement en mesure d'augmenter la qualité de cette pièce.

Les surfaces orientées vers le bas correspondent aux surfaces situées sous l'angle autoportant (α).

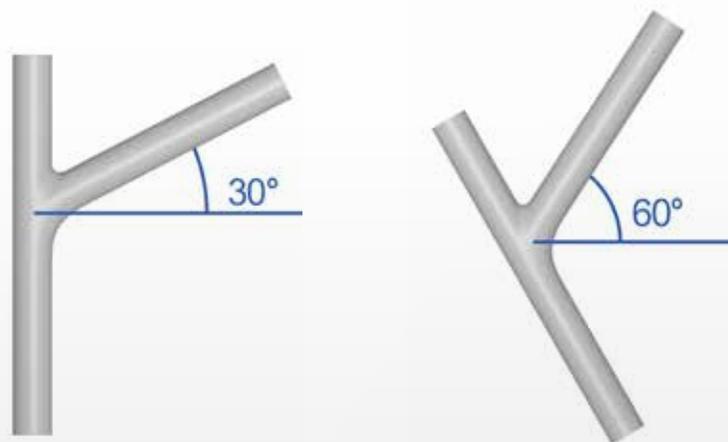
L'angle autoportant dépend du matériau et du processus d'impression

- Alliage de Ti $\alpha=40-45^\circ$
- Acier, CoCr, alliage d'aluminium $\alpha=50-55^\circ$

L'exemple ci-dessous illustre cette situation.

Le pied de la pièce de gauche forme un angle de 30 degrés avec la plate-forme de fabrication et doit donc être soutenu (car il est inférieur à l'angle autoportant)*.

Si l'on fait tourner cette pièce de 30 degrés, son pied formera alors un angle de 60 degrés avec la plate-forme de fabrication. Il ne sera alors pas nécessaire de placer de support dans cette zone, ce qui permet d'améliorer la qualité globale de cette pièce.



*Les imprimantes de métal disposant d'un système à rouleaux, comme les machines DMP de 3D Systems peuvent atteindre des angles pour le Ti pouvant descendre jusqu'à 30°

Éviter les surfaces orientées vers le bas

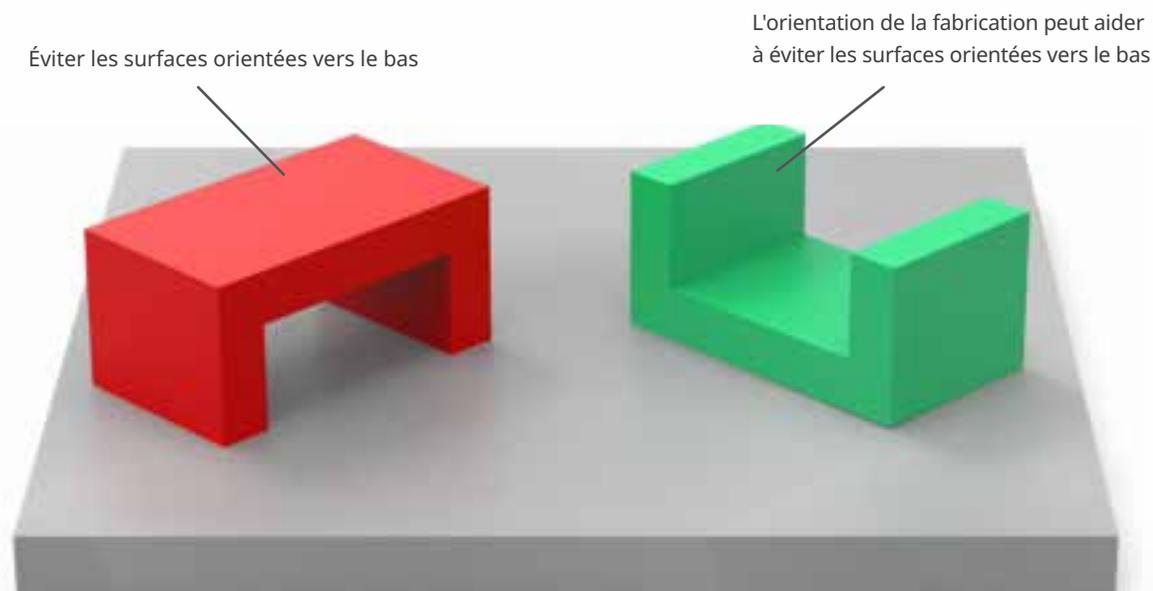
Éviter les grandes sections en surplomb ou orientées vers le bas.

