

Fabrication additive pour l'aérospatiale et la défense

Accélérez et sécurisez le développement de vos applications de fabrication additive



3D Systems a donné naissance au secteur de l'impression 3D en 1986 et n'a cessé depuis d'être à la pointe de l'innovation en matière de fabrication additive.

Notre vaste portefeuille de solutions matérielles, de logiciels, de matériaux et de services s'étend des plastiques aux métaux et peut compter sur l'immense expertise technique de notre Application Innovation Group (AIG). Nous adoptons une approche fondée sur le conseil et centrée sur vos applications pour résoudre vos problèmes de conception et de production les plus délicats.

L'association de nos solutions, de notre savoir-faire et de nos innovations aide nos clients à s'affranchir des limites associées à la fabrication traditionnelle et à optimiser les avantages de la fabrication additive pour leur organisation.

Des solutions de fabrication additive répétables, fiables et évolutives

L'adoption de la fabrication additive en métal dans l'aérospatiale et la défense n'est possible que si ses processus sont capables de satisfaire les mêmes exigences que la fabrication traditionnelle actuelle.

Notre AIG envergure mondiale réduit les risques et accélère le retour sur investissement de nos clients en développant des processus de production qualifiés, transférables et évolutifs. C'est un facteur de différenciation essentiel lors du développement de nouvelles applications de fabrication additive de production.

En savoir plus sur les matériaux métalliques utilisés dans l'aérospatiale et la défense

En savoir plus sur les matériaux en plastique utilisés dans la fabrication additive



Perfectionnez vos applications de fabrication additive en toute confiance



Conception axée sur la fonction

En fabrication additive, les contraintes de l'application déterminent le processus de fabrication. Cet espace de conception plus large peut permettre une meilleure optimisation de l'écoulement des fluides et du transfert de chaleur. Entre autres avantages, la fabrication additive peut également fournir des structures plus solides et plus légères, consolider les assemblages et même utiliser des matériaux innovants et inédits.



Rapidité de mise sur le marché et intégration de la chaîne d'approvisionnement

La fabrication additive permet de réduire considérablement les délais, du prototype jusqu'aux échantillons de test et à la production complète, en autorisant la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement plus souple, plus localisée et plus condensée.



Savoir-faire et capacités de fabrication additive

Mettez en place des capacités de fabrication additive au sein de votre organisation et de vos fournisseurs en collaborant avec notre Application Innovation Group pour passer rapidement du concept à une production efficace.



Production répétable et fiable

Nos solutions de fabrication additive de niveau production garantissent une qualité élevée et constante au niveau des matériaux et de la précision des pièces, ainsi qu'un contrôle rigoureux des propriétés mécaniques d'une fabrication à l'autre et d'une machine à l'autre.



Évolutivité et réduction des risques

Nos installations de fabrication pilotes certifiées AS/EN9100 et ITAR combinent capacité accrue, flexibilité et réduction des risques pour faire avancer efficacement les programmes de développement. La production pilote est suivie d'un transfert technologique et de la qualification de vos installations internes ou de vos fournisseurs : les processus de fabrication sont reproduits et dimensionnés.



Plaque d'impression pour le test des propriétés mécaniques

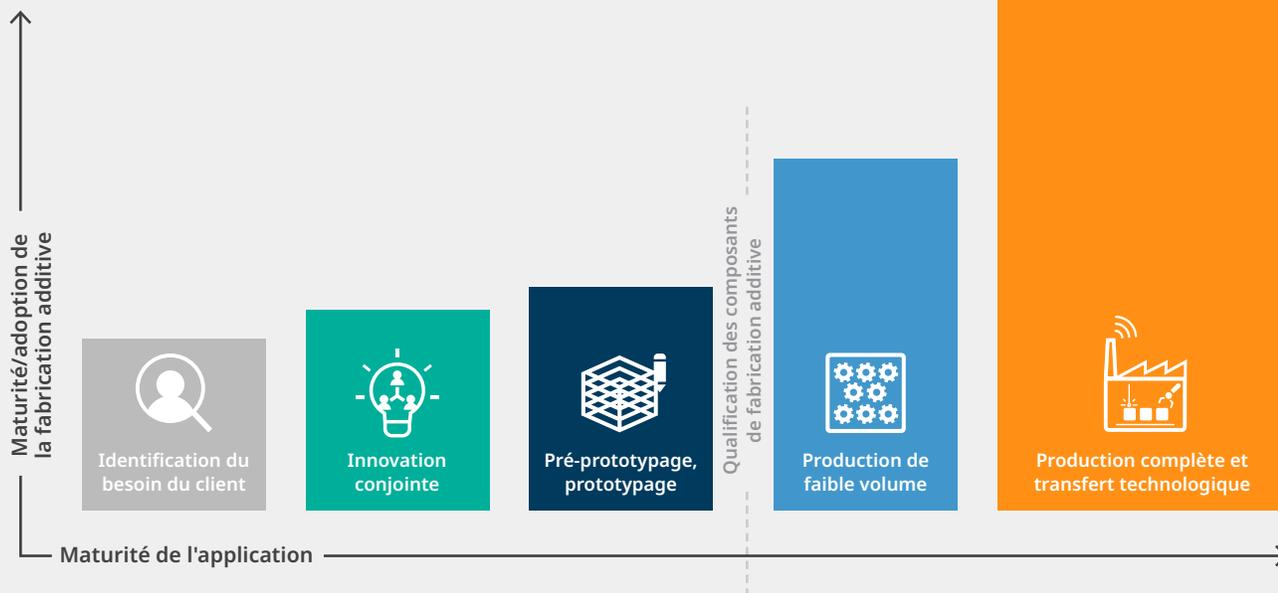
Figure 4® High Temp 150C FR Black –
Photopolymère ignifugé de niveau production



