

DuraForm® ProX™ PA

Guide des matériaux

Instructions d'origine



CONTENU

1	IMPRESSION DE PIÈCES AVEC DES MATÉRIAUX DURAFORM® PROX PA	4
	AVIS DE SÉCURITÉ : MATÉRIAUX	4
	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU PROCESSUS DURAFORM PROX PA	4
	Période de préchauffage	5
	Surchauffe	5
	Phase d'impression	5
	Problèmes d'impression potentiels	5
	Interaction des variables	6
	Étape de refroidissement	6
	Condensation au cours du processus	6
	MODES D'IMPRESSION POUR DURAFORM PROX PA	6
	IMPRESSIONS PRÉLIMINAIRES ET IMPRESSION DE PIÈCES	7
	Étalonnage de l'IR hors ligne	7
	Échelle et décalage de l'impression	7
	Calcul des valeurs d'échelle/de décalage	7
	CONFIGURATION D'UNE IMPRESSION	7
	Orientation des fichiers STL	8
	Définition des détails fins	8
	Décalages du faisceau laser	8
	Résistance d'un élément	8
	Finition de surface	8
	CONSIGNES DE POSITIONNEMENT ET D'ORIENTATION DES PIÈCES	8
	Cylindres	8
	Triangles	9
	Coupes	9
	Duplication	9
	Éléments et crénelage	9
	Boîtes fermées, cylindres et formes	9
	Imbrication	10
	Surfaces de contact	10
	AVANT CHAQUE IMPRESSION	10
	REDÉMARRAGE D'UNE IMPRESSION TERMINÉE	10
	TAMISAGE DES MATÉRIAUX	10
	RECYCLAGE DES MATÉRIAUX	10
	Mélange de matériaux neufs et utilisés	11
	NETTOYAGE DU SYSTÈME SLS	11
2	POST-TRAITEMENT	12
	OUTILS ET SUPPORTS DE NETTOYAGE	12
	PROCÉDURES DE NETTOYAGE	12
	RÉPARATION ET ASSEMBLAGE DE PIÈCES	12
	PONÇAGE MÉCANIQUE	12
	PROCÉDURE DE PONÇAGE HUMIDE	12
	SCELLEMENT ET INFILTRATION DES PIÈCES	13
	SCELLEMENT AVEC UN POLYURÉTHANE À BASE D'EAU	13
	SCELLEMENT AVEC DES ENDUITS THERMODURCISSABLES	14
3	PROPRIÉTÉS ET MANIPULATION	15
	FICHES TECHNIQUES DE SÉCURITÉ	15

	MANIPULATION DES MATÉRIAUX.....	15
	STOCKAGE ET MISE AU REBUT DES MATÉRIAUX	15
	Informations générales sur le stockage	15
	Stockage du DuraForm ProX PA.....	15
	Mise au rebut des matériaux	15
4	RÉSOLUTION DES PROBLÈMES	16
	INTRODUCTION À LA RÉOLUTION DES PROBLÈMES.....	16
	Format de description du problème.....	16
	BONUS Z	16
	AGGLUTINATION.....	17
	FISSURATION DU LIT D'IMPRESSION.....	17
	CRISTAUX ET CONDENSATION	18
	GONDOLAGE, PENDANT L'IMPRESSION	18
	GONDOLAGE, APRÈS L'IMPRESSION	19
	GLAÇAGE, PENDANT L'IMPRESSION	19
	CROISSANCE	20
	LIT DE FUSION, IMPRESSION	20
	NUMÉRISATION MANQUÉE.....	21
	PEAU D'ORANGE	21
	ALIMENTATIONS COURTES	22
	VECTEURS ERRANTS.....	22
	NETTOYAGE	23
	PIÈCES / POROSITÉ FAIBLES.....	23
5	ANNEXE A – MENTIONS LÉGALES	24
	DROIT D'AUTEUR ET IDENTITE SOCIALE.....	24
	LIMITATIONS DE GARANTIE ET DE RESPONSABILITÉ.....	24
	MARQUES COMMERCIALES ET MARQUES DÉPOSÉES	24

DuraForm ProX PA est un plastique technique de production conçu pour une utilisation sur les systèmes ProX SLS de 3D Systems. C'est également un matériau d'usage général particulièrement adapté à l'impression de pièces à détails fins mais aussi de pièces exigeant une finition de surface lisse. Ce guide explique comment utiliser le système ProX SLS pour imprimer des pièces au moyen du matériau DuraForm® ProX breveté de 3D Systems. Ce chapitre décrit le processus d'impression. Il comprend les rubriques suivantes :

- [Avis de sécurité : matériaux](#)
- [Principes de fonctionnement du processus DuraForm ProX PA](#)
- [Modes de fabrication du matériau DuraForm ProX PA Plastic](#)
- [Impressions préliminaires et impression de pièces](#)
- [Configuration d'une impression](#)
- [Consignes pour l'orientation et le positionnement des pièces](#)
- [Avant chaque impression](#)
- [Redémarrage d'une impression terminée](#)
- [Tamisage des matériaux](#)
- [Recyclage des matériaux](#)
- [Nettoyage du système SLS](#)

AVIS DE SÉCURITÉ : MATÉRIAUX

DuraForm ProX PA a été conçu pour, et testé dans, les systèmes ProX SLS de 3D Systems avec 40 % de matériaux neufs sur un système MQC. Veuillez consulter la section « [TAMISAGE DES MATÉRIAUX](#) » pour plus d'informations sur le système MQC. Les fiches de données de sécurité (MSDS) sont disponibles à la page : <http://infocenter.3dsystems.com/production-printer-material/laser-sintering-sls>.



Attention : l'utilisation de matériaux autres que ceux certifiés par 3D Systems est susceptible de présenter des risques pour la santé et de limiter la garantie du système SLS.

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU PROCESSUS DURAFORM PROX PA

Le processus de traitement d'un matériau DuraForm ProX PA possède les caractéristiques suivantes :

- Le matériau est chauffé à une température légèrement inférieure à celle de son point de fusion.



REMARQUE : les températures de consigne peuvent aussi légèrement varier d'une machine à l'autre, en raison des différences au niveau des capteurs et des conditions des matériaux.

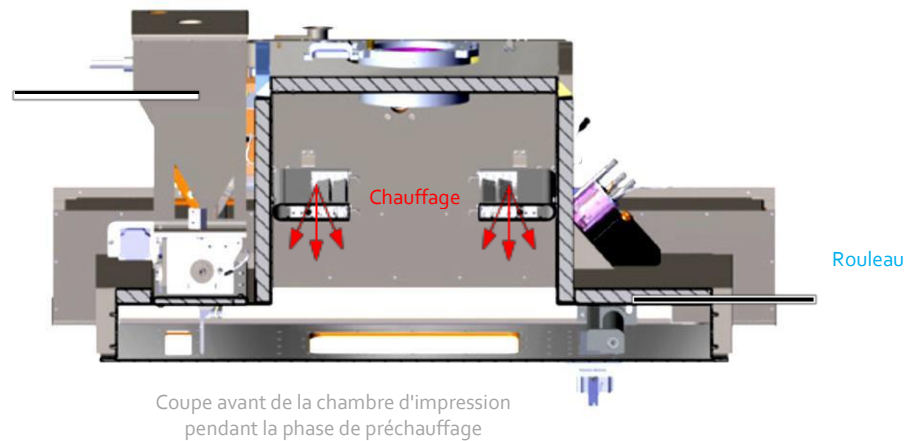
- Le matériau est ensuite traité dans une atmosphère inerte, riche en azote (5,5 % d'oxygène au maximum).
- La transition de fusion du matériau permet de le faire passer d'un état solide à un état liquide à faible viscosité en utilisant une quantité réduite d'énergie laser.
- L'impression avec le matériau s'effectue en 3 phases :
 - [Période de préchauffage](#)
 - [Phase d'impression](#)
 - [Étape de refroidissement](#)



AVERTISSEMENT ! L'opérateur doit utiliser un aspirateur homologué pour nettoyer l'excès de matériau. 3D Systems recommande un modèle ESD ou antidéflagrant. Contactez le service client de 3D Systems pour connaître les options d'achat.

PÉRIODE DE PRÉCHAUFFAGE

Élément chauffant de la trémie d'alimentation



- La phase de préchauffage stabilise la température dans la chambre impression, le lit d'impression et la trémie d'alimentation.
- Cette phase dure environ 60 minutes, pendant lesquelles le piston du lit d'impression s'abaisse par petits incréments (0,102 mm (0,004 pouces)) tandis que le rouleau achemine le matériau.
- Au cours de cette phase, le système augmente graduellement la température du lit d'impression jusqu'au point nécessaire (en dessous du point de fusion du matériau).
- Dans la trémie d'alimentation, le matériau est progressivement porté jusqu'à la température la plus élevée possible à laquelle le matériau peut encore circuler librement. Ceci limite l'ampleur du choc thermique (refroidissement) provoqué par le matériau d'alimentation lors de sa première livraison au lit d'impression.

Surchauffe

Le profil d'impression par défaut du système ProX SLS utilise une technique dite de « Surchauffe ». Cette technique permet d'accélérer l'impression et de réduire les problèmes potentiels tels le tuilage. La surchauffe débute pendant la phase de préchauffage. Le lit d'impression atteint la température de surchauffe qui sera utilisée pendant la fabrication. Cette température est maintenue durant la transition vers la phase d'impression (voir ci-dessous). Une fois en phase d'impression, la température diminue légèrement et l'impression se poursuit à cette température.

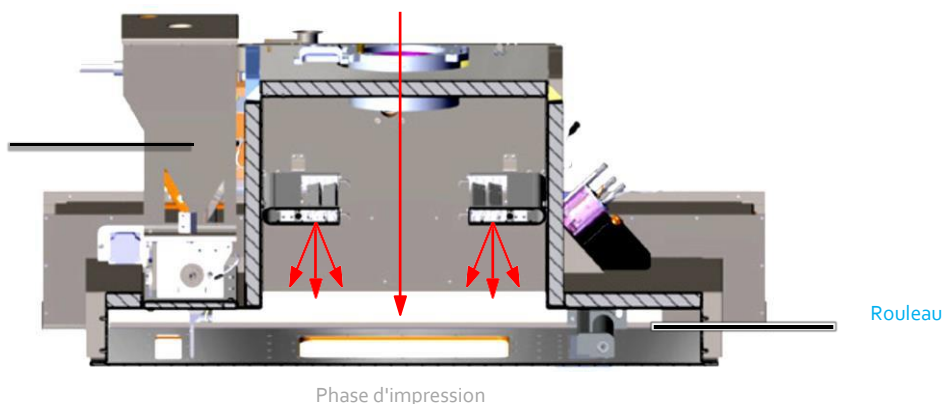
Phase d'impression

- Pendant la phase d'impression, les températures du lit d'impression et de la trémie d'alimentation sont maintenues.
- L'énergie laser est utilisée pour faire fondre le matériau dans chaque coupe transversale successive de l'impression.



REMARQUE : les paramètres de puissance du laser dépendent de l'impression souhaitée.