Les pièces se fabriqueront mieux avec des sections verticales ou orientées vers le haut plutôt que vers le bas.

↓ Diminue la formation de scories

↓ Diminue le risque de formation de lignes de rétrécissement

↓ Moins de supports



L'orientation de la pièce rouge est mauvaise à cause de son surplomb important.

L'orientation de la pièce verte est bonne car la fabrication se fait directement sur la plaque de base et ne comporte pas de surfaces orientées vers le bas.

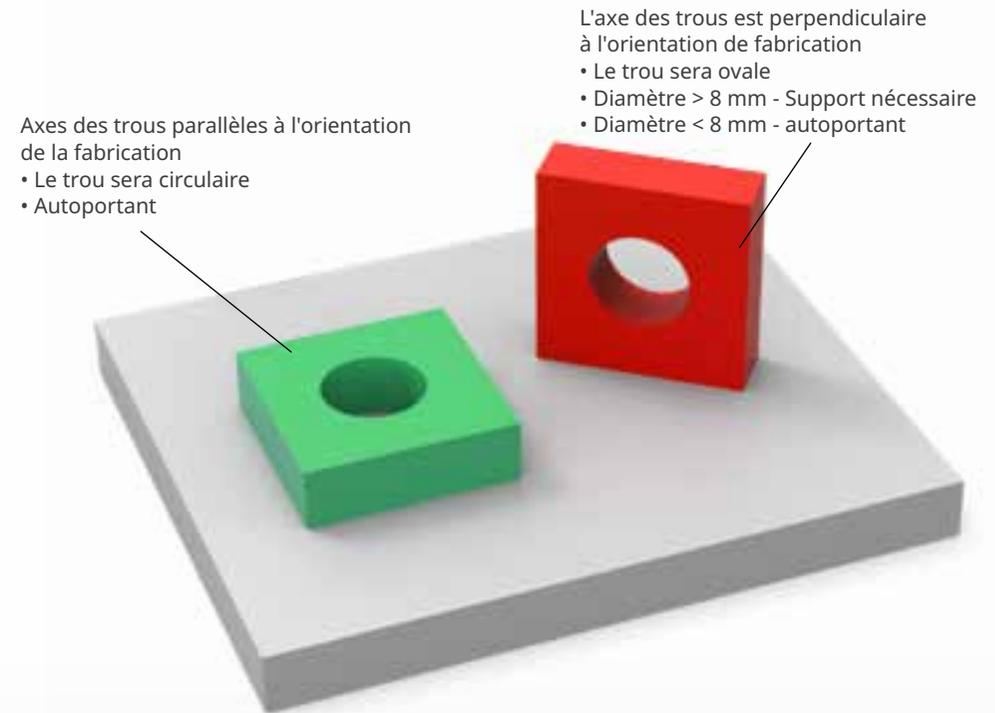
Caractéristiques spécifiques

La qualité des éléments imprimés comme les trous, les poches, les filetages de vis, etc. dépend de l'orientation de la pièce.

La meilleure qualité est obtenue en cas d'impression dans l'axe Z (perpendiculaire à la plate-forme de fabrication).

Lorsque l'on imprime ces éléments en suivant l'axe X/Y (parallèlement à la plate-forme de fabrication) leur qualité est moindre en raison de l'effet d'impression de surfaces orientées vers le bas.

L'impression de détails selon un angle peut atténuer l'introduction de lignes de rétrécissement. Les conditions de chargement thermique sont différentes pour les dômes et les trous, et permettent d'imprimer des dômes de plus grand diamètre sans support. La qualité de l'impression dépend des caractéristiques.