Parcours du client

Impact de l'Application Innovation Group de 3D Systems

Le rôle de l'AIG est d'accélérer et de réduire les risques liés au développement de votre application de fabrication additive. Nous aidons chaque client à tracer sa propre voie.



Des solutions adaptées aux applications pour accélérer votre parcours vers une fabrication additive efficace

Modèles de service AIG exemplaires

1	Examen des applications	Un jour	7	Validation et qualification	5 à 18 mois gén.
2	Formation à la conception pour la fabrication additive en métal	Un jour	8	Production pilote	Orienté client + application
3	Développement de processus et de matériaux sur mesure	1 à 6 mois gén.	9	Transfert de technologie	Orienté client + application
4	Développement d'applications - Qualité dès la conception	6 à 18 mois gén.			
5	Assistance aux applications	Modules d'un jour			
6	Évaluation des lacunes pour une production par impression directe en métal (DMP) validée	1 jour sur place + rapport final en 1 à 2 semaines			

Portée du module de services professionnels de l'Application Innovation Group (AIG)

Chaque solution est personnalisée en fonction des exigences du client et de l'application.

1	Examen des applications	Un jour	
	<ul style="list-style-type: none">• Une analyse complète et un tableau de bord pour un maximum de 5 applications prioritaires		
2	Formation à la conception pour la fabrication additive en métal	Un jour	
	<ul style="list-style-type: none">• Introduction à la conception pour la fabrication additive (DfAM)• Principes de base et directives de conception et de préparation de la DMP• Méthodologie pour aborder la conception de produits• Atelier de co-ingénierie sur les applications clients		
3	Développement de processus et de matériaux sur mesure	1 à 6 mois gén.	
	<ul style="list-style-type: none">• Évaluation de la faisabilité et de l'imprimabilité de l'alliage• Optimisation des paramètres spécifiques au processus• Conception/exécution du programme de développement de matériaux personnalisés• Création d'une base de données personnalisée de matériaux/paramètres• Qualification des processus avec une base de données personnalisée		
4	Développement d'applications - Qualité dès la conception	6 à 18 mois gén.	
	<ul style="list-style-type: none">• Lancement du projet/évaluation de la faisabilité• Développement de processus• Validation et vérification• Transfert de conception		
5	Assistance aux applications	Modules d'un jour	
	<ul style="list-style-type: none">• Optimisation de la conception• Stratégies de supports• Workflow de fabrication• Dépannage• Conseils et astuces concernant les paramètres		
6	Évaluation des lacunes pour une production par impression directe en métal (DMP) validée	1 jour sur place + rapport final en 1 à 2 semaines	
	<ul style="list-style-type: none">• Présentation de notre stratégie de validation éprouvée• Analyse du système de gestion de la qualité du client• Examen des produits/processus/contrôles des processus• Évaluation des lacunes potentielles du système de gestion de la qualité liées à l'adoption de la technologie de fabrication additive pour la production• Rapport d'évaluation des lacunes• Proposition basée sur la stratégie de validation éprouvée de 3D Systems		
7	Validation et qualification	5 à 18 mois gén.	
	<ul style="list-style-type: none">• Évaluation des risques et caractérisation des processus• Mise en œuvre de l'écosystème de contrôle de la qualité et des processus• Rédaction de procédures liées aux processus périphériques tels que la gestion des poudres, la maintenance et les validations de méthodes de test• Rédaction de procédures et de protocoles relatifs à la validation des équipements, des processus et des logiciels• Exécution des activités de validation correspondantes• Analyse des données et établissement de rapports sur les activités de validation		
			Participation d'un ingénieur de validation de 3D Systems au premier audit de l'organisme de réglementation couvrant la validation de la DMP
8	Production pilote	Orienté client + application	
	<ul style="list-style-type: none">• Mise en place d'un processus de fabrication conforme dans un environnement de production AS9100/ISO 9001• Rationalisation du flux du processus de fabrication par l'amélioration continue• Développement d'une expérience des processus et de meilleures pratiques dans l'ensemble du flux de production• Renforcement des capacités de production en fabrication additive en vue d'un transfert de technologie• Fabrication de pièces DMP finies		
9	Transfert de technologie	Orienté client + application	
	Évaluation des lacunes		<ul style="list-style-type: none">• Évaluation des lacunes technologiques et qualitatives• Évaluation des installations du client sur place• Analyse du système de gestion de la qualité actuel du client, des processus et de l'organisation existants• Recommandations sur les procédés additifs• Cahier des charges permettant d'intégrer la fabrication additive à la production du client, dans les délais et le budget convenus
	Transfert de technologie par étapes (Exemples d'ensembles de travaux)		<ul style="list-style-type: none">• Installation, performances et qualification opérationnelle des équipements de fabrication additive• Contrôles des processus de qualité de la fabrication additive• Post-traitement et contrôles (traitement thermique, retrait de la plaque, finition, etc.)• Transfert technologique spécifique à l'application/produit