Élément chauffant de la trémie d'alimentation



Problèmes d'impression potentiels

- Une énergie laser excessive affecte le matériau à l'extérieur de la coupe transversale de la pièce et entraîne une expansion.
- Si l'énergie laser est insuffisante, la pièce ne fond pas complètement, ce qui se traduit par des pièces poreuses et fragiles.
- Si la température du lit d'impression est trop basse, les pièces s'enroulent pendant la numérisation laser.

- Si la température du **lit d'impression est trop élevée**, les pièces sont difficiles à retirer du matériau environnant.
- Si la **température du matériau d'alimentation est trop basse**, les pièces sont refroidies trop rapidement lorsque le matériau traverse le lit et elles ont tendance à s'enrouler. Si la température du **matériau d'alimentation est trop élevée**, le matériau ne ressort pas correctement de la trémie d'alimentation et de la glissière, et il ne roule pas convenablement devant le rouleau.

Interaction des variables

La plupart des problèmes décrits ci-dessus impliquent des variables qui interagissent entre elles. Une chaleur excessive du lit d'impression ou une puissance laser excessive peuvent provoquer une expansion, par exemple. Reportez-vous aux sections intitulées « [Croissance](#) » et « [Pièces fragiles/Porosité](#) ».

Tandis que l'impression se poursuit

- Le piston du lit d'impression s'abaisse, les pièces sont recouvertes et commencent à se refroidir lentement.
- La masse et la géométrie des pièces influencent la vitesse de refroidissement. Si la vitesse de refroidissement est trop élevée, les pièces peuvent développer un tuilage ou une déformation après l'impression. Si la vitesse de refroidissement est trop faible, une expansion peut se produire.
- Le positionnement des pièces dans l'impression influence également la vitesse de refroidissement. Les premières pièces imprimées présentent la vitesse de refroidissement la plus élevée. Les changements de phase de premier ordre, comme la solidification, surviennent de manière isotherme ; la partie supérieure de ces pièces ne se refroidit que lorsque la pièce entière s'est solidifiée. Ceci ralentit la vitesse de refroidissement des pièces fabriquées par la suite.



REMARQUE : un chauffe-piston chauffe la partie inférieure du piston du lit d'impression, ce qui contribue à ralentir la vitesse de refroidissement. Le chauffe-cylindre du piston de la pièce permet de ralentir la vitesse de refroidissement et de créer une température constante sur l'ensemble du lit d'impression.

Après la purge initiale à l'azote, un flux d'azote gazeux d'appoint s'écoule à débit constant à travers la chambre d'impression pendant le processus d'impression. De l'azote gazeux circule également à travers la fenêtre du laser et la tête du capteur IR, et de l'azote gazeux est utilisé pour transporter le matériau du trop-plein à la trémie d'alimentation.

ÉTAPE DE REFROIDISSEMENT

- La phase de refroidissement permet au matériau, aux pièces et au système SLS de se refroidir suffisamment pour retirer le gabarit d'impression de la chambre d'impression en toute sécurité.
- Ce processus exige de l'azote et le niveau inerte de la chambre doit être maintenu.
- La durée de cette phase dépend de la taille de l'impression. Le refroidissement d'une impression volumineuse demande plus de temps. La phase de refroidissement dure une à deux heures environ.
- Au terme de cette phase, le matériau et le système SLS sont encore chauds.
- Il convient de laisser refroidir le gabarit d'impression lentement à température ambiante avant de retirer les pièces. La température au cœur du gabarit d'impression ne doit pas dépasser 50° C.
- Un retrait trop rapide des pièces du gabarit d'impression risque d'entraîner une déformation et/ou une décoloration des pièces.
- Certaines géométries de pièces sont plus susceptibles de se déformer que d'autres après l'impression.

Condensation au cours du processus

Le matériau DuraForm ProX PA Plastic contient une petite quantité de matière volatile qui se vaporise pendant le traitement. Cette matière se condense sur les surfaces froides de la chambre d'impression du système SLS. Reportez-vous à la section intitulée « [Cristaux et condensation](#) » pour plus d'informations sur la résolution des problèmes liés à la condensation.

- Le chauffage du flux d'azote gazeux à travers la fenêtre du laser empêche le matériau de condensation de se déposer sur la fenêtre du laser.



REMARQUE : il est normal de voir une légère condensation (ou film) sur la fenêtre du laser après une impression, mais une condensation excessive sur la fenêtre laser peut bloquer la puissance du laser, ce qui entraîne la création de pièces fragiles ou poreuses.

- Le fait de chauffer le cœur du capteur IR et de faire circuler l'azote gazeux à travers la tête du capteur IR permet d'éviter la formation de condensation sur les lentilles du capteur IR. Une condensation excessive sur les lentilles entraîne une lecture imprécise des températures, ce qui conduit au durcissement ou à la fusion du matériau dans le lit d'impression. Le capteur IR doit être contrôlé avant chaque fabrication et nettoyé si nécessaire

La fenêtre du laser doit être nettoyée avant chaque fabrication. Reportez-vous à la section intitulée « [Nettoyage de la fenêtre du laser](#) ».

MODES D'IMPRESSION POUR DURAFORM PROX PA

DuraForm ProX PA est disponible en mode SP (Standard Production, production standard), en mode HP (High Production, haute production) et en mode Advanced (Avancé). Les fichiers de configuration des matériaux pour les modes SP, HP et Advanced sont fournis par 3D Systems. Les paramètres de traitement indiqués dans les fichiers de configuration **SP** contrôlent les limites du système ProX SLS pour garantir que le client obtienne les performances souhaitées tout en éliminant la variabilité susceptible de se produire au cours du processus d'impression standard.

Le mode **HP** offre les temps de traitement les plus rapides aux utilisateurs, ce qui constitue un bon point de départ à exploiter lors de l'utilisation de ce mode. Les paramètres de traitement des fichiers de configuration **Advanced** offrent une plus grande latitude de traitement aux utilisateurs avancés.

Le mode par défaut, ou mode recommandé par 3D Systems, est le mode **SP**. Les paramètres de traitement indiqués dans ces fichiers de configuration ont été optimisés pour chacun de ces modes et fournissent un bon point de départ à exploiter lors de l'utilisation de l'un de ces modes.

Consultez également le [Bulletin d'informations client \(Conseils et infos\)](#) pour des informations plus détaillées sur les modes SP et HP. Le bulletin dresse également une liste de paramètres de traitement clés qui garantiront la réussite des créations. Les densités et les propriétés mécaniques attendues sont disponibles dans l'InfoCenter de 3D Systems.

IMPRESSIONS PRÉLIMINAIRES ET IMPRESSION DE PIÈCES

Avant d'effectuer la première impression, vous devez effectuer un étalonnage de l'IR hors ligne. Reportez-vous au [Guide de l'utilisateur de ProX SLS](#) pour des instructions détaillées.

Étalonnage de l'IR hors ligne

1. Placez le système en mode de fonctionnement manuel, fermez et verrouillez les portes de la chambre d'impression.
2. Cliquez sur le bouton d'étalonnage de l'IR.

Échelle et décalage de l'impression

Lors de l'impression de pièces à partir du matériau DuraForm ProX PA Plastic, vous devez effectuer au moins une impression préliminaire pour affiner les paramètres par défaut à utiliser lors de l'impression des pièces définitives.

Le technicien sur site ou l'opérateur imprime généralement une pièce préliminaire pour vérifier les paramètres d'échelle et de décalage. Pour plus de précisions, consultez les options d'échelle et de décalage du logiciel de préparation de la fabrication correspondant.

Utilisez les paramètres des impressions préliminaires pour imprimer les pièces définitives. Pendant l'impression, continuez à surveiller les points de consigne du laser et de l'élément chauffant en vérifiant la qualité des pièces et du matériau pendant la production.

Calcul des valeurs d'échelle/de décalage

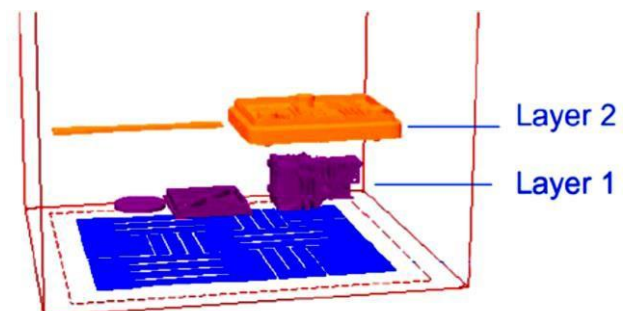
Reportez-vous à la section d'[Aide](#) du logiciel de préparation de la fabrication correspondant.

CONFIGURATION D'UNE IMPRESSION

Reportez-vous à la section d'[Aide](#) du logiciel de préparation de la fabrication correspondant.

Conseils pour la préparation d'une fabrication

- La zone d'impression optimale pour les pièces est un rectangle de 341 x 290 mm (13,5 x 11,5 pouces).
- Il peut s'avérer avantageux d'organiser les fichiers STL en couches pour la tâche d'impression. Séparez les couches de pièces en Z de 1,25 mm (0,05 pouces).
- En raison des températures de traitement élevées, les pièces placées sur la couche inférieure de l'impression risquent de ne pas se refroidir uniformément et de se gondoler pendant l'impression. Reportez-vous aux sections « [Tuilage au cours de l'impression](#) » et « [Tuilage après l'impression](#) ».
- Si un fichier STL possède une coupe transversale épaisse, vous pouvez le placer plus haut dans le cylindre d'impression, de manière à ce que Z = 127 mm (5 pouces, par exemple).
- Les coupes transversales épaisses présentant des éléments avec des tranches X-Y ou une profondeur Z supérieure à 12,7 mm (0,5 pouces) sont plus susceptibles de se gondoler après l'impression. Reportez-vous à la section intitulée « [Tuilage au cours de l'impression](#) ».



Fichiers STL sur des couches séparées

Orientation des fichiers STL

Vous pouvez utiliser le logiciel de préparation de la fabrication correspondant pour orienter un fichier STL afin d'améliorer des éléments tels que les parois minces, les petites chevilles, le texte, les petites protubérances ou les coupes.

Définition des détails fins

Même si les détails sont fins sur les surfaces orientées vers le haut et vers le bas, la définition est généralement meilleure pour la surface orientée vers le haut.

Décalages du faisceau laser

Les décalages du faisceau laser de plan/remplissage ajustent le contour d'une pièce pour compenser la largeur du faisceau laser. Cette opération ne compense pas le rétrécissement habituel ; le faisceau effectue au contraire un décalage topologique, en déplaçant le revêtement de la pièce vers l'intérieur. Des éléments tels que les poteaux deviennent plus petits, tandis que des éléments tels que les trous deviennent plus grands. Le décalage du faisceau est effectué sur chaque tranche de la pièce lors de son découpage en tranches.

Les valeurs de décalage du faisceau sont définies au moyen des paramètres de décalage suivants : Décalage de remplissage X, Décalage de remplissage Y, Décalage de plan X, et Décalage de plan Y. Ces paramètres sont définis au moyen de l'éditeur d'échelle et de décalage du logiciel de préparation de la fabrication correspondant.