Dôme de 15 mm de diamètre imprimé sans support



Exemple de trou fabriqué verticalement



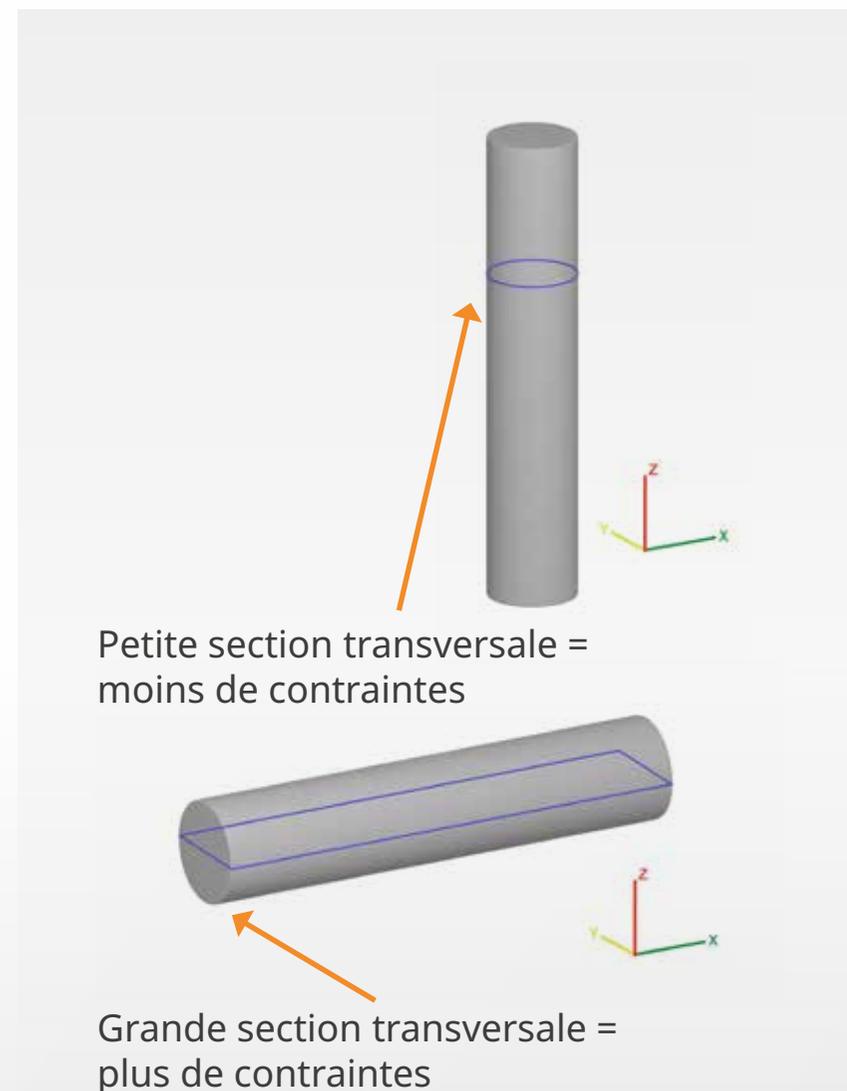
Exemple de trou fabriqué horizontalement

Contraintes thermiques

Au moment d'orienter les pièces, il convient de réduire les contraintes thermiques au maximum.

Ces contraintes thermiques apparaissent lorsque la poudre est chauffée localement puis refroidie rapidement. Conserver des sections transversales (ce qui est en réalité numérisé à chaque couche) aussi petites que possible permet de diminuer au maximum ces contraintes.

Sur l'image de droite : l'orientation de la pièce de gauche présente une petite section transversale et la contrainte thermique est donc réduite au minimum. L'orientation sur le bas peut être imprimée mais nécessite une structure de support très rigide pour maintenir la pièce en place.



Petits éléments

Forte dépendance à l'égard

- Matériau
- ORIENTATION
- Géométrie des pièces
- Épaisseur des couches
- Taille du spot laser