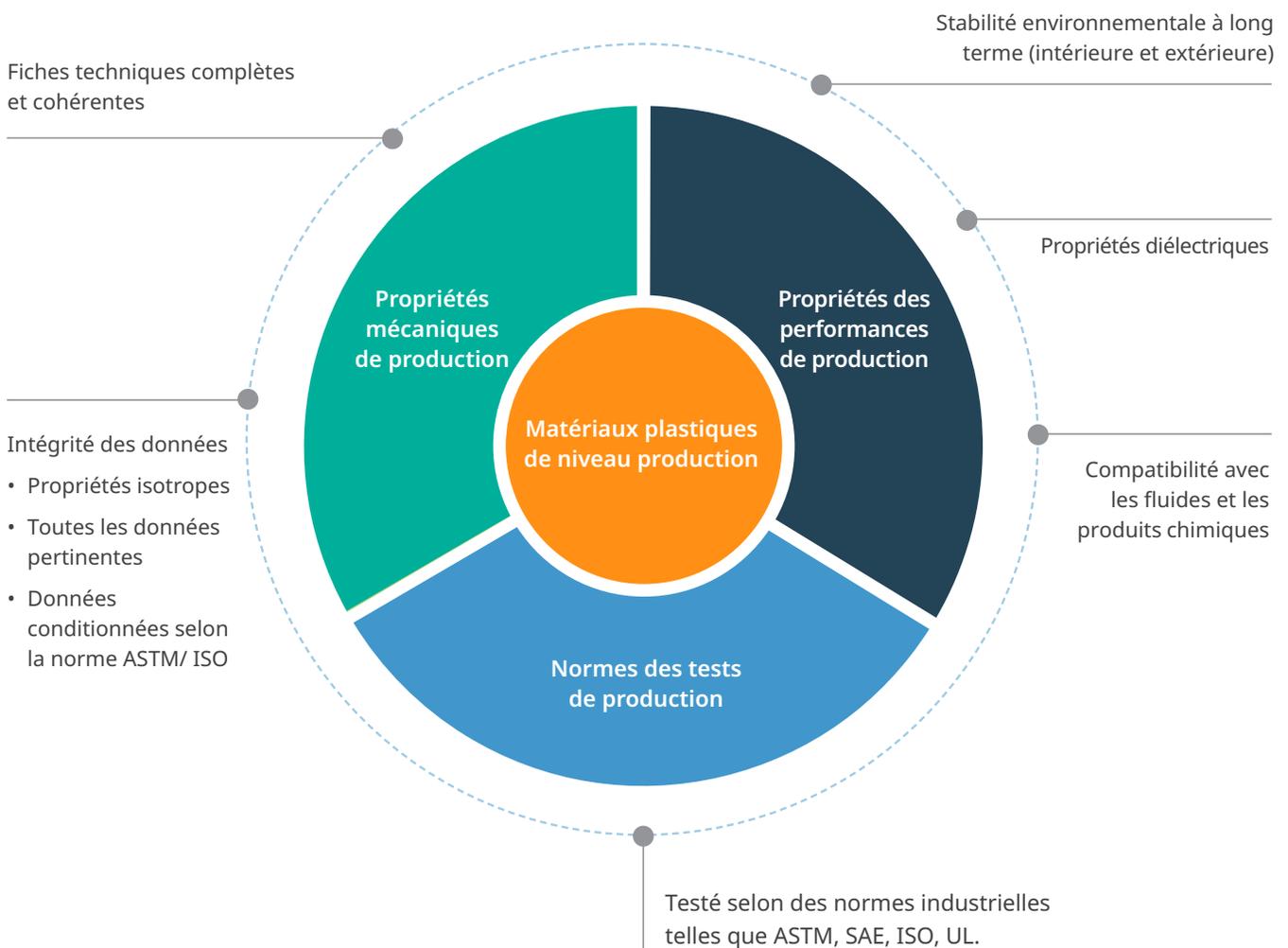
Qualification des composants de fabrication additive

