

Introduction à la

CONCEPTION POUR LA FABRICATION ADDITIVE

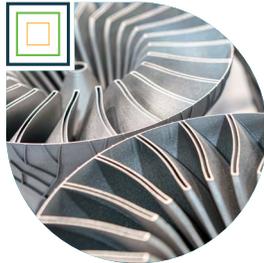


Table des matières

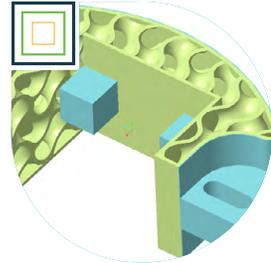


Cette table des matières est **interactive**. Veuillez cliquer pour obtenir les informations désirées.

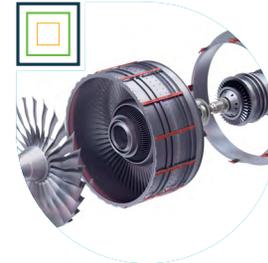
Les bases de la DfAM



Qu'est-ce que la fabrication additive ?

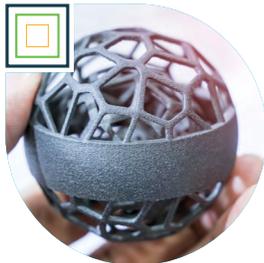


Conception pour la fabrication additive (DfAM)



Renforcez la compétitivité dans l'ensemble de l'entreprise

La DfAM à votre service



Comment utiliser la fabrication additive



Le modèle de maturité en matière de fabrication additive



Tirer le meilleur parti des treillis

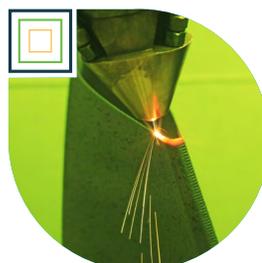


Construction avancée de treillis

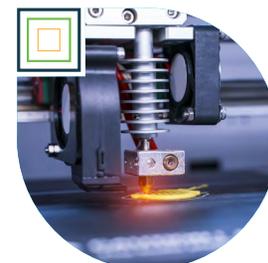
Passer à l'étape suivante.



Comment la fabrication additive (AM) fonctionne-t-elle avec les systèmes CAO ?



Impression 3D métal



Technologie d'impression AM



Et ensuite ?

QU'EST-CE QUE LA FABRICATION ADDITIVE ?

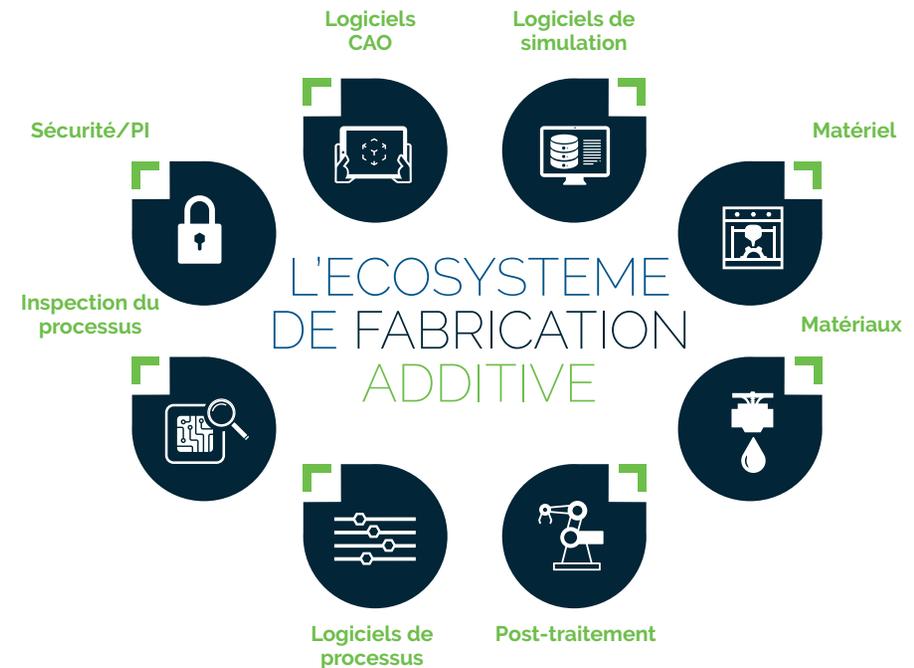
Ce guide présente la conception pour la fabrication additive (DfAM) et offre un aperçu de ses avantages, de ses applications, du processus de conception et de son intégration au système CAO. Mais qu'est-ce exactement que la fabrication additive (AM) ?

La fabrication additive (AM) est le processus qui consiste à accumuler des couches de matériau pour créer un modèle physique à partir d'une conception numérique ; elle est généralement associée aux applications industrielles et de fabrication.