Caractéristique minimale quelle que soit la hauteur

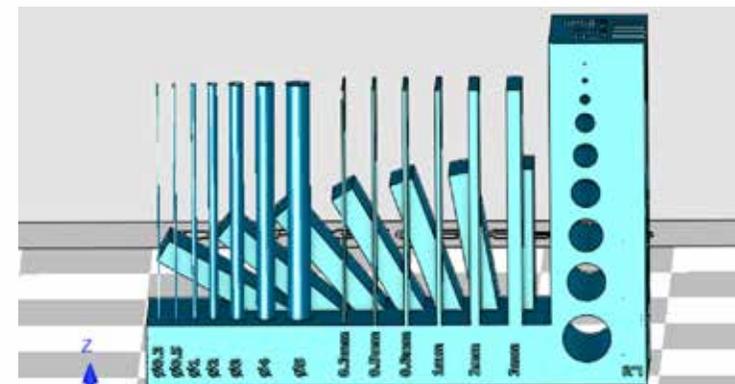
- Épaisseur de la paroi (étanche au gaz) – 0,20 mm
- Diamètre du pilier – 0,50 mm
- Caractéristique minimale pour les hauteurs < 5 mm
- Épaisseur de paroi – 0,18 mm
- Diamètre du pilier – 0,18 mm

Ces valeurs sont issues de l'expérience acquise au cours de l'utilisation des imprimantes ProX DMP 320 et sont susceptibles de varier en fonction du modèle d'imprimante, de la spécificité des formes et de l'amélioration des styles de fabrication.



Cet échantillon de test illustre la dépendance géométrique. Les piliers de 0,3 et 0,5 m et la nervure de 0,3 mm se sont cassés car ils étaient conçus ici comme des éléments autonomes d'une hauteur de 50 mm.

Le plus petit pilier était trop fragile à cette longueur, ce qui le faisait se briser très facilement lors du déchargement de la pièce.



La plus petite paroi s'élève jusqu'à une certaine hauteur, mais ensuite elle commence à plier, car elle est trop fragile. Cela montre que nous pouvons parfaitement fabriquer ces parois mais seulement pour une hauteur limitée.

Pour les trous les plus petits : pour imprimer de très petits trous horizontalement, il est conseillé de les décaler afin de compenser la formation de scories au sommet du trou.

Conception Directives



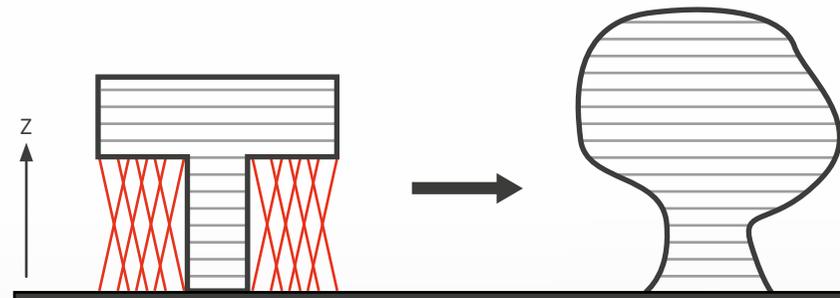
Concevoir des structures de forme organique

Éviter de fabriquer des pièces conçues pour le moulage ou l'usinage CNC. Elles présentent généralement :

- des angles saillants
- Un changement soudain dans les sections transversales
- L'impression en 3D présente peu ou pas d'avantages en termes de coûts

Utiliser des structures de forme organique

- Éviter les surfaces orientées vers le bas permet d'améliorer la qualité des surfaces et de réduire le besoin de support
- Améliorer le niveau de précision
- Dans de nombreux cas, cela permet de réduire davantage le poids



Précision dimensionnelle

- Transitions progressives entre les couches :
 - Utiliser des congés de raccordement (rayons), des arcs
 - Utiliser des chanfreins
 - Utiliser des conceptions organiques
- } Éviter de concentrer les contraintes
- Utiliser suffisamment de supports pour maintenir la pièce en place, le traitement thermique détendra ensuite les contraintes
 - Optimisation topologique en appliquant des principes de conception pour la fabrication additive
 - Réduire le poids
 - Réduire le temps d'impression
 - Augmenter le rapport rigidité/poids
 - Augmentation des caractéristiques qui peuvent être imprimées sans support
 - Moins de supports + moins de déformation = meilleur produit
 - Appliquer le post usinage classique pour améliorer la précision