Une approche technique des matériaux plastiques de niveau production

3D Systems propose plus de 100 matières plastiques adaptées à différents processus de production et adopte une approche systématique pour aider les ingénieurs en conception à évaluer l'adéquation de leurs applications de production.

Pour être adoptés dans les flux de production en place dans le secteur aérospatial, les matériaux plastiques utilisés dans la fabrication additive doivent présenter des propriétés mécaniques et des performances conformes aux tests des normes de l'industrie.

Guide de sélection des matériaux

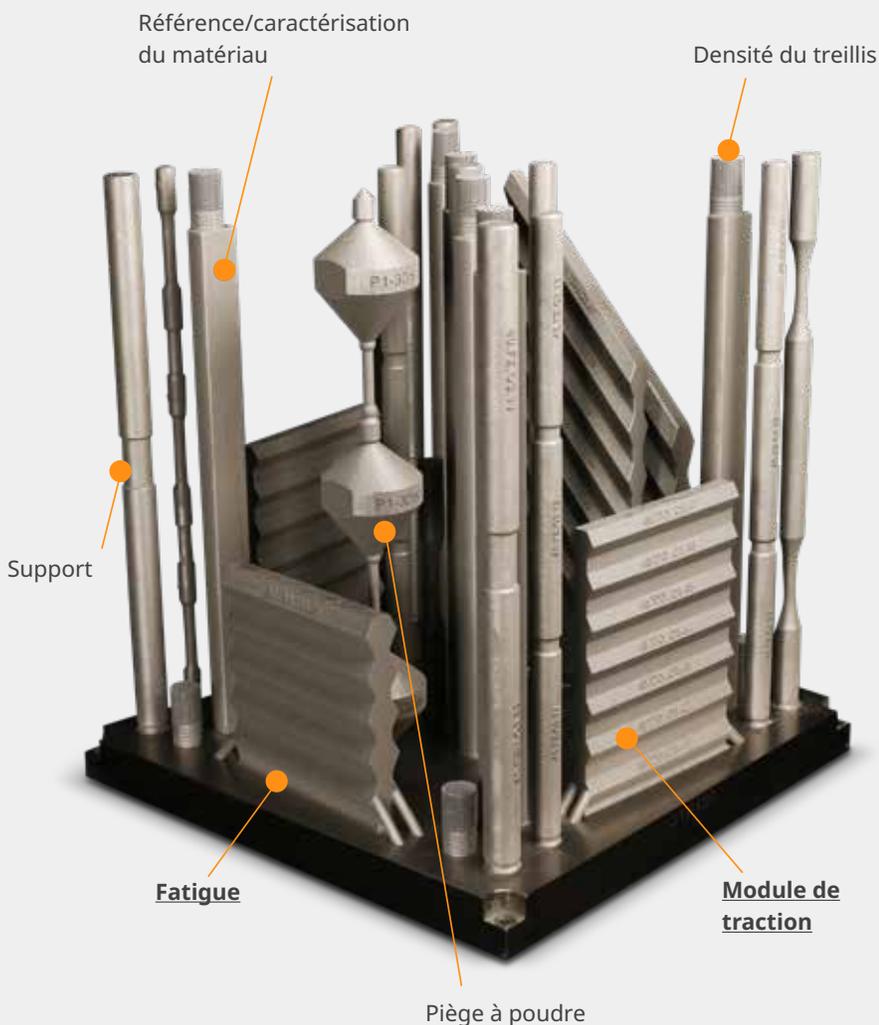


Une approche technique des métaux de niveau production

3D Systems a développé un large ensemble de données de propriétés mécaniques pour le LaserForm Ti Gr23 (Ti-6Al-4V ELI) imprimé sur la DMP Flex 350. Ces données ont été élaborées dans des installations de test tierces accréditées et peuvent contribuer au développement et à la certification des applications. L'ensemble des données démontre la haute qualité, la répétabilité et la reproductibilité du métal produit par le procédé d'impression directe en métal.