La fabrication additive était initialement utilisée pour reproduire des pièces conçues pour des processus de fabrication traditionnels. La fabrication additive, affranchie des limites des processus de fabrication traditionnels, permet pourtant une approche de **conception spécifique (DfAM)**, avec des formes innovantes jusqu'ici impossibles à produire à l'aide de techniques de moulage ou d'usinage. A l'heure actuelle, ces technologies sont souvent intégrées au processus de fabrication conventionnel.

La DfAM devrait être intégrée étroitement au système CAO et présente un impact tant pour les concepteurs de produits que les cadres dirigeants. Les entreprises qui utilisent la fabrication additive de cette manière peuvent concevoir et produire des formes innovantes sans subir les contraintes liées aux technologies de fabrication traditionnelle et aux tâches de traduction des données résultant de l'utilisation de plusieurs suites logicielles.

L'écosystème de fabrication additive ne se limite pas à des solutions logicielles et matérielles, bien qu'il en existe un large éventail. Penchez-vous sur l'écosystème associé à un processus DfAM totalement intégré.



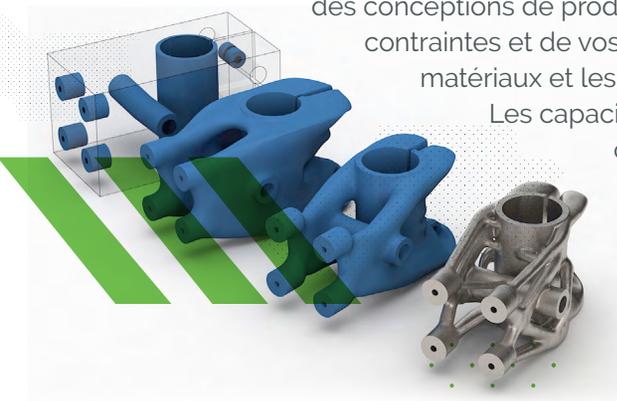
CONCEPTION POUR LA FABRICATION ADDITIVE (DfAM)

Comment conçoit-on pour la fabrication additive de manière à bénéficier de ses avantages ? L'AM n'est pas une solution de rechange pour les méthodes de fabrication traditionnelles. Il s'agit d'une nouvelle manière d'envisager la conception de produits. La DfAM met à profit le pouvoir de transformation de l'AM afin de fournir aux ingénieurs et aux concepteurs les outils nécessaires pour créer des conceptions très complexes qui échappent aux contraintes de la fabrication traditionnelle.

DÉCOUVREZ LA CONCEPTION GÉNÉRATIVE

La conception générative est un outil qui met à profit l'intelligence artificielle (IA) pour créer automatiquement des conceptions de produits sur la base de vos contraintes et de vos exigences, dont les matériaux et les processus de fabrication.

Les capacités combinées de la conception générative et de la fabrication additive peuvent permettre un développement plus rapide, une qualité plus élevée, et des conceptions prêtes pour la fabrication.



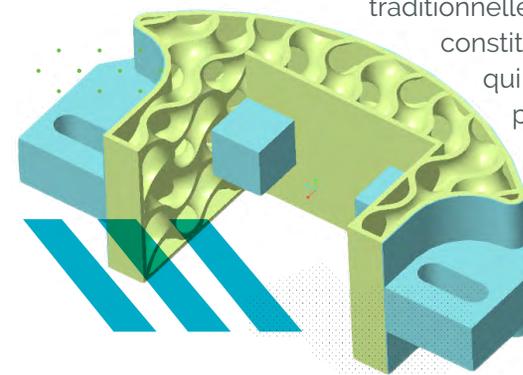
EN SAVOIR PLUS SUR LA CONCEPTION GÉNÉRATIVE DANS CREO →

REGROUPEZ PLUSIEURS ÉLÉMENTS AU SEIN D'UNE SEULE PIÈCE

Les limites de la fabrication traditionnelle nécessitent souvent l'assemblage de plusieurs pièces pour atteindre les objectifs de conception. Avec la fabrication additive, vous pouvez regrouper plusieurs pièces en une seule, réduire les coûts d'assemblage et simplifier les procédures de fabrication. La DfAM présente également l'avantage d'éliminer les erreurs d'assemblage, ce qui contribue à renforcer la qualité globale.

APPRENEZ COMMENT UTILISER DES TREILLIS

Les treillis sont un élément fondamental de la DfAM et permettent d'améliorer la flexibilité et de réduire les coûts et le poids en employant des approches impossibles avec la fabrication traditionnelle.



Les treillis peuvent être constitués de cellules aléatoires qui suivent la surface d'une pièce, ou ils peuvent remplir le volume interne d'une pièce. Ils peuvent même jouer un rôle fonctionnel, notamment en matière d'échange thermique ou d'absorption des chocs. Vous en apprendrez

davantage sur les treillis aux pages 8 et 9 ci-dessous.