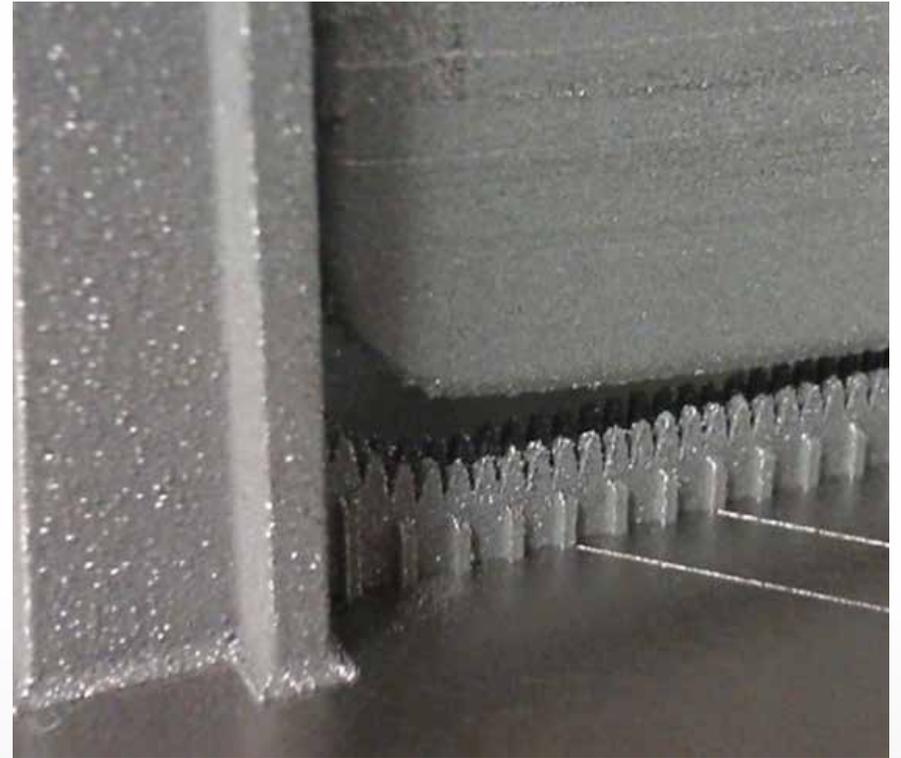


Optimisation de la topologie du support de satellite pour Thales Alenia Space

- 189,0 x 229,5 x 288,5 mm
- Meilleur rapport rigidité/poids et réduction de 25 % du poids par rapport à une conception classique
- Imprimé en LaserForm® Ti Gr5 (A) sur une imprimante de métal DMP Flex 350

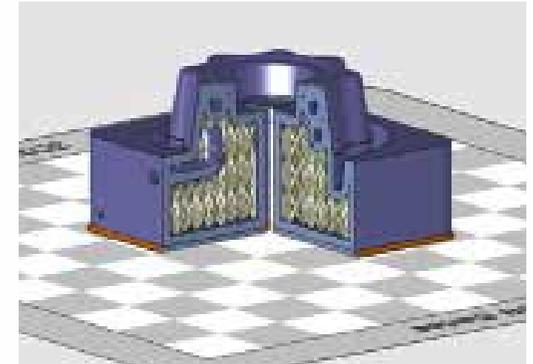
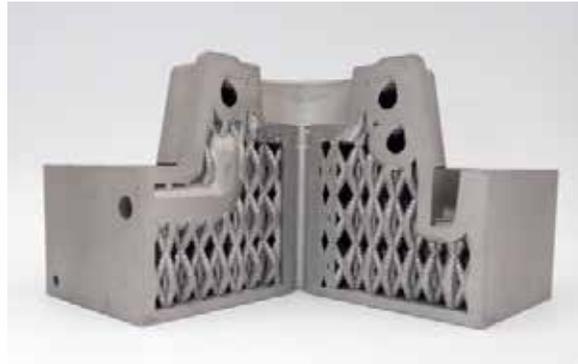
Ajouter des rayons

- Les pièces massives accumulent beaucoup de contraintes, et peuvent même entraîner le gauchissement de la plaque de fabrication, comme le montre l'illustration.
- Nécessité de soigner la conception pour éviter les fissures sur la plaque de base ou au niveau des changements de la forme. Les fissures se forment aux endroits présentant une forte concentration de contraintes, par exemple au niveau des coins
- Définir le rayon et la correction en fonction de la plaque de base
- Rayon type : 2,5 - 5 mm