L'ensemble de données contient 515 échantillons au total et est adapté à la génération d'autorisations. Les données de test sont disponibles pour la tension cryogénique à haute température, la compression, la fatigue à cycle élevé et faible, le cisaillement et le roulement, et sont comparables à celles du Ti-6Al-4V produit de manière traditionnelle.

Pour toute question détaillée, contactez notre Application Innovation Group.



- 515** Échantillons au total
- 3** Lots de poudre différents
- 3** Machines différentes sur 2 sites
- 4** Créations par machine

Toutes les pièces possèdent un identifiant unique

Tous les tests sont effectués dans des laboratoires externes accrédités

Solution d'application pour les satellites

Technologie : impression directe en métal



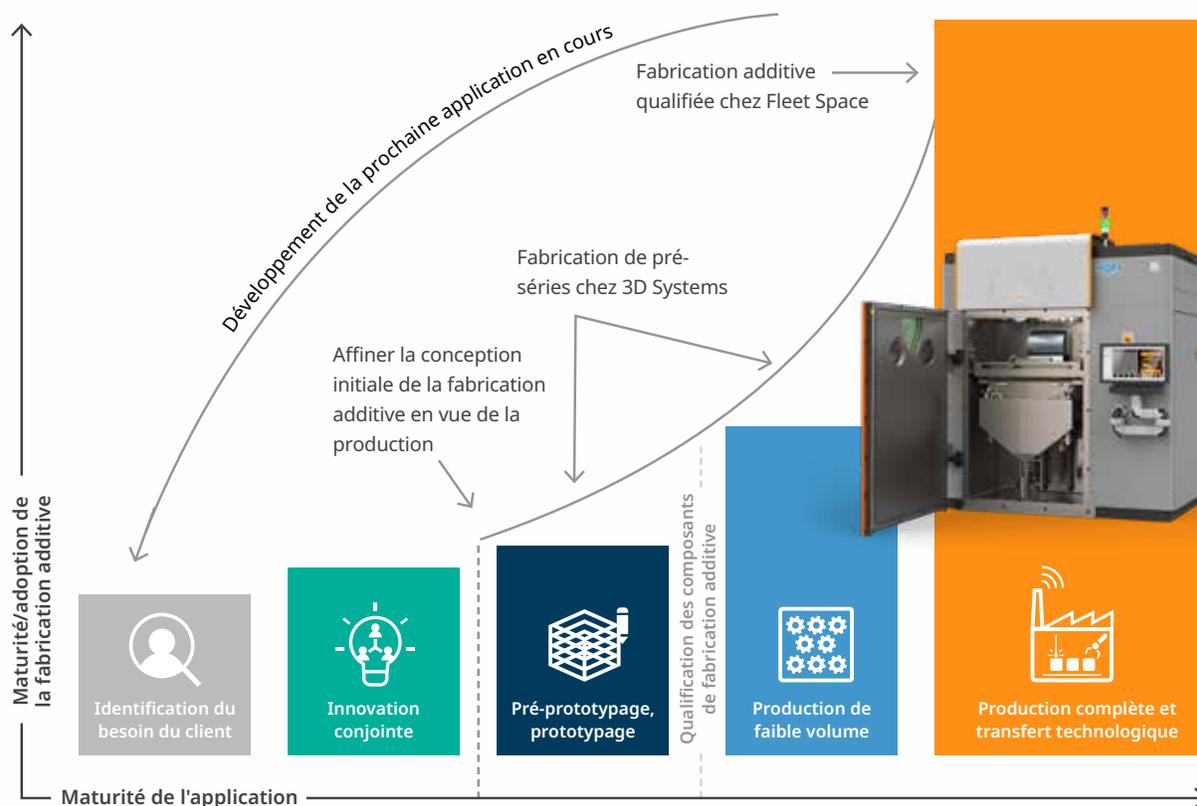
Témoignage client : Fleet Space Technologies

Services de l'AIG compétents :

6 Pré-prototypage, prototypage **8** Production de faible volume **9** Transfert de technologie

L'Application Innovation Group de 