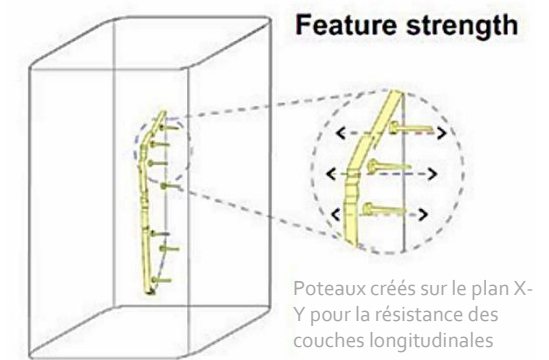
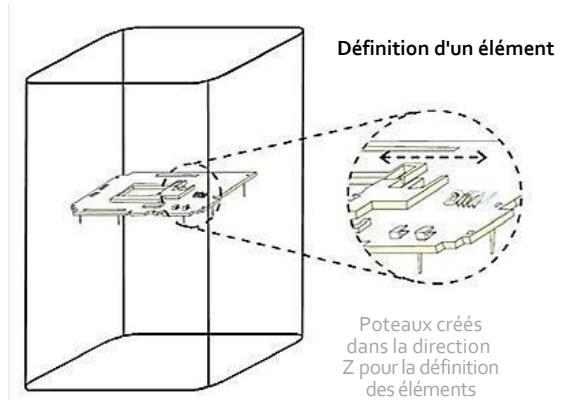
Si les valeurs de décalage sont trop importantes, les très petits éléments (inférieurs à 0,5 mm) risquent de ne pas s'imprimer. Utilisez l'option d'aperçu pour inspecter les tranches imprimées.

Résistance d'un élément

Orientez les éléments (tels que chevilles et aimantations) qui sont soumis à une contrainte de flexion dans le plan X-Y, de manière à ce que les couches couvrent la longueur des éléments.

Finition de surface

Les surfaces incurvées construites dans la direction Z peuvent laisser apparaître un crénelage en raison du processus en couches.

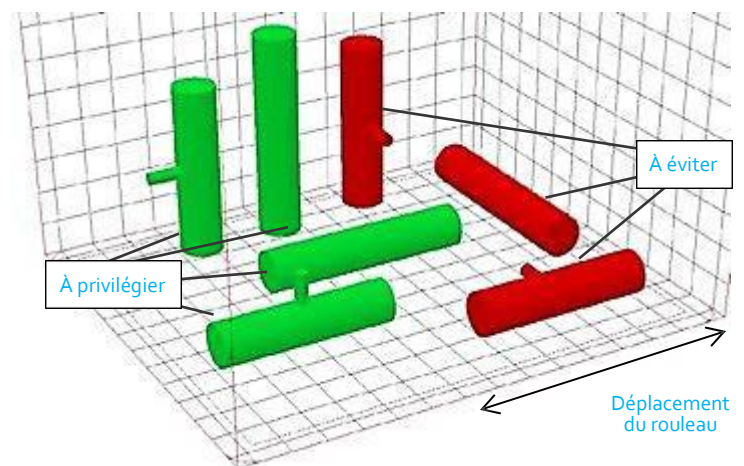


CONSIGNES DE POSITIONNEMENT ET D'ORIENTATION DES PIÈCES

Il existe plusieurs règles à suivre, dans la mesure du possible, pour vous assurer que vos pièces soient imprimées correctement et pour tirer le meilleur parti de votre matériau.

Cylindres

Les cylindres s'impriment mieux s'ils sont placés à la verticale dans la zone d'impression. Cette orientation élimine le crénelage en Z sur les côtés du cylindre. Si le cylindre est très long et de petit diamètre, il peut être placé sur un côté. La création d'un cylindre à l'horizontale est plus rapide, mais sa création à la verticale produit une meilleure finition de surface. Si le cylindre est associé à un autre cylindre plus petit, et s'il est en position couchée, assurez-vous que le plus petit cylindre est orienté vers le haut. S'il est en position droite, orientez le plus petit cylindre dans la direction du rouleau.



Triangles

Essayez de positionner les formes triangulaires dans l'impression de sorte qu'aucun des trois côtés ne soit perpendiculaire à la direction du déplacement du rouleau, et que la base ne se trouve pas au sommet de l'orientation. Ce positionnement offre moins de résistance au matériau lorsqu'il traverse le lit d'impression, ce qui réduit le risque de décalage et se traduit par une base plus plate.

Coupes

Les coupes les plus grandes doivent être placées dans la partie supérieure de l'impression pour réduire l'apparition d'un tuilage après l'impression. Si la coupe couvre plus de la moitié de la zone d'impression, elle doit être suffisamment pivotée autour de l'axe Y pour que la zone totale en cours de numérisation sur une tranche donnée soit réduite. Cela réduit les risques d'interruption de l'alimentation des grandes sections. La rotation autour de l'axe Y produit une meilleure résistance que la rotation autour de l'axe X, mais peut entraîner une interruption de l'alimentation si la section est trop longue en X.

Avec la rotation autour des axes X et Y, la rotation autour de l'axe Z permet également de réduire la distorsion. La rotation autour de l'axe Z est par conséquent à envisager pour les pièces sujettes à la distorsion.

Duplication

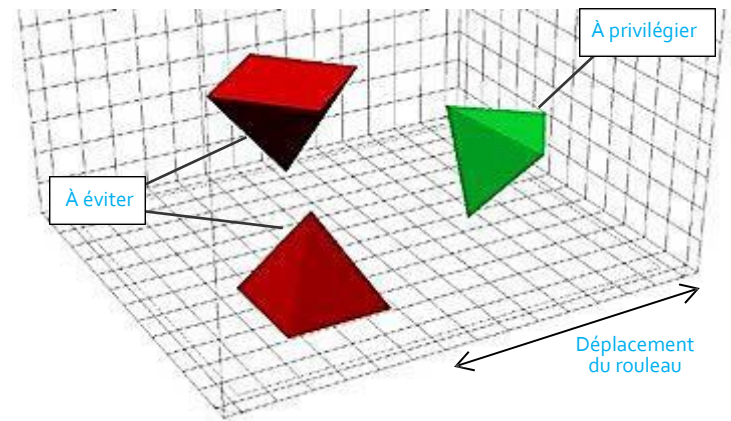
Si vous importez une pièce dans l'impression et la dupliquez pour en effectuer plusieurs copies, veillez bien aux coupes transversales des pièces totales. Si une zone de la pièce contient une coupe transversale relativement lourde, assurez-vous que les pièces ne sont pas alignées verticalement, de manière à ce que les coupes transversales étendues se trouvent sur des couches différentes. Cela permettra de réduire le risque d'interruption de l'alimentation du lit de la pièce. Pour améliorer la qualité d'impression, il est recommandé de veiller à ce que le temps requis pour chaque couche reste le plus homogène possible. Il est également possible de dupliquer les paramètres. Consultez le menu d'aide du logiciel de préparation pour plus de précisions.

Éléments et crénelage

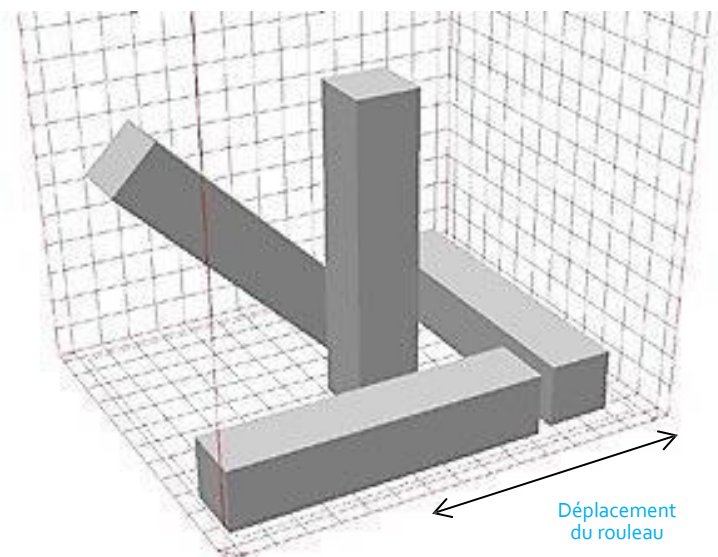
Orientez les pièces de manière à obtenir les éléments souhaités. Les détails fins et le lettrage s'impriment mieux sur les surfaces orientées vers le haut d'une pièce. Sur les surfaces orientées vers le bas, l'effet de crénelage est réduit ou adouci.

Boîtes fermées, cylindres et formes

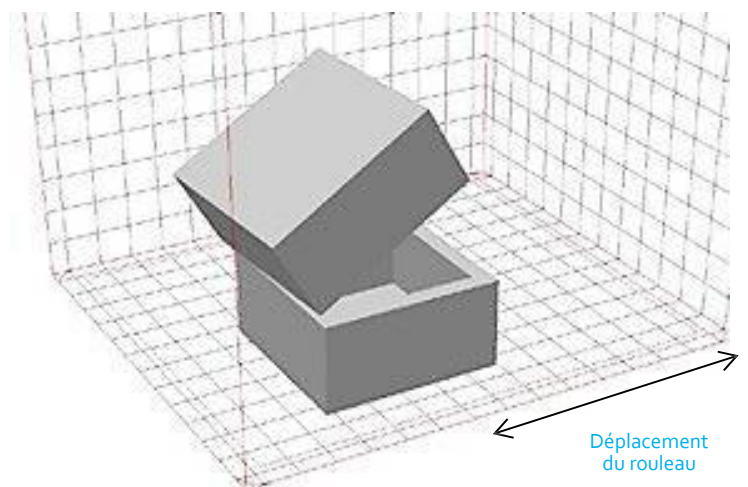
Les géométries fermées de tous les côtés sauf un doivent être placées dans l'impression avec le côté ouvert vers le haut. Cette orientation réduit l'accumulation de chaleur dans le gabarit d'impression et dans la pièce, ce qui facilite la production et prolonge la durée de vie du matériau.



Orientation pour les triangles



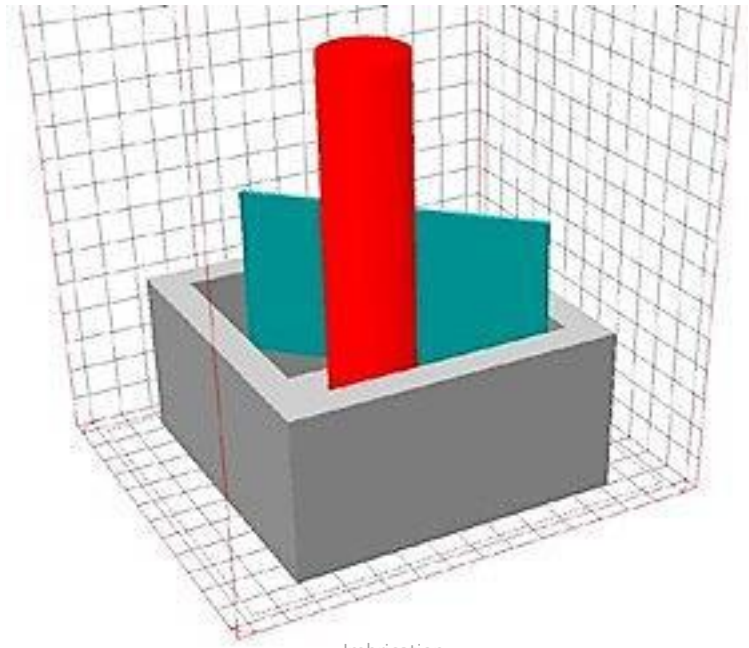
Orientation pour les coupes



Orientation pour la duplication

Imbrication

Vous pouvez imbriquer les pièces plus petites dans les plus grandes pour mieux exploiter la zone d'impression, à condition que les plus petites pièces puissent être retirées après l'impression. Si vous imbriquez des pièces, vous devez maintenir un minimum de 6,35 mm (0,250 pouce) entre les parois les plus proches de chaque pièce. La pièce contenant les pièces imbriquées doit toujours être orientée face ouverte vers le haut.