Techniques de réduction du poids

- Structures lattices/en échafaudage
 - Réduit le poids
 - Favorise la fixation osseuse pour les applications médicales
- Différents types de structures en échafaudage/ lattices sont possibles
- Optimisation topologique
- Les pièces mécaniques nécessitent une analyse supplémentaire



L'application d'une structure interne en treillis a considérablement réduit la masse finale de cette pièce



Chambre de combustion ESA avec maillage de densité volumétrique de 12 % pour un gain de poids significatif

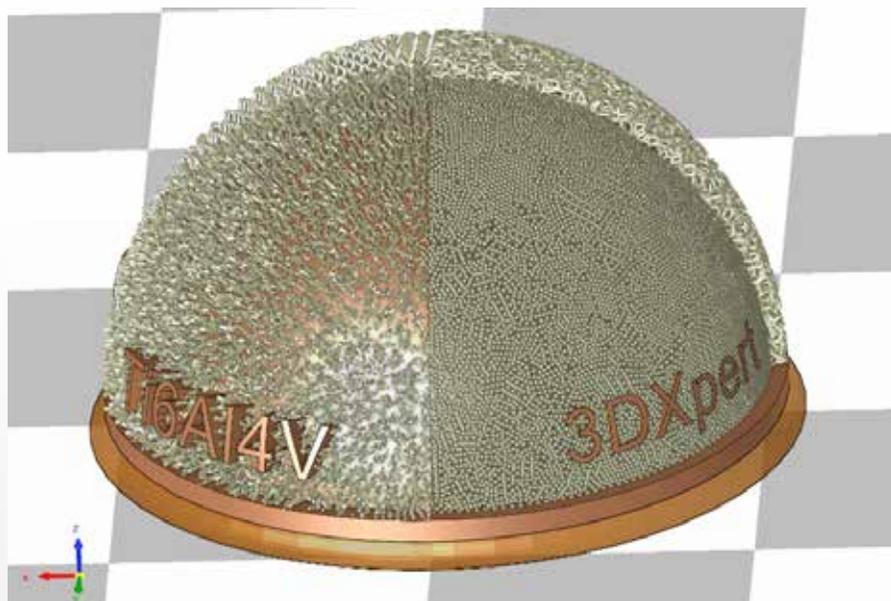


Support d'antenne (190 x 130 x 290 mm) pour les satellites de télécommunication géostationnaires produits par Thales Alenia Space

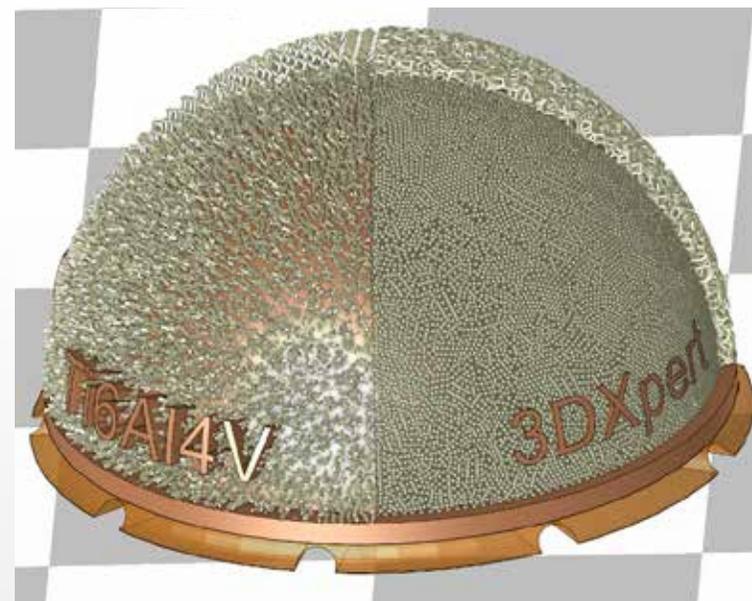
Extraction de la poudre

- Vérifier les cavités internes des pièces car de la poudre peut s'y retrouver piégée
 - Ajouter des trous de dégagement pour extraire la poudre aux endroits stratégiques de la pièce
 - Ajouter de petits tubes pour pouvoir injecter de l'air dans les pièces plus facilement