RENFORCEZ LA COMPÉTITIVITÉ DANS L'ENSEMBLE DE L'ENTREPRISE

La DfAM est particulièrement attrayante car il existe de nombreuses technologies d'impression permettant une construction couche par couche à l'aide de matériaux allant de cellules humaines au métal. Cependant, les vertus de la DfAM sont loin d'être superficielles. La véritable valeur de la technologie est stratégique, et les impacts financiers se manifestent dans des mesures opérationnelles clés comme le coût des marchandises vendues, le délai de mise sur le marché et les coûts de stockage.

1. OPÉRATIONS

Une qualité plus élevée, des coûts plus faibles et des conceptions innovantes ont un effet positif sur les recettes et la rentabilité.

2. INGÉNIERIE

Prototypage rapide, regroupement de pièces et de conceptions haute performance.

3. VENTES

Délais de mise sur le marché plus courts avec des produits personnalisés innovants.

4. FABRICATION

Production de haute qualité à faible coût avec des durées d'immobilisation réduites.

5. ENTRETIEN

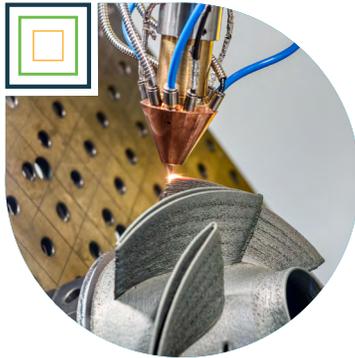
Réduction des frais de stockage et de production de pièces de rechange héritées.



Vous souhaitez bénéficier d'avantages supplémentaires ?
[Lisez l'article de Mike Gayette sur les dix principaux avantages de la fabrication additive.](#)

COMMENT UTILISER LA FABRICATION ADDITIVE

Que pouvez-vous faire avec cette technologie ? On pourrait répondre « **Tout ce que vous voulez** », pour la simple et bonne raison que la nature de la fabrication additive permet des cas d'utilisation variés. Les quelques cas d'utilisation présentés ci-dessous devrait vous donner une idée du potentiel de la fabrication additive.



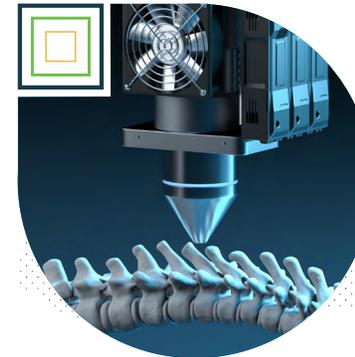
Articles haute performance/légers, avec consolidation des pièces



Outils/gabarits/brides et pièces de rechange à la demande



Personnalisation de masse



Pièces personnalisées de haute précision

CONCEPTION POUR MODÈLE DE MATURITÉ EN MATIÈRE DE FABRICATION ADDITIVE

Un modèle de maturité est un cadre qui aide les entreprises à se comparer les unes aux autres afin de mieux identifier leur situation relative en matière de développement des processus de fabrication additive, de débutant à référence mondiale. Vous pouvez l'envisager comme une carte qui vous indique l'itinéraire, du point de départ à la destination finale désirée.

Se lancer dans la DfAM est plus simple que vous ne le pensez. Cependant, vous avez tout à gagner à vous équiper d'un outil AM totalement intégré à votre système CAO afin d'éviter les pertes de temps et les erreurs associées à l'utilisation de plusieurs packages logiciels.

De nombreuses entreprises commencent par des prototypes destinés à être présentés au client et à la validation des conceptions, souvent fabriqués en matériaux polymères. L'AM peut apporter un avantage immédiat aux équipes de production en permettant la création rapide d'outils, de brides et de gabarits. Une fois qu'elles ont acquis une certaine expérience, les entreprises peuvent appliquer l'AM à la production d'articles en petite quantité/de haute valeur, tant à base de polymères que de métaux. Les entreprises plus expérimentées basculent vers une production en plus grande quantité et finissent par envisager l'AM comme un vecteur essentiel d'innovation.

Prototypes

Prototypes esthétiques et fonctionnels



Soutien à la production

Outils, gabarits et brides



Production en petite quantité

Articles en petite quantité/haute valeur



Production en grande quantité

Production d'articles finis



Intégration et innovation

Innovation en matière de processus AM



TIRER LE MEILLEUR PARTI DES TREILLIS

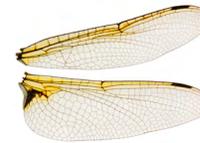
Les treillis sont des configurations biomimétiques basées sur la répétition de cellules unitaires. Les treillis améliorent le rapport résistance/poids, la flexibilité, et contribuent à réduire les coûts. La fabrication additive est parfaitement adaptée aux conceptions treillisées, qui prennent une infinité de formes, comme vous pouvez le voir ci-dessous.