Imbrication

Surfaces de contact

Les pièces qui doivent être imprimées en plusieurs parties, ou les pièces qui auront des surfaces de contact, doivent toujours être placées de telle sorte que les surfaces de contact soient imprimées dans la même orientation. Il est préférable que les surfaces de contact soient imprimées vers le haut pour préserver la planéité. Si cela n'est pas possible, imprimez les surfaces de contact dans l'axe Z. Le choix le moins souhaitable pour l'orientation consisterait à imprimer les pièces avec les surfaces de contact vers le bas.

AVANT CHAQUE IMPRESSION

1. Vérifiez que le système MQC contient suffisamment de matériau.
2. Vérifiez les paramètres de débit. Le réglage du débit s'effectue sur le panneau du collecteur du système principal, derrière le panneau externe.
3. Vérifiez que la température de base du capteur IR est de 77° C. La température s'affiche dans la fenêtre d'état. Si les portes de la chambre d'impression sont ouvertes (ou si les dispositifs de verrouillage ne sont pas enclenchés), les éléments chauffants du capteur IR ne sont pas activés.
4. Vérifiez que le débit d'azote de la fenêtre du laser est réglé sur 5 litres/minute.



REMARQUE : si vous pensez qu'un problème s'est produit dans le dispositif de contrôle de la température de base du capteur IR, contactez le service technique sur site de 3D Systems.

5. Inspectez la fenêtre du laser et nettoyez-la avant chaque fabrication, si nécessaire. Reportez-vous à la section intitulée « [Nettoyage du système SLS](#) ».

REDÉMARRAGE D'UNE IMPRESSION TERMINÉE

Lorsqu'une impression a été interrompue, son redémarrage n'est généralement pas possible. Les conditions thermiques requises pour le matériau plastique DuraForm ProX PA ne permettent habituellement pas de redémarrer correctement les impressions terminées.

TAMISAGE DES MATÉRIAUX

Pour plus d'informations sur le système MQC (Material Quality Control, contrôle de la qualité des matériaux), consultez le [Guide de l'utilisateur de ProX SLS](#).

3D Systems préconise les techniques de tamisage suivantes pour le plastique DuraForm ProX PA :

- Ne retirez pas le gabarit d'impression de la chambre d'impression tant que la température du lit d'impression ne se situe pas aux alentours de 85° C. Laissez le gabarit d'impression continuer à se refroidir jusqu'à 50° C avant d'essayer d'extraire les pièces.
- Retirez tous les matériaux résiduels du gabarit d'impression à l'aide d'une brosse. Tamisez les matériaux résiduels/non durcis dans le bac à déchets du système MQC, mais jetez les matériaux durs et épais avant de procéder à l'extraction finale et au nettoyage de la pièce.
- Tamisez les matériaux résiduels/non durcis du gabarit d'impression entre chaque impression.



Remarque : lors de la collecte des matériaux sur le gabarit d'impression, utilisez uniquement la poudre fine du bord extérieur. La poudre qui s'est durcie au point de devoir être physiquement rompue doit être mise au rebut.

RECYCLAGE DES MATÉRIAUX

Pour plus d'informations sur le système MQC (Material Quality Control, contrôle de la qualité des matériaux), consultez le [Guide de l'utilisateur de ProX SLS](#).

Après une impression, les matériaux résiduels/non durcis peuvent être tamisés et réutilisés dans une autre impression. Il est essentiel de se conformer à des procédures de recyclage cohérentes afin de préserver les propriétés des matériaux. Si les procédures de recyclage ne sont pas

suivies, des problèmes tels que des rétrécissements de variables et des imperfections de surface comme la « peau d'orange » peuvent apparaître, ce qui diminue les propriétés mécaniques.

Le matériau DuraForm ProX PA Plastic est un mélange très fin de petites particules. Au fur et à mesure des impressions, le matériau est exposé à de la chaleur et à de l'énergie, et les particules ont tendance à adhérer les unes aux autres pour former des particules plus grosses. Vous pouvez contrebalancer cette tendance en recourant à un tamisage et à un mélange. Le tamisage élimine les particules indésirables tandis que le mélange ajoute de nouvelles particules de taille adéquate.

Mélange de matériaux frais et utilisés

Le système MQC lance un cycle de mélange lorsqu'il dispose de suffisamment de matériaux pour mélanger un total d'environ 40 litres. Avec un rapport de 80 % de poudre fraîche, par exemple, il a besoin d'environ 32 litres dans le réceptacle de matériaux frais et d'environ 8 litres dans le réceptacle de matériaux utilisés pour lancer un nouveau cycle de mélange. Pour chaque réglage du rapport de poudre fraîche, le volume minimal de poudre fraîche et de poudre utilisée pour lancer un mélange s'affichent sur l'écran d'accueil du système MQC.

Le rapport de poudre fraîche par défaut pour le matériau DuraForm ProX PA est de 40 %.

NETTOYAGE DU SYSTÈME SLS

Du matériau peut s'accumuler sur le rouleau et dans d'autres zones de la chambre d'impression, ainsi que sur le système MQC. Reportez-vous au [Guide de l'utilisateur de ProX SLS](#) pour plus d'informations sur les procédures de nettoyage suivantes :

- Nettoyage du système SLS entre les impressions
- Nettoyage de la fenêtre du laser
- Nettoyage de la section de corps noir
- Nettoyage de l'écran de débordement
- Nettoyage du filtre à gaine

2 Post Traitement

Ce chapitre aborde les différentes techniques permettant d'améliorer la finition de surface de la pièce après l'extraction. Il ne doit en aucun cas être considéré comme une présentation complète des techniques de post-traitement. La plupart des entreprises développent leurs propres techniques en fonction de leurs besoins spécifiques. Ce chapitre fournit uniquement des informations de base pour la finition des pièces DuraForm ProX PA. Ce chapitre aborde plus particulièrement les questions suivantes :

- [Outils et supports de nettoyage](#)
- [Procédures de nettoyage](#)
- [Ponçage mécanique](#)
- [Procédure de ponçage humide](#)
- [Scellement et infiltration des pièces](#)
- [Scellement avec un polyuréthane à base d'eau](#)
- [Scellement avec Imprex Superseal](#)

OUTILS ET SUPPORTS DE NETTOYAGE

Voici une liste type d'outils et de supports de nettoyage que vous pouvez utiliser pour le post-traitement :

- Fichiers manuels
- Outils de ponçage ronds
- Outils de ponçage plats
- Papier verre (grain 150 environ)
- Projecteur de billes de verre avec taille de bille de verre recommandée de 70 à 140 µm.
- Chiffon de nettoyage
- Broche étau avec petites mèches
- Mini ponceuse à bande, avec bandes de papier abrasif grain 120

PROCÉDURES DE NETTOYAGE

Avant toute autre procédure de post-traitement, nettoyez soigneusement les pièces. Pour nettoyer une pièce DuraForm ProX PA Plastic, suivez ces instructions :

1. Retirez le gabarit d'impression de la chambre d'impression.



Attention : 3D Systems recommande de laisser le gabarit d'impression refroidir à température ambiante avant d'en retirer des pièces.

2. Brossez tous les matériaux résiduels pour faire apparaître la pièce.
3. Retirez tous les matériaux restants dans les coins et dans les trous à l'aide des outils à main appropriés. Dégagez les trous au moyen d'une mèche.
4. Avec un projecteur de billes de verres à 4,8 bars (70 psi), tenez la pièce à environ 127 mm (5 pouces) de la buse et actionnez le projecteur.



Remarque : tenir la buse trop près de la pièce peut provoquer une « brûlure » (décoloration et dégradation de la surface).

Pour une meilleure finition de surface, poursuivez avec la « [procédure de ponçage humide](#) ».

RÉPARATION ET ASSEMBLAGE DE PIÈCES

3D Systems recommande les adhésifs EP90FR-V ou EP21FRNS-2 pour la réparation ou l'assemblage des pièces fabriquées avec des plastiques DuraForm ProX PA.

PONÇAGE MÉCANIQUE

Vous pouvez utiliser une ponceuse à mini-courroie (avec courroie de 5/16 pouces, grain 120 et vitesse moyenne), si nécessaire, pour retirer les couches superposées sur les parois latérales des pièces imprimées avec des plastiques DuraForm ProX PA.

PROCÉDURE DE PONÇAGE HUMIDE

Outils et équipement requis

- Papier verre (grain 220 à 1200)
- Eau courante
- Chiffon ou serviette en papier pour sécher la pièce.

Pour effectuer un ponçage humide sur une pièce, procédez comme suit :

1. Plongez la pièce propre dans l'eau.
2. Poncez la surface jusqu'à obtention de la finition souhaitée. Commencez avec un grain 220, suivi d'un grain 320, 400, 600, puis 1 200.



Remarque : après l'utilisation du grain 320, veillez à changer l'eau fréquemment.

SCELLEMENT ET INFILTRATION DES PIÈCES

Les pièces imprimées avec des plastiques DuraForm ProX PA peuvent être scellées ou infiltrées avec divers produits, parmi lesquels apprêts, peintures, polyuréthanes, cyanoacrylates (« super colles ») et époxy.

Les pièces ayant tendance à être denses, les produits à faible viscosité, ou les produits qui peuvent être dilués, sont plus faciles à utiliser et sont à privilégier si votre objectif est d'éviter de modifier les dimensions de la pièce.

Pour une infiltration complète des pièces, 3D Systems recommande l'utilisation d'une chambre à vide. Si vous avez seulement besoin d'une couche de surface d'étanchéité, un brossage ou un trempage suffisent.



Attention : lors de la manipulation de produits infiltrants, utilisez des gants résistants aux solvants dans un endroit bien aéré et respectez les consignes de sécurité appropriées.

Quelques produits suggérés :

- **Enduits thermodurcissables : Godfrey & Wing Inc.**

220 Campus Drive Aurora, OH 44202

Téléphone : +1.330.562.1440

Numéro gratuit : +1.800.241.2579

Télécopie : +1.330.562.1510

<http://www.godfreywing.com/vacuum-impregnation/sealants/types-of-gw-sealants>

Référence : 95-1000A + catalyst

- **Émulsion acrylique UCAR Vehicle 443 :**

Un produit Union Carbide : mélangez 72 % d'émulsion à 28 % d'eau pour créer un mélange solide à 32 %. Plongez les pièces dans ce mélange pour obtenir un revêtement de surface. Séchez ensuite les pièces dans un four industriel à 70° C.