- La poudre présente en général une bonne aptitude à l'écoulement ce qui permet de l'extraire au moyen d'air comprimé et de vibrations



X Pièce conçue sans trous d'évacuation de la poudre



✓ L'intérieur de cette pièce est creux et contient donc beaucoup de poudre. Les trous sont situés sous le niveau du décalage d'électro-érosion à fil pour éliminer la poudre

À faire et à ne pas faire

DO

- Améliorer la valeur ajoutée
- Exigences fonctionnelles prioritaires
- Concevoir de manière additive : formes organiques libres à topologie optimisée
- $\alpha > 45^\circ$
- Conception divergente
- Arcs/filets/chanfreins
- Diminution de la surface = diminution du volume
- Éviter les grands changements de surface entre les couches
- Déterminer l'orientation de la fabrication le plus tôt possible pendant la conception

Ne pas faire

- Concevoir d'une manière soustractive/classique
- $\alpha < 45^\circ$
- Conception convergente
- Coins droits, surplomb plat
- Augmentation de la section
- Priorité à la facilité de fabrication

Post-traitement



Flux de production type*



*Ce flux de travail est présenté à titre d'exemple et n'est pas exhaustif. D'autres opérations de post-traitement, similaires à d'autres techniques de production pour des matériaux similaires, sont possibles, bien qu'elles puissent nécessiter d'être affinées par un expert en fabrication additive.

Options de post-traitement supplémentaires

- Appliquer un revêtement sur les pièces
- Contrôles de qualité communs :
 - Rayons x pour vérifier les canaux internes
 - Lecture optique pour vérifier l'exactitude des dimensions
 - Le logiciel Geomagic peut montrer la déformation après la fabrication à partir des données du scanner
 - 3DXpert peut prédire la déformation après la fabrication et la compenser





SOLUTION DMP FACTORY 500

Solution de fabrication additive en métal évolutive pour de grandes pièces sans soudure

- Volume de fabrication 500 mm x 500 mm x 500 mm
- Gestion intégrée de la poudre
- Environnement constant et à faible teneur en oxygène
- Une production de pièces intelligente et sans soudure
- Fabrication en série évolutive



DMP FLEX 100

Imprimante 3D métal, abordable et précise, pour les caractéristiques les plus fines et les parois les plus minces

- Volume de fabrication 100 mm x 100 mm x 90 mm
- Détails fins, parois minces
- Finition de surface classée parmi les meilleures de sa catégorie
- Système unique de rouleau/revêtement
- Superpose parfaitement presque toutes les poudres



DMP FLEX 350 ET DMP FLEX 350 DUAL

Imprimante 3D de métal robuste et flexible pour la production de pièces 24 h/24, 7 j/7

- Volume de fabrication 275 mm x 275 mm x 420 mm
- Changement de matériau simple et rapide
- Environnement constant et à faible teneur en oxygène
- Débit et répétabilité élevés



DMP FLEX 200

Imprimante 3D de métal professionnelle et précise avec une source laser de 500 W

- Volume de fabrication 140 mm x 140 mm x 115mm
- Chargement et nettoyage faciles
- Performances élevées à moindre coût
- Détails fins, parois minces
- Finition de surface classée parmi les meilleures de sa catégorie
- Système unique de rouleau/revêtement
- Superpose parfaitement presque toutes les poudres



DMP FACTORY 350 ET DMP FACTORY 350 DUAL

Fabrication additive métallique évolutive et de haute qualité avec gestion intégrée de la poudre

- Volume de fabrication 275 mm x 275 mm x 420 mm
- Gestion intégrée de la poudre
- Environnement constant et à faible teneur en oxygène
- Débit et répétabilité élevés

Titane



LaserForm Ti Gr5 (A)
Très résistant, léger, avec une excellente biocompatibilité



LaserForm Ti Gr23 (A)
Très résistant, léger, avec une excellente biocompatibilité, oxygène inférieur à celui du Gr5



LaserForm Ti Gr1 (A)
Haute résistance, biocompatibilité, résistance aux températures extrêmes et à la corrosion