Avec Creo Additive Manufacturing Extension, vous pouvez tirer parti d'une base de données de structures treillisées sophistiquées, dont des cellules définies de manière personnalisée. Mieux encore, cette capacité est intégrée directement à l'environnement de conception de Creo.

Inspiré par la nature

Nous sommes entourés de structures treillisées naturelles.

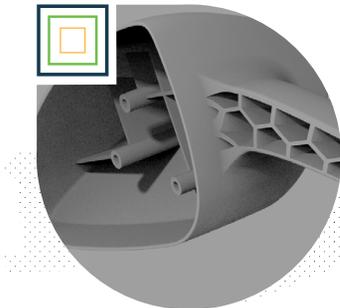
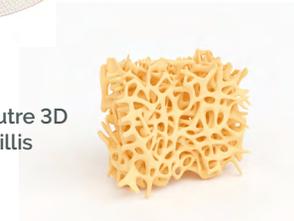
Surface 2D Treillis



Extrudés (2,5D) Treillis



Poutre 3D Treillis



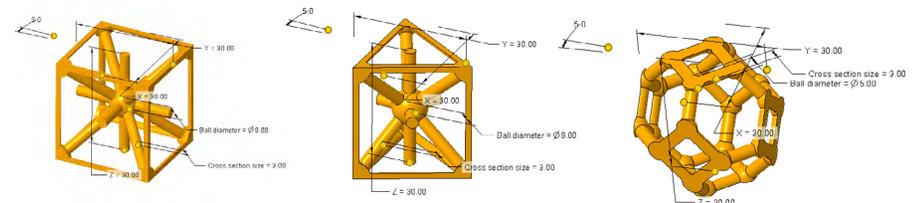
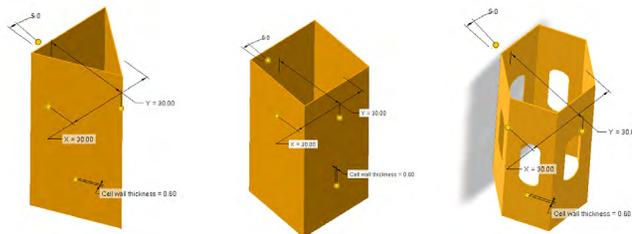
Treillis extrudés (2,5D)

Ces treillis sont créés en extrudant des formes, comme des triangles, des carrés, des hexagones ou des octogones. Des trous de drainage peuvent être inclus afin d'éviter le piégeage de matériaux. Une forme en nid d'abeilles a été utilisée dans le col de ce rétroviseur.

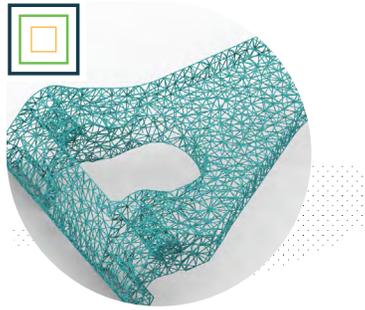


Treillis en poutres 3D

Ces treillis sont créés par des poutres interconnectées qui remplissent le volume de la pièce. Les cellules des treillis peuvent être distribuées de manière uniforme, aléatoire ou créées de manière personnalisée. Les zones essentielles peuvent être renforcées à l'aide de poutres de treillis plus épaisses, dont la taille peut modulée afin d'éviter tout changement abrupt de conception du treillis.

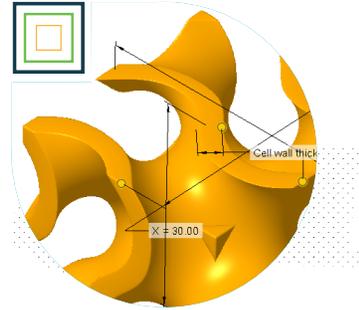
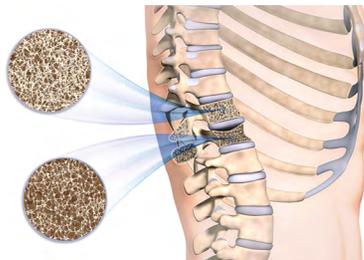


CONSTRUCTION AVANCEE DE TREILLIS



Treillis conformes

Ces treillis sont créés par des poutres interconnectées qui s'adaptent à la forme de la pièce. Ils peuvent être utilisés à l'intérieur de la pièce ou seulement à l'extérieur, auquel cas ils constituent la « peau » de la pièce. Ces treillis stochastiques sont définis par une cellule aléatoire qui crée un matériau de type mousse. Les treillis conformes peuvent être utilisés pour la réduction du bruit, les greffes osseuses en médecine et de nombreuses autres applications.