- **Cyanoacrylates :**

3D Systems recommande le Loctite 408. Pour les cyanoacrylates, l'utilisation d'un four industriel ou d'une chambre à vide est déconseillée. Reportez-vous à la section intitulée « [Réparation et assemblage de pièces](#) ».

SCELLEMENT AVEC UN POLYURÉTHANE À BASE D'EAU

Vous pouvez utiliser un enduit polyuréthane à base d'eau pour infiltrer et sceller des pièces imprimées avec des plastiques DuraForm ProX PA.

Outils et équipement requis

- Bacs métalliques suffisamment profonds pour immerger les pièces
- Appliqueur ou pinceau en mousse (facultatif)
- Four industriel (facultatif)
- Chambre à vide (facultatif)

Procédure

1. Poncez la pièce avant de la sceller, le cas échéant. Reportez-vous à la section intitulée « [Procédure de ponçage humide](#) ».
2. Enduisez la pièce et infiltrz-la d'enduit en recourant à l'une des méthodes suivantes :
 - Appliquez l'enduit à l'aide d'un pinceau en mousse.
 - Plongez les pièces dans un récipient d'enduit pendant cinq minutes. Si les pièces flottent, lestez-les ou maintenez-les immergées.
 - Pour infiltrer complètement les pièces à parois épaisses (de plus de 7,5 mm (0,3 pouces) d'épaisseur), placez-les dans un récipient d'enduit dans une chambre à vide jusqu'à ce que la formation de bulles d'air cesse à la surface de l'enduit.
3. Retirez la pièce de l'enduit et secouez-la pour retirer l'excédent.
4. Retirez l'excédent d'enduit dans les éléments internes et les cavités à l'air comprimé.
5. Laissez la pièce sécher à l'air libre de 4 à 24 heures, en fonction de sa densité et de sa taille. Vous pouvez accélérer le séchage en utilisant un four à basse température (50 °C).

SCELLEMENT AVEC DES ENDUITS THERMODURCISSABLES

Outils et équipement requis

- Applicateur ou pinceau en mousse
- Enduit thermodurcissable
- Four à convection capable d'atteindre une température minimale de 100 °C
- Chambre à vide (facultatif)

Procédure

1. Placez la pièce propre sur un plateau pour recueillir l'enduit excédentaire.
2. Appliquez l'enduit sur un côté de la pièce à l'aide du pinceau en mousse. Assurez-vous que le côté est entièrement enduit.
3. Une fois la face de la pièce enduite, laissez le produit reposer sur la pièce de 5 à 10 minutes pour saturer la surface de la pièce.
4. Retournez la pièce et appliquez de l'enduit sur sa face arrière.
5. Réglez le four à 100 °C. Retirez l'enduit excédentaire et enfournez la pièce pendant 1 heure à 1 heure et demie, voire davantage pour les pièces avec coupes épaisses.
6. Retirez la pièce et appliquez une seconde couche d'enduit, en répétant les étapes 2 à 5.

Ce chapitre présente des informations générales sur DuraForm ProX PA Plastic, ses propriétés et sur la façon de l'utiliser. Il comprend les sujets suivants :

- [Fiches techniques de sécurité](#)
- [Manipulation des matériaux](#)
- [Stockage et mise au rebut des matériaux](#)

FICHES TECHNIQUES DE SÉCURITÉ

Systèmes 3D fournit des fiches techniques de sécurité (FTS) contenant des informations sur la sécurité et la manipulation du matériau DuraForm ProX PA Plastic. Le numéro de contrôle du document (NCD) pour DuraForm ProX PA Plastic est sur :

<http://infocenter.3dsystems.com/materials/production-printer-materials/laser-sintering-sls>

- **DuraForm ProX PA Plastic** : DCN 24168-S12-00-A

MANIPULATION DES MATÉRIAUX

Pour une information complète, reportez-vous à la fiche technique de sécurité (FTS) pour DuraForm ProX PA Plastic.

Observez ce qui suit :

- Évitez de déverser le matériau sur le plancher et nettoyez rapidement en cas de déversement. Le plancher sera très glissant si du matériau est déversé.



REMARQUE : l'opérateur doit utiliser un aspirateur homologué pour nettoyer l'excès de matériau. Systèmes 3D recommande un modèle ESD ou antidéflagrant. Contactez le service à la clientèle de Systèmes 3D pour connaître les options d'achat.

- Après avoir aspiré le matériau déversé, utilisez une vadrouille humide pour nettoyer le plancher.
- À cause des petites particules du matériau DuraForm ProX PA Plastic, elles peuvent être aéroportées pendant la manipulation. Dans des conditions d'exposition à la poussière, Systèmes 3D recommande un respirateur anti-poussière approuvé NIOSH approprié à la concentration aéroportée. De telles conditions peuvent inclure la manipulation du matériau au système SLS ou au système de contrôle de la qualité du matériau (MQC).



REMARQUE : la poussière fine aéroportée en concentration suffisante et la présence d'une source d'allumage peuvent causer un risque d'explosion. La valeur d'une déflagration (K_{st}) est de 79 bars·m/sec.

STOCKAGE ET MISE AU REBUT DU MATÉRIAU

Cette section présente de l'information sur le stockage pour le DuraForm ProX PA Plastic, ainsi que les instructions de mise au rebut.

Information générale sur le stockage

Pour des informations sur le système MQC, reportez-vous au [Guide de l'utilisateur ProX SLS](#).

Pour éviter toute contamination, tout déversement, nuage de poussière ou mélange de différents types de matériaux, observez les directives suivantes :

- Rangez le matériau utilisé dans des bouteilles adéquatement étiquetées. N'oubliez pas qu'elles sont sujettes à la contamination, sauf si vous les scellez d'une manière ou d'une autre.
- Ne mélangez pas un type de matériau avec un autre.
- Nettoyez à fond le système MQC lors du changement de matériaux.
- Nettoyez soigneusement la machine du système SLS lors du changement de matériaux.

Stockage du DuraForm ProX PA

Si le matériau devient contaminé, ses caractéristiques de traitement peuvent changer. Ceci peut produire des résultats indésirables quant à la qualité de la pièce. Les lignes directrices suivantes de stockage suggèrent des façons de minimiser la contamination et de garder la poudre dans des conditions optimales :

- Conserver à une température de 40 °C ou moins.
- Sceller le contenant.

Mise au rebut des matériaux

En disposant de DuraForm ProX PA, observez les règlements locaux et les lignes directrices de la feuille de données de sécurité (FDS).

Ce chapitre est organisé par ordre alphabétique par nom de problème. Il contient les sujets suivants :

- [Introduction à la résolution de problèmes](#)
- [Bonus Z](#)
- [Agglomérat](#)
- [Fissuration de lit impression](#)
- [Cristaux et condensation](#)
- [Déformation pendant l'impression](#)
- [Déformation post-impression](#)
- [Glaçage pendant l'impression](#)
- [Croissance](#)
- [Lit de fusion, impression](#)
- [Numérisation manquée](#)
- [Pelure d'orange](#)
- [Alimentations courtes](#)
- [Vecteurs errants](#)
- [Lavage](#)
- [Pièces faibles/porosité](#)

INTRODUCTION À LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES

Lors de l'optimisation des paramètres de profil, cela permet d'éliminer beaucoup de problèmes, il est souvent utile de surveiller une impression de sorte à établir les paramètres de processus.

Il y a deux raisons d'observer une impression :

- Certaines sections peuvent exiger de l'attention et un ajustement au cours de l'impression.
- Votre caractérisation deviendra plus précise grâce à l'observation. Alors que votre caractérisation devient plus précise, une observation ultérieure deviendra moins fréquente.

Format de description de problème

Vous trouverez les informations suivantes sur chaque problème :

- **Description** : explique le problème et donne une représentation visuelle de celui-ci. La description inclut des éléments comme « où » et « quand » le problème peut survenir.
- **Théorie de la cause** : comprend une brève explication sur ce que peut être la cause du problème.
- **Signes visuels** : décrivent toute information observable pouvant être couverte dans la section Description.
- **Conséquences** : donne les détails pouvant survenir à la qualité d'impression si le problème n'est pas corrigé.
- **Mesure corrective** : décrit ce que vous devez faire pour éviter ou résoudre un problème.
- **Problèmes connexes** : indique si un problème peut causer un impact ou être associé à un autre problème.

BONUS Z

Description : « Bonus Z » survient lorsque le laser fait fondre une pièce hors de la profondeur spécifiée—habituellement 0,1 mm (0,004 po)—lors des premières numérisations. Ceci cause une croissance verticale sur l'axe Z. La différence entre la croissance et bonus Z est que la croissance peut survenir sur tout rebord de pièce, alors que bonus Z survient seulement sur les surfaces vers le bas.

Théorie de la cause : lorsque la première couche est numérisée, le laser pénètre dans le matériau non fondu sous la limite d'impression. Dans les cas extrêmes, bonus Z surviendra avec le nettoyage.

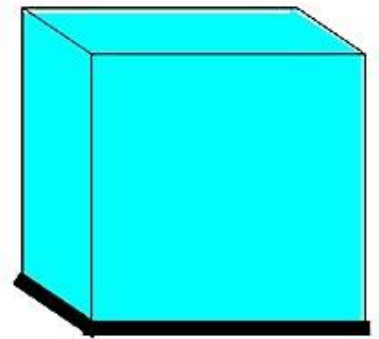
Signes visuels : vous ne pouvez pas observer ceci pendant l'impression.

Conséquences : la pièce est hors de la limite de tolérance dans l'axe Z.

Mesure corrective : pendant l'impression, aucune mesure corrective ne peut être prise.

Avant de commencer le travail d'impression, vous pouvez :

- Minimisez la possibilité de bonus Z en réduisant le paramètre de **puissance de remplissage de laser** dans le profil d'impression pour les premières couches (entre la première et la quatrième couche).



Bonus Z

- Utilisez la compensation de croissance Z du logiciel de préparation de réalisation; voir l'aide au logiciel de préparation de réalisation respectif.

Si *bonus Z survient*, vous pouvez nettoyer la pièce pendant le post-traitement en sablant ou en usinant la quantité appropriée.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée [Nettoyage](#).

AGGLUTINATION

Description : le matériau aggloméré à la surface du lit s'accumule devant le rouleau lorsqu'il se déplace sur le lit d'impression et des stries apparaissent derrière le rouleau.

Théorie de la cause : ceci résulte généralement de l'un des éléments suivants :

- Matériau recyclé, tamisé de manière incorrecte.
- Surchauffe du matériau dans la trémie d'alimentation.
- Contaminants dans l'air comprimé ou la conduite d'air.

Signes visuels : le rouleau pousse des agrégats à travers le lit d'impression, ce qui peut provoquer l'apparition de stries après le passage du rouleau.

Conséquences : le matériau n'est pas correctement alimenté, ce qui se traduit par des pièces de mauvaise qualité. Une alimentation incorrecte du matériau entraîne une épaisseur inégale du matériau, ce qui peut provoquer une croissance ou une fusion inadéquate. Des stries peuvent apparaître sur les surfaces orientées vers le haut et vers le bas.

Action corrective : réduisez les points de consigne de la température pour la trémie d'alimentation.