Acier inoxydable



LaserForm 316L (A)
Stérilisable et haute résistance à la corrosion



LaserForm 316L (B)
Stérilisable et très résistant à la corrosion



LaserForm 17-4PH (A)
Excellente résistance à la corrosion, grande solidité avec une bonne ténacité



LaserForm 17-4PH (B)
Excellente résistance à la corrosion, grande solidité avec une bonne ténacité

Acier maraging



M789 certifié (A)

Acier à outils à haute résistance, sans cobalt, présentant une excellente résistance à la corrosion



LaserForm Maraging Steel (A)

Excellente dureté et solidité, bonne résistance à l'usure



LaserForm Maraging Steel (B)

Acier à outils véritable (1.2709), résistance et dureté élevées

Chrome-Cobalt



LaserForm CoCrF75 (A)

Hautement résistant à la corrosion, à l'usure et à la chaleur ; biocompatible



LaserForm CoCr (B) ou (C)

Hautement résistant à la corrosion, adapté aux applications biomédicales

Alliage d'aluminium



Scalmalloy certifié (A)
Aluminium haute résistance avec une excellente résistance à la corrosion



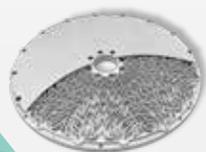
LaserForm AlSi7Mg0.6 (A)
Légèreté, bonnes propriétés mécaniques et meilleure conductivité thermique



LaserForm AlSi10Mg (A)
Bonnes propriétés mécaniques et bonne conductivité thermique



LaserForm AlSi12 (B)
Poudre métallique pour des pièces légères présentant de bonnes propriétés thermiques



A6061-RAM2 (A)
Résistance, ductilité et finition de surface améliorées par rapport à l'AlSi10Mg

Superaliage de nickel



LaserForm Ni625 (A)
Excellente résistance à la corrosion, grande solidité et résistance à la chaleur

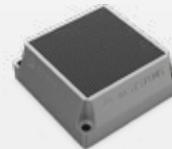


LaserForm Ni625 (B)
Excellente résistance à la corrosion, grande solidité et résistance à la chaleur



LaserForm Ni718 (A)
Résistance à l'oxydation, à la corrosion et à des températures extrêmement élevées

Métaux réfractaires



Tungstène (A)
Métal pur réfractaire de haute densité présentant d'excellentes capacités de protection contre les radiations et une résistance exceptionnelle à la corrosion

Nous sommes là pour vous aider

En plus de trois décennies, 3D Systems a su prouver sa capacité, en tant que leader et expert du secteur, à aider les fabricants de différents secteurs à redéfinir leurs flux de travail afin de tirer avantage de la fabrication additive.

Nous nous engageons à accélérer le développement d'applications avancées. Qu'il s'agisse d'installation, de formation pratique ou de support de conseil, les experts de 3D Systems vous permettent de passer rapidement et efficacement du prototypage à la production en volume. L'Application Innovation Group de 3D Systems est un groupe d'ingénieurs, de techniciens et de concepteurs dévoués qui peuvent vous aider à résoudre vos défis de conception et de production les plus difficiles. Qu'il s'agisse d'identifier les besoins supplémentaires en matière de compétences techniques, d'améliorer la performance des pièces ou d'adapter votre flux de production, nous sommes disponibles à chaque étape pour appliquer notre savoir-faire professionnel à vos objectifs uniques.



Découvrir

Conseil stratégique pour identifier les besoins des clients



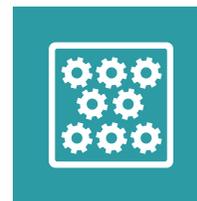
Innovation

Développement et conception d'applications conjointes pour la fabrication additive (DfAM) pour répondre à des besoins spécifiques



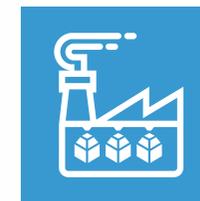
Développement

Assurance qualité et caractérisation du processus du pré-prototype au prototype



Validation

Formation, validation et certification



Développement

Services de production et de fabrication



échelle

Augmentation et transfert de technologie

Et ensuite ?

Nos experts sont là pour vous assister.
Contactez-nous dès aujourd'hui – nous vous recontacterons rapidement.

[Parler à un expert](#)