Treillis à surface 3D

Ces « gyroides », parfois désignés sous l'appellation « treillis basés sur une formule », sont autoportants, ce qui permet d'éliminer les activités de post-traitement et de réduire les coûts en matériaux. Ces cellules de surface continues peuvent remplir une autre fonction, comme l'absorption des chocs ou le transfert thermique.

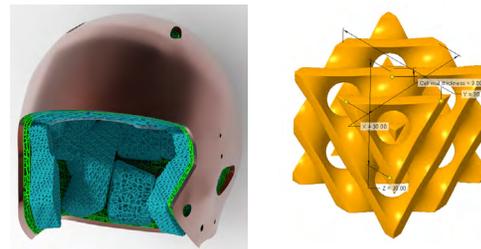
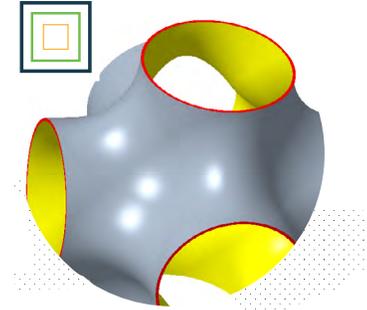
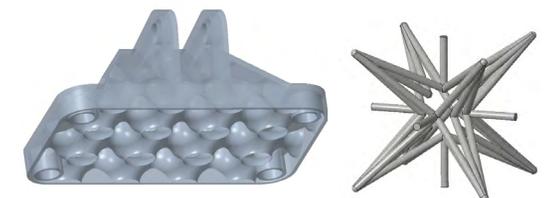


Image publiée avec l'autorisation du docteur Andreas Vlahinos



Treillis personnalisés

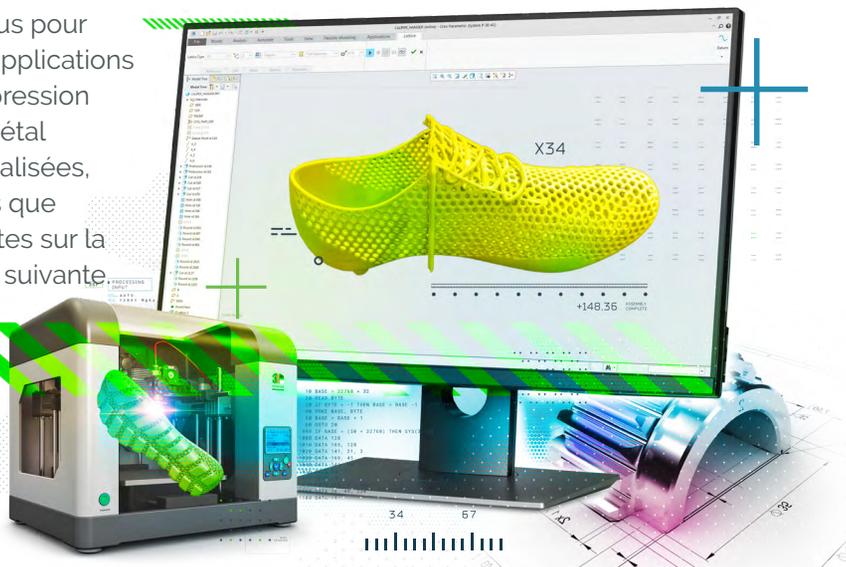
Avec Creo, vous n'êtes pas limité à une sélection de treillis existants. Vous pouvez créer vos propres conceptions de treillis pour contribuer à réduire les concentrations de contraintes internes. Vous pourriez également concevoir un treillis personnalisé pour améliorer les propriétés mécaniques ou thermiques. Les possibilités sont infinies !



COMMENT LA DfAM FONCTIONNE-T-ELLE AVEC LES SYSTÈMES CAO ?

L'industrie de la fabrication additive est relativement fragmentée en termes de fournisseurs et de normes pour les différents aspects logiciels et matériels. Il ne suffit pas d'appuyer sur le bouton Imprimer. Pour tirer le meilleur parti de la fabrication additive, celle-ci doit être totalement intégrée à votre système CAO. Si ce n'est pas le cas, vous risquez d'être confronté à divers problèmes d'importation/exportation de fichiers aussi rébarbatifs que chronophages. Pour voir un exemple de ce scénario, reportez-vous à l'encadré sur la droite.

Avec PTC, vous évitez ce risque et cette frustration. Les outils de fabrication additive sont totalement intégrés à Creo. Vous pouvez créer des structures treillisées, exécuter des simulations et préparer des fichiers d'impression AM imbriqués sans jamais quitter l'environnement de conception de Creo. Creo comporte même des outils conçus pour des applications d'impression 3D métal spécialisées, telles que décrites sur la page suivante



Est-il nécessaire d'utiliser 4 types de logiciels différents ?