Tamisez soigneusement le matériau recyclé avant de l'utiliser. Reportez-vous aux sections intitulées [« Recyclage des matériaux »](#) et [« Tamisage des matériaux »](#).

Assurez-vous que vos méthodes de stockage ne permettent pas l'introduction de contaminants dans le matériau. La section intitulée [« Stockage et mise au rebut des matériaux »](#) décrit les méthodes appropriées pour le stockage des matériaux.

Assurez-vous que l'alimentation en air propre et sec correspond aux spécifications indiquées dans le Guide d'installation de votre imprimante.

Si l'agglomérat se produit dans une zone du lit d'impression qui ne contient pas la ou les pièces, vous pourrez probablement poursuivre la tâche d'impression. Si l'agglomérat se produit dans la zone du lit d'impression contenant la ou les pièces, vous ne pourrez peut-être pas finaliser correctement la tâche d'impression.

Si vous interrompez l'impression, procédez comme suit :

1. Jetez les éventuels agrégats de matériau.
2. Nettoyez la chambre d'impression.
3. Nettoyez le rouleau.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée [« Fissuration du lit d'impression »](#).

FISSURATION DU LIT D'IMPRESSION

Description : la surface du lit d'impression se fissure au passage du rouleau.

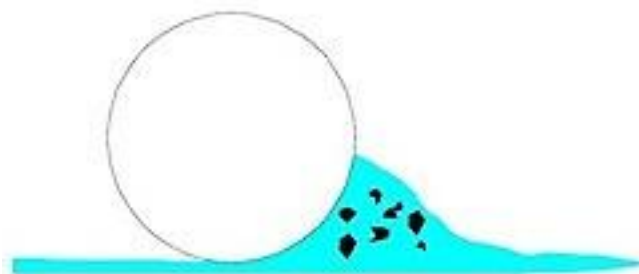
Théorie de la cause : une température ou une vitesse de chauffage excessives des éléments chauffants provoquent une fusion partielle du matériau sur les surfaces du lit d'impression. Des problèmes mécaniques sur le rouleau peuvent également entraîner la fissuration du lit d'impression. Si vous suspectez des problèmes mécaniques, contactez 3D Systems.

Signes visuels : des fissures apparaissent sur la surface du lit.

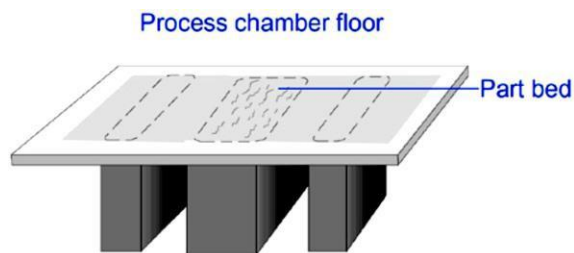
Conséquences : si la pièce est imprimée dans la zone qui se fissure, elle se fissure également.

Action corrective : diminuez le point de consigne du PID de l'élément chauffant par incréments de 2° C jusqu'à ce que la fissure disparaisse.

Si la fissuration se produit pendant la phase de préchauffage, vous avez peut-être augmenté la température trop rapidement. N'augmentez pas la température jusqu'au point de consigne final avant que l'étalonnage en temps réel ne débute (6 mm dans la phase de préchauffage).



Vue latérale du rouleau et de la poudre, laissant apparaître des agrégats



Fissuration de lit

CRISTAUX ET CONDENSATION

Description : lors d'une impression, une couche fine de cristaux en forme d'aiguilles et/ou une pellicule de condensation se forment sur les surfaces froides de la chambre d'impression. Grâce au flux d'azote qui les traverse, le capteur IR et la fenêtre du laser restent propres, mais l'utilisateur doit malgré tout les contrôler avant chaque fabrication.



REMARQUE : une condensation légère se forme généralement sur la fenêtre du laser à chaque impression. Si la condensation est extrêmement importante et couvre la fenêtre entière, appelez l'assistance clientèle de 3D Systems ; cela peut en effet indiquer un problème sur le système SLS.

GONDOLAGE, PENDANT L'IMPRESSION

Description: les bords ou les angles de l'empreinte s'élèvent au-dessus de la surface du lit d'impression.

Théorie de la cause : pendant l'impression, les différences de température dans les différentes zones de l'impression provoquent un rétrécissement irrégulier, qui à son tour provoque le gondolage. Cela se produit généralement lorsque la température d'impression baisse de façon trop importante après l'ajout du matériau.

Le gondolage pendant l'impression peut également se produire si la température du lit d'impression est trop basse.

Signes visuels : les bords de l'empreinte s'élèvent au-dessus de la surface du lit d'impression après la numérisation d'une couche. Le gondolage se produit généralement immédiatement après l'ajout d'une couche de matériau, mais un délai peut parfois s'écouler entre l'ajout de la couche de matériau et l'observation du gondolage.

Conséquences : les pièces (en particulier celles qui possèdent des coupes de surface étendues) ne sont pas plates. En cas de gondolage sévère, l'empreinte peut se décaler dans le lit d'impression lorsque le rouleau passe dessus.

Action corrective : les actions correctives appropriées dépendent de la gravité du gondolage. En cas de gondolage léger, des modifications en cours d'impression peuvent aider. *En présence d'un gondolage modéré à sévère*, la pièce continue d'apparaître gondolée, même si des ajustements sont effectués.

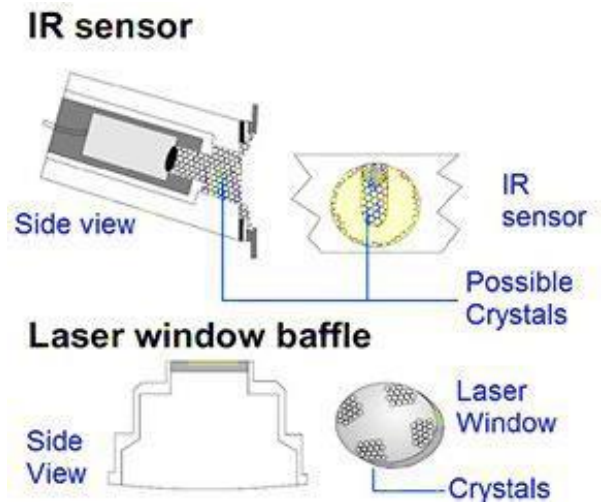
L'augmentation de la puissance du laser favorise considérablement l'arrêt du gondolage d'une pièce, mais elle entraîne également sa croissance.

En cas de gondolage important, vous pouvez interrompre l'impression et en démarrer une nouvelle. Procédez aux modifications suivantes pour éviter le problème lors des impressions futures :

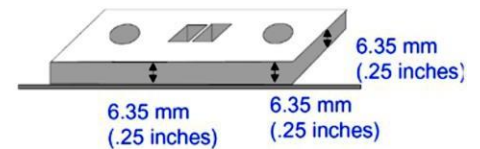
- Assurez-vous que le système est complètement ressorti de la phase de préchauffage.
- Vérifiez le point de consigne de la trémie d'alimentation et le point de consigne de l'élément chauffant de l'empreinte.
- Un excès de matériau d'alimentation peut contribuer au gondolage pendant l'impression, car une partie de ce matériau risque de ne pas être suffisamment chaude, en particulier avec des durées de couche courtes.
- Assurez-vous que l'option d'activation de l'élément chauffant du cylindre d'impression est définie sur 1 et que son point de consigne est correctement réglé.



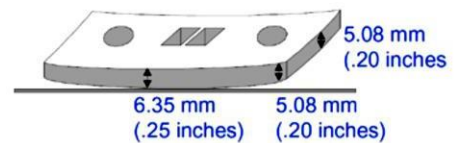
REMARQUE : ajustez les paramètres avec soin pour éviter d'introduire des problèmes liés à une chaleur excessive. Si vous augmentez les températures de façon excessive et trop rapidement, vous risquez de provoquer un agglutinement du matériau.



Cristaux et condensation



Curling and associated Z-shrinkage



GONDOLAGE, APRÈS L'IMPRESSION

Description : la pièce finale n'est pas plate, et présente un gondolage similaire à celui qui se produit avec les pièces moulées par injection

Théorie de la cause : lorsque la pièce est enfouie pendant la phase d'impression, des vitesses de refroidissement excessives et des gradients thermiques produisent des contraintes déséquilibrées. Les vitesses de refroidissement excessives se produisent généralement sur les pièces imprimées en premier dans une tâche d'impression (les pièces aux niveaux Z les plus bas). Il se peut également que vous ayez retiré prématurément l'empreinte de la chambre d'impression.

Signes visuels : la pièce finale n'est pas plate. Cette observation ne peut être faite qu'après l'extraction de la pièce.

Conséquences : les pièces gondolées (en particulier celles qui possèdent des coupes de surface étendues) ne sont pas plates, mais les dimensions Z sont correctes.

Actions correctives : vous pouvez essayer de réparer les pièces gondolées et vous pouvez aussi modifier vos empreintes afin de prévenir les gondolages lors des futures impressions.

Réparation des pièces gondolées : vous pouvez réduire ou faire disparaître le gondolage sur les pièces en :

1. fixant la pièce sur une plaque plate ;
2. plaçant la pièce dans un four pendant une heure à 80° C ;
3. retirant la pièce du four et en la laissant refroidir pendant 2 à 4 heures, ou toute la nuit, avant de retirer les attaches.

Empêcher le gondolage dans les impressions

Vous pouvez prendre une ou plusieurs des mesures suivantes pour empêcher les pièces de gondoler :

- Votre premier recours doit être celui de l'utilisation de la technique de surchauffe. Reportez-vous à la section intitulée « [Surchauffe](#) ». Si cela ne résout pas le problème, procédez comme indiqué ci-dessous.
- **Ajoutez une barrière thermique :** si vous n'utilisez pas encore de barrière thermique, ajoutez une fine couche de pièces jetables sous les pièces à imprimer.
- **Augmentez le point de consigne du lit d'impression :** augmentez le point de consigne du PID du lit d'impression de 1 ou 2° C. Une augmentation excessive de ce point de consigne peut compliquer l'extraction et réduire la quantité de matériau susceptible d'être recyclée.
- **Modifiez l'orientation de la pièce :** faites pivoter la pièce de 15° autour de l'axe; cette opération atténue les contraintes de refroidissement.
- **Imprimez en couches :** imprimez les pièces sur la troisième ou la quatrième couche de pièces dans le gabarit d'impression. Pour plus d'informations sur la configuration d'une impression en couches, reportez-vous à la section intitulée « [Configuration d'une impression](#) ».
- Prévoyez un temps de refroidissement suffisant : laissez le gabarit d'impression refroidir pendant plus d'une heure dans le système SLS et laissez-le ensuite refroidir complètement à l'extérieur du système SLS avant de retirer les pièces.

GLAÇAGE, PENDANT L'IMPRESSION

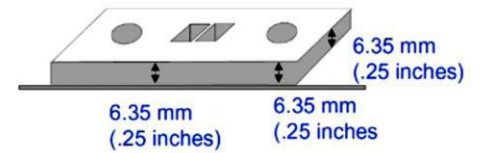
Description : de petites zones localisées de matériau fondent sur le lit d'impression, ce qui fait briller le lit. Cette fusion se produit pendant l'impression et doit être différenciée du point de glaçage. Le point de fusion du plastique DuraForm ProX PA se produit à environ 1 °C à 2 °C au-dessus du point de glaçage.

Théorie de la cause : le glaçage peut se produire pour plusieurs raisons :

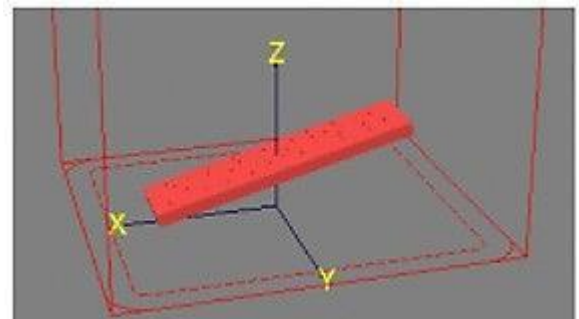
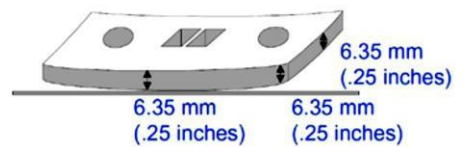
- Le capteur IR n'est pas étalonné correctement ou n'est pas propre.
- Un défaut d'alimentation n'a pas été corrigé.
- Le point de consigne de l'élément chauffant de la pièce est trop élevé dans le profil d'impression.
- Le système essaie d'atteindre la température de consigne trop rapidement.

Signes visuels : la totalité ou une partie du lit d'impression commence à glacer. Dans les cas extrêmes, le matériau fond complètement.

Conséquences : le glaçage peut affecter l'uniformité d'une couche de matériau. Les pièces peuvent être difficiles à retirer du gabarit d'impression lors d'une extraction grossière. Le gabarit peut également se déplacer dans le lit d'impression. Dans les cas extrêmes, le gabarit d'impression peut fondre et se transformer en bloc solide.



Curling and associated Z-shrinkage



Orientation de la pièce pour prévenir le gondolage

Mesure corrective : si cette condition n'est pas corrigée et la fusion devient importante, vous ne serez peut-être pas en mesure d'imprimer. Vous pouvez essayer de réduire la température du lit d'impression jusqu'à ce que le lit d'impression cesse la fusion. Si une fusion importante survient, mettez fin à l'impression et retirez la fiche de poudre fusionnée, puisqu'elle affectera les points cibles pendant les prochains centimètres. Il y a certaines mesures que vous pouvez prendre pour éviter le glaçage, dont :

- Dans le profil de paramètres d'impression, réduisez le point cible de chauffage de pièce.
- Dans la phase de préchauffage du profil d'impression, montez les points cible de chauffage.
- Utilisez la Calibration hors ligne pour vous assurer que le capteur IR est calibré. Reportez-vous à la section intitulée « [Calibration IR hors ligne](#) ».
- Si vous avez pris toutes les mesures précédentes et la fusion persiste, vous devrez peut-être appeler un technicien certifié pour calibrer le capteur IR.

Problèmes connexes : reportez-vous aux sections intitulées [Cristaux et condensation](#) et [Fusion, lit d'impression](#).

CROISSANCE

Description : la croissance survient alors que le matériau fritte sur la pièce, fonctions de papillotage et modification des dimensions de pièces.

La croissance est particulièrement apparente avec les petites fonctionnalités ou les petits trous. La différence entre croissance et bonus Z, c'est que la croissance peut se produire sur n'importe quel bord de la pièce, tandis que le bonus Z se produit uniquement sur des surfaces vers le bas.

Théorie de la cause : la puissance du laser peut être excessive pour les sections de coupe épaisses ou la température du lit d'impression peut être trop élevée..

Signes visuels : la croissance peut ne pas être apparente pendant l'impression.

Conséquences : si la pièce comporte des caractéristiques détaillées, les fonctionnalités peuvent être mâchurées. Les pièces peuvent être surdimensionnées, elles peuvent être difficile à couper ou même impossible à démouler.

Mesure corrective : réduisez le paramètre du point cible PID de chauffage. Réduisez le paramètre la puissance du laser de remplissage

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée [Nettoyage](#).

LIT DE FUSION, IMPRESSION

Description : le matériau du lit d'impression fusionne et solidifie.

Théorie de la cause : les causes possibles comprennent :

- Le capteur IR n'est pas étalonné correctement ou n'est pas propre.
- Le point cible de chauffage de la pièce est trop élevé.
- Le système essaie d'atteindre la température de consigne trop rapidement.

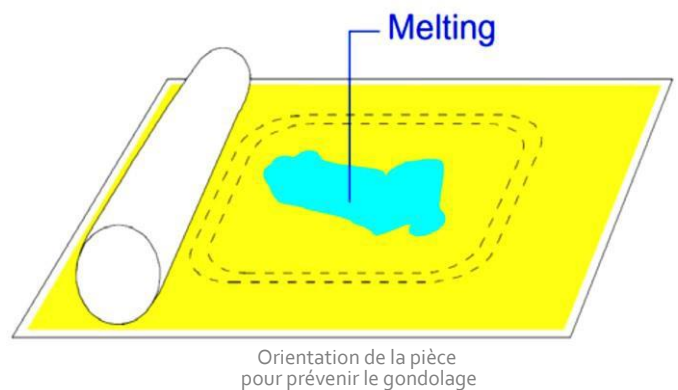
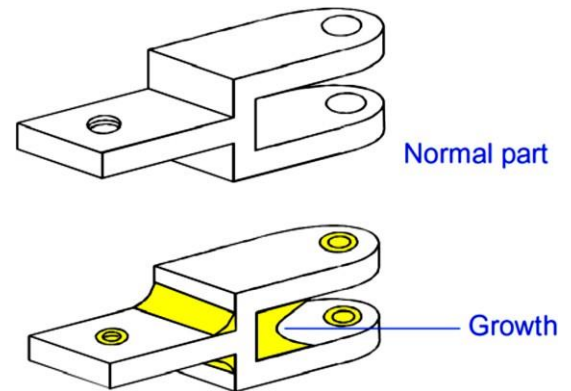
Signes visuels : la fusion survient d'abord en petites sections dans les zones les plus chaudes du lit d'impression. En observant quelles zones fusionnent en premier indiquent les points les plus chauds sur le lit d'impression.

Conséquences : la fusion survient après le glaçage. La température du lit d'impression augmente. La fusion est une condition plus grave que le glaçage.

Mesure corrective : terminez la réalisation. Il y a plusieurs mesures que vous pouvez prendre pour empêcher la fusion, dont :

- Dans le profil de paramètres d'impression, réduisez le point cible de chauffage de pièce et/ou utiliser le chargement pour les points cibles de chauffage.
- S'assurer que la température du bloc capteur IR est correcte et que le chauffage de base fonctionne.
- Effectuez une Calibration de capteur IR hors ligne. Reportez-vous à la section intitulée « [Calibration IR hors ligne](#) ».
- Reportez-vous à la section [Nettoyage du système SLS](#).
- Si aucune de ces mesures empêche la fusion, appelez un technicien certifié pour calibrer le capteur IR ou ajuster les thermocouples.

Problèmes connexes : reportez-vous aux sections intitulées [Fissuration de lit d'impression](#), [Cristaux et condensation](#), et [Glaçage pendant l'impression](#).



NUMÉRISATION MANQUÉE

Description : le laser ne complète pas la numérisation de la zone de remplissage dans la pièce.

Théorie de la cause : le fichier STL est incorrect. Ce problème n'est pas relié au matériau.

Signes visuels : vous pouvez observer que la zone numérisée est incorrecte.

Conséquences : la géométrie de la pièce est incorrecte, et les propriétés de la pièce peuvent être faibles.

Mesure corrective : selon la sévérité du problème, vous aurez peut-être à mettre fin à l'impression et recommencer. Si la numérisation manquée survient sur une couche ou tranche, vous serez peut-être en mesure de compléter l'impression.

Si vous rencontrez des numérisations manquées, il est une bonne pratique de vérifier que le fichier STL ne manque pas de facettes et que les normales sont correctes avant de lancer une impression à l'aide de l'application aperçu. Si le fichier STL est incorrect, vous devez ensuite vérifier que le fichier d'origine de CAO est correct.

Si le fichier CAD d'origine est correct, le fichier STL pourrait être corrompu. Générez-en un nouveau et voyez un aperçu de l'impression. Si le problème réapparaît, contactez l'assistance à la clientèle de Systèmes 3D.

Si le fichier CAD d'origine est incorrect, effectuez les changements nécessaires au fichier CAD et sauvegardez le fichier en format STL. Configurez un ensemble de réalisation en utilisant un nouveau fichier, et imprimez la pièce de nouveau.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée [Vecteurs errants](#).

PEAU D'ORANGE

Description : les surfaces verticales de la pièces comportent des vides ou des creux créant une texture de peau d'orange. Ce problème figure habituellement sur des surfaces imprimées en parallèle à l'avant du système.

Théorie de la cause : le manque de densité sur la surface de la pièce causé par une réutilisation excessive du matériau ou par des problèmes thermiques dans la chambre d'impression.

Signes visuels : aucun.

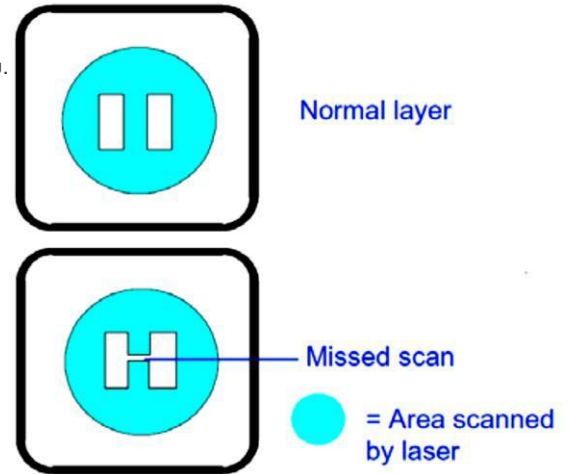
Conséquences : quoique d'autres propriétés de pièces demeurent inchangées, le fini de la surface et

l'apparence sont affectés. **Mesure corrective :** prenez une des mesures suivantes :

- Assurez-vous que vous effectuez le tri approprié de matériaux et les procédures de recyclage et la correction de tout problème. Voir [Tri des matériaux](#) et [Recyclage des matériaux](#)
- Utiliser un ratio plus élevé de poudre fraîche pour une poudre usée.
- Augmentez l'ajout de ré-alimentation avant et après de poudre.
- Dans le profil de la pièce, augmenter la puissance du laser.
- Dans le profil de la pièce, augmenter le point cible de chauffage de pièce.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée [Pièces/porosité faibles](#).

Part cross-section



ALIMENTATIONS COURTES

Description : le rouleau de fournit pas suffisamment de matériau pour couvrir la couche précédente.

Théorie de cause : les alimentations courtes surviennent lorsque la quantité d'alimentation est trop courte; la section transversale de la pièce passe de petite à grande.

Signes visuels : voir la description.