CONCEPTION

+



CRÉATION DU TREILLIS

+



SIMULATION

+



PRÉPARATION DES FICHIERS

=



Votre conception a été créée pour la fabrication additive, mais votre système CAO ne peut pas générer le modèle de treillis souhaité.

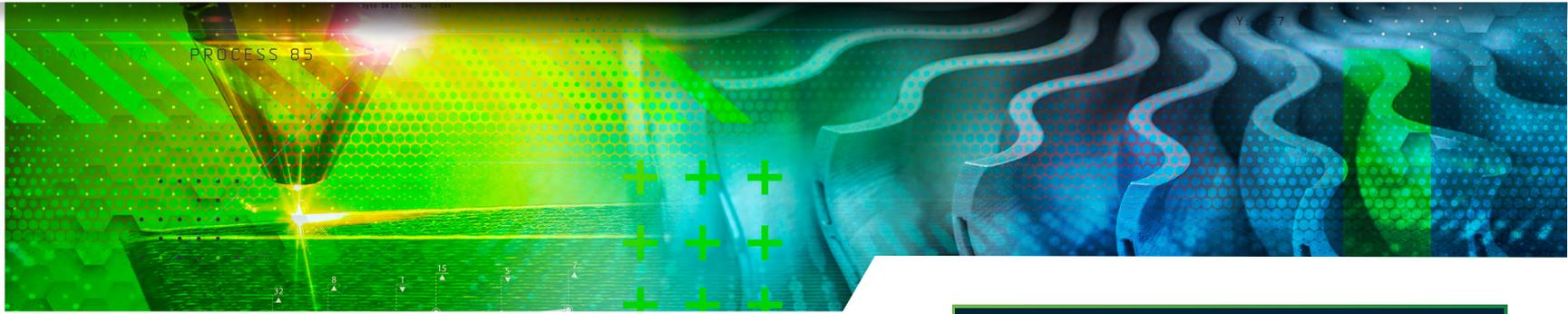
Vous devez exporter votre conception vers une suite logicielle pour créer le treillis, puis la réimporter dans votre système CAO.

Pour exécuter une simulation afin de vérifier que l'article répond à vos exigences en termes de résistance et de déplacement, vous devez exporter la conception treillisée vers une suite de logiciels de simulation et itérer jusqu'à ce que votre conception satisfasse à toutes vos exigences. Il suffit ensuite d'exporter le fichier vers votre système CAO.

A présent, vous devez préparer la conception pour l'impression en fabrication additive, avec les structures de treillis et de support nécessaires. Vous exportez ensuite ce fichier vers une autre solution d'impression afin de préparer l'impression.

Cela peut entraîner des processus chronophages et sujets à erreur entre une chaîne disjointe de suites logicielles.

La DfAM ne doit surtout pas être une corvée. Les outils intégrés de Creo la simplifient considérablement.



IMPRESSION 3D MÉTAL

EN SAVOIR PLUS SUR LA SIMULATION D'IMPRESSION 3D METAL →

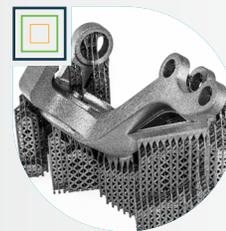
A un moment donné de votre parcours de DfAM, vous envisagerez l'impression 3D métal. Quels sont les points communs et les différences avec l'impression à base de polymères ? A quelles autres difficultés devez-vous vous attendre ? L'impression 3D métal n'est pas très différente de l'impression à base de polymères, mais elle possède des caractéristiques propres.

Commençons par une bonne nouvelle. L'impression 3D métal est possible à l'aide de divers matériaux, comme l'aluminium, l'acier, le titane et l'Inconel, entre autres. Qui plus est, ses propriétés mécaniques sont excellentes en termes de corrosion, de rapport résistance/poids, et de biocompatibilité. Et lorsqu'un outillage d'origine n'est plus disponible et qu'il est nécessaire de lancer un cycle court et rapide d'articles finis, l'impression 3D métal est une excellente solution.

L'une des différences majeures entre l'impression à base de polymères et l'impression 3D métal réside dans l'accumulation de chaleur et la gestion de la chaleur. Les parois fines peuvent être difficiles à produire en impression 3D métal, et vous devrez peut-être compenser la distorsion thermique prévisible. Et les structures de support sont encore plus essentielles pour l'impression 3D métal, car les pièces métalliques sont plus denses que celles en polymères. Pour faire simple, l'impression 3D métal nécessite un certain temps d'adaptation.

Fort heureusement, Creo peut vous aider à vous mettre rapidement à niveau. Creo Additive Manufacturing Extension Advanced for Materialise est une extension facultative qui simplifie l'impression 3D métal.