Conséquences : la pièce sera habituellement faible, pourra se délaminer aux couches où des alimentations courtes sont survenues et peuvent présenter des imperfections à la surface.

Mesure corrective : augmentez les paramètres de quantité d'alimentation dans le profil de paramètres d'impression ou utilisez le bouton Cycle d'amorçage.



Mise en garde : faites attention en variant les paramètres de quantité d'alimentation. Le matériau d'alimentation pendant une impression est plus froid que celui dans le lit d'impression. En utilisant une alimentation qui est trop grande, cela peut causer un refroidissement excessif de la pièce alors que le matériau est livré, ce qui enclenchera un enroulement lors de l'impression et épuisera prématurément le matériau.

Vous pouvez également utiliser le bouton Cycle d'amorçage pour recouvrir la pièce.

Problèmes connexes : reportez-vous aux sections intitulées [Fusion, lit d'impression](#) et [Pièces/porosité faibles](#).

VECTEURS ERRANTS

Description : une ligne peut se produire entre deux zones de remplissage où cela ne devrait pas être.

Théorie de la cause : le fichier STL est incorrect. Les sommets de la facettes ne correspondent pas. Ce n'est pas relié au matériau.

Signes visuels : le laser numérise une zone dans la section transversale qui ne devrait pas être numérisée. Ceci cause habituellement une ou plusieurs lignes reliant les zones de remplissage.

Conséquences : les vecteurs errants rendent le nettoyage plus difficile et brisent les pièces.

Mesure corrective : avant de commencer l'impression, vérifiez le fichier STL pour des vecteurs errants à l'aide de l'onglet Aperçu dans le logiciel de préparation de réalisation. Pivotez légèrement l'orientation de la pièce. Vérifiez la pièce de nouveau. Vérifiez le fichier CAD d'origine.

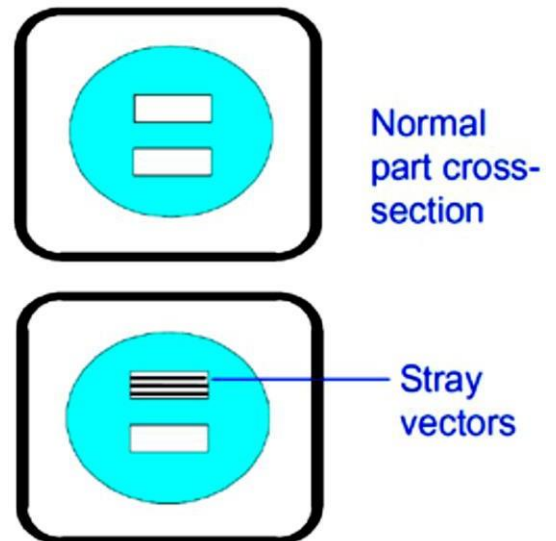
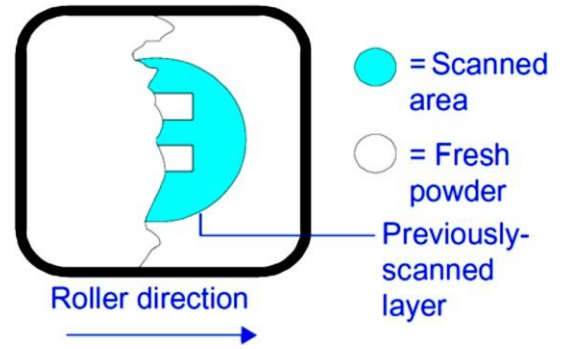
Si le fichier CAD d'origine est correct, le fichier STL a probablement été corrompu et vous devez en faire un nouveau. Répétez le processus pour enregistrer le fichier en format STL, copiez le nouveau fichier sur l'ordinateur du système SLS et, en utilisant le nouveau fichier, mettre en place un ensemble de résolution et visualisez-le à nouveau. Si le problème persiste, contactez l'assistance à la clientèle de Systèmes 3D.

Si le fichier CAD d'origine est incorrect, apportez les modifications nécessaires au fichier CAD, enregistrez le fichier dans le format de fichier STL et copiez le nouveau fichier sur l'ordinateur du système SLS. Configurez un ensemble de réalisation à l'aide du nouveau fichier, et imprimez la pièce de nouveau.

Si les vecteurs errants ne sont pas trop graves, les limer ou les couper. Si le problème est trop grave, vous devrez peut-être mettre fin à l'impression ; essayer de supprimer les vecteurs errants de la pièce au cours de la coupe peut rompre la pièce.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section [Numérisation manquée](#)

Top view of part bed



NETTOYAGE

Description : les coins faisant face vers le bas perdent de la définition et s'arrondissent.

Théorie de la cause : alors qu'une pièce fusionnée refroidit, la chaleur est transférée au matériau environnant, faisant en sorte que le matériau s'amalgame aux surfaces de la pièce (croissance). Les zones de coin refroidissent plus rapidement que les régions plates, ainsi les coins montrent moins de signe de croissance que les surfaces, ce qui donne une apparence de coins ronds.

Signes visuels : vous pouvez observer un nettoyage lorsque les petites fentes se remplissent de matériau fusionné. Autrement, le nettoyage est observé sur la pièce après le bris.

Conséquences : les caractéristiques de la pièce deviennent arrondies, principalement sur les surfaces vers le bas. Le nettoyage peut être suivi par la croissance.

Si vous corrigez le nettoyage de pièce suffisamment tôt, vous pouvez continuer l'impression avec peu de croissance observable ; toutefois, vous pouvez toujours observer un nettoyage de la pièce finie.

Mesure corrective : réduisez le paramètre de puissance de laser de remplissage. Vous pouvez exécuter une série de pièces régulièrement avec des caractéristiques fines à différents réglages de puissance de laser de sorte à optimiser la puissance de laser de remplissage.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée [Bonus Z, Croissance](#) and [Fusion, lit d'impression](#).

PIÈCES/POROSITÉ FAIBLES

Description : Les pièces semblent poreuses et opaques plutôt que translucides, elles sont légères et cassantes et présentent des signes de frittage poudré à la rupture.

Théorie de la cause : le hublot de laser est couvert de condensation dense, ou la puissance du laser n'est suffisamment élevée. Lorsque le matériau DuraForm ProX PA Plastic est recyclé; plus de puissance de laser peut être nécessaire pour obtenir la pleine densité.

Signes visuels : il y a peu de contraste observable entre les zones fusionnées et non fusionnées dans le lit d'impression.

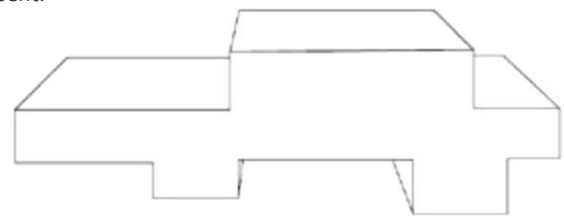
Conséquences : la pièce présentera une robustesse et une densité faible. L'enroulement pendant l'impression peut se produire. Les pièces imprimées avec le matériau DuraForm ProX PA Plastic peuvent tolérer une certaine porosité si vous voulez des détails et des bords nets et très détaillés. Les propriétés mécaniques des pièces poreuses (comme rupture d'effort et résistance à la traction) sont environ d'un tiers à une demie des qualités correspondantes d'une pièce à pleine densité.

Mesure corrective : pour minimiser le problème, vous pouvez :

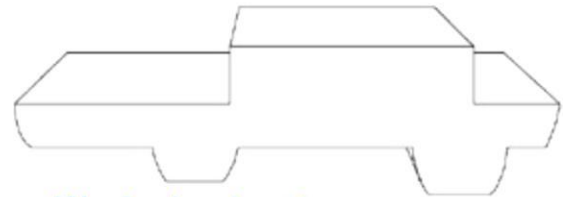
- Nettoyer le hublot du laser (voir [Nettoyage du hublot du laser](#)).
- Augmenter le paramètre de la puissance du Laser de remplissage pendant la réalisation.
- Augmenter le paramètre de point cible PID de la température du lit d'impression.
- Jetez le vieux matériau et remplacez par un matériau non utilisé.

Si ces mesures n'améliorent pas la densité de la pièce, appelez un technicien pour vérifier le laser et sa mise au point.

Problèmes connexes : reportez-vous à la section intitulée « [Cristaux et condensation](#) ».



Normal part



Washed-out part

Droit d'auteur et identité sociale

© 2018 par 3D Systems inc Tous droits réservés. Ce document est susceptible d'être modifié sans préavis. Le logo 3D Systems est une marque déposée de 3D Systems, Inc. Ce document est protégé par le droit d'auteur et contient des informations exclusives appartenant à 3D Systems. L'utilisateur agréé au nom duquel ce document est enregistré (l'« Utilisateur agréé ») n'est pas autorisé à copier, reproduire ou traduire ce document de quelque manière que ce soit sur un support quelconque sans l'accord écrit préalable de 3D Systems. Aucune copie de ce document ne peut être vendue ni remise à un tiers ou une autre entité.

Limitations de garantie et de responsabilité

Les présentes informations sont fournies par 3D Systems pour la commodité de ses clients. Elles sont considérées comme fiables, mais TOUTE DÉCLARATION OU GARANTIE DE QUELQUE NATURE QUE CE SOIT CONCERNANT LEUR EXACTITUDE, LEUR ADÉQUATION À UN USAGE PARTICULIER OU LES RÉSULTATS CENSÉS EN DÉCOULER EST EXCLUE. Les informations reposent en totalité ou en grande partie sur des travaux de laboratoire et n'indiquent pas nécessairement des performances dans toutes les conditions. Nonobstant les informations fournies par 3D Systems ou ses sociétés apparentées, il appartient entièrement au client de déterminer quelles lois ou réglementations fédérales, d'État ou locales, ou quelles pratiques sectorielles sont adaptées aux activités qu'il mène, et de s'assurer que ces lois, réglementations ou normes sont respectées dans des conditions de fonctionnement réelles, et 3D Systems n'engage pas sa responsabilité dans ces domaines.

EN AUCUN CAS 3D SYSTEMS NE SERA TENU POUR RESPONSABLE DES DOMMAGES DE QUELQUE NATURE QUE CE SOIT, Y COMPRIS LES DOMMAGES SPÉCIAUX OU INDIRECTS, RÉSULTANT DE L'UTILISATION OU DE LA CONFIANCE ACCORDÉE À CES INFORMATIONS. LE CLIENT ASSUME TOUS LES RISQUES RÉSULTANT DE L'UTILISATION DE CES INFORMATIONS.

L'usage que font les clients des documents suivants atteste qu'ils acceptent ce qui précède. Un client qui ne souhaite pas être lié doit retourner ce document à 3D Systems. Aucun élément contenu dans la présente ne doit être considéré comme une autorisation, une recommandation ou une incitation à mettre en pratique une invention brevetée sans l'autorisation du détenteur du brevet.

MARQUES COMMERCIALES ET MARQUES DÉPOSÉES

DuraForm est une marque déposée et ProX est une marque commerciale de 3D Systems, Inc.



3D Systems, Inc. 333 Three D Systems Circle Rock Hill, SC 29730
www.3dsystems.com

Copyright © 2018, 3D Systems, Inc. Tous droits réservés. N° de pièce 134015-00 RÉV. B