CREO ADDITIVE MANUFACTURING EXTENSION ADVANCED FOR MATERIALISE



Vous pouvez désormais vous connecter directement à un large éventail d'imprimantes 3D métal, avec des structures de support générées automatiquement à l'aide de Materialise Magics. Creo peut également vous aider à optimiser les treillis métalliques et peut s'adapter à des applications tierces à l'aide d'API standards.



Les agences de services d'impression de fabrication additive

Bonne nouvelle : vous n'êtes pas obligé d'investir dès le départ dans des technologies d'impression dernier cri. Il existe des agences de services d'impression qui offrent un large panel de services d'impression à la demande pour le prototypage et la production de produits finis, tant à base de polymères que de métal. Ces agences de services peuvent également vous aider pour la conception des pièces, la préparation de l'impression et l'évaluation des coûts grâce à des devis immédiats et des services de conseil.

Creo permet d'imprimer via diverses agences d'impression directement depuis l'environnement de conception de Creo.

Il existe plusieurs technologies d'impression fondamentales, chacune étant optimisée pour des matériaux et résultats spécifiques. Fort heureusement, comme les pilotes d'impression de votre ordinateur, Creo vous permet d'imprimer facilement vers des imprimantes de marques et de types divers.

LÉGENDE DU SCHEMA

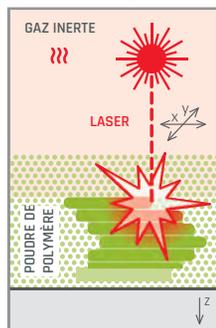
Type d'imprimante (matériaux)
Description



Représentation visuelle

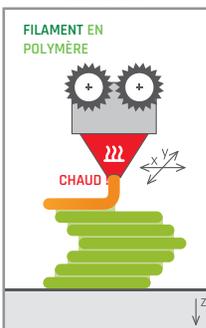
Application courante

Fusion sur lit de poudre
(Polymères et métal)
Les couches d'un lit de matériau sont fusionnées grâce à de l'énergie thermique



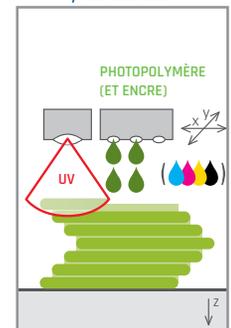
Pièces fonctionnelles

Extrusion de matériaux
(polymères, métaux et composites)
Matériau distribué via une buse



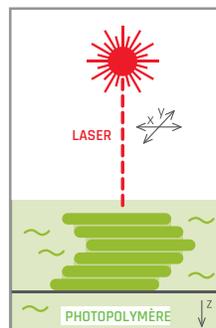
Modèles physiques peu coûteux

Jet de matériau
(polymères, métaux et composites)
Des gouttelettes de matériau sont déposées puis durcies



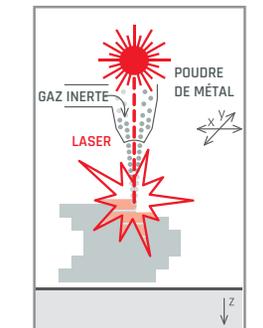
Matériaux de propriétés et couleurs diverses

Photopolymérisation
(polymères)
Polymère liquide durci à la lumière



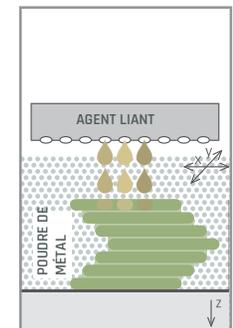
Finition haute qualité des surfaces

Dépôt par énergie dirigée
(métal)
Le matériau est déposé et fusionné sur place



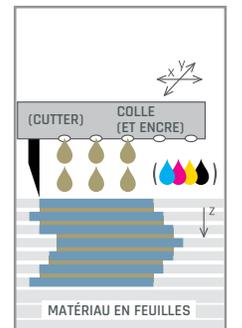
Produits en métal de grande taille

Projection de liant
(métal et composites)
Un liant fusionne des matériaux sous forme de poudre



Articles de faible coût en grande quantité

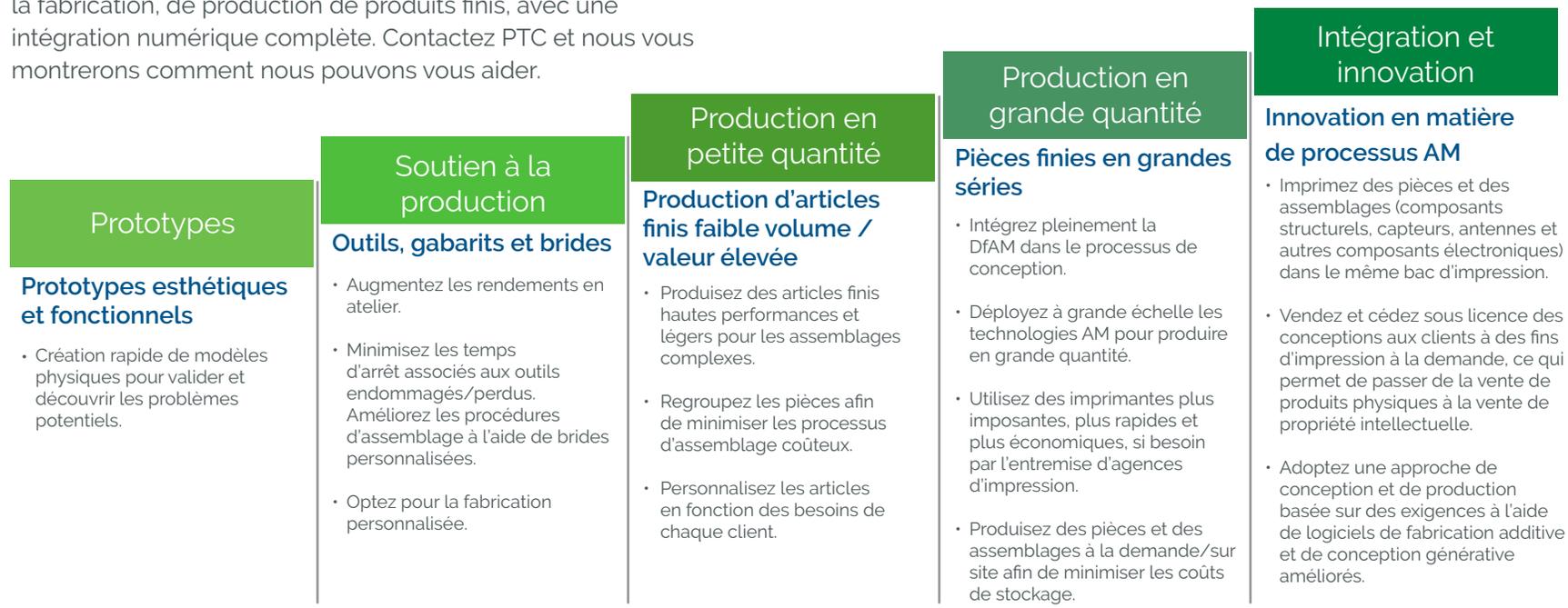
Lamination de feuilles
(composite)
Les feuilles sont découpées et fusionnées



Applications de fabrication de moules

ET ENSUITE ?

Peu importe à quel stade de votre parcours DfAM vous en êtes, PTC peut vous aider. Nous disposons d'outils que vous pouvez utiliser à des fins de prototypage, d'aide à la fabrication, de production de produits finis, avec une intégration numérique complète. Contactez PTC et nous vous montrerons comment nous pouvons vous aider.



POLYMÈRE

MÉTAL

TREILLIS

CONCEPTION POUR MODÈLE DE MATURITÉ EN MATIÈRE DE FABRICATION ADDITIVE

[CONSULTER LA BROCHURE AM DE CREO →](#)[POUR OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS : →](#)[← RETOUR À LA TABLE DES MATIÈRES](#)

ACRONYMES

3DP - Impression 3D

3MF - Format de fabrication 3D

AMF - Format de fichier pour la fabrication additive

AMX - Creo Additive Manufacturing Extension

AMX Advanced - Creo Additive Manufacturing Advanced Extension for Materialise

CAO - Conception assistée par ordinateur

CLI - Common Layer Interface

DfAM - Conception pour la fabrication additive

DMD - Dépôt direct de métal

DMLS - Frittage direct du métal par laser

EBM - Fusion par faisceau d'électrons

FDM - Fused Deposition Modeling (type de dépôt de fil fondu)

FFF - Dépôt de fil fondu

PBF - Fusion sur lit de poudre

SLA - Stéréolithographie

SLS - Frittage sélectif par laser

SLM - Fusion sélective par laser

STL - Stéréolithographie/Standard Triangle Language/Standard Tessellation Language

© 2020, PTC Inc. Tous droits réservés. Les informations contenues dans le présent document sont fournies à titre d'information uniquement, sont susceptibles d'être modifiées sans préavis et ne sauraient en aucun cas tenir lieu de garantie, d'engagement, de condition ou d'offre de la part de PTC. PTC, le logo PTC, ainsi que tous les logos et noms de produit PTC, sont des marques commerciales ou des marques déposées de PTC et/ou de ses filiales aux États-Unis d'Amérique et dans d'autres pays. Tous les autres noms de produits ou d'entreprises sont la propriété de leurs détenteurs respectifs.

205809_Additive_Manufacturing_ebook_0722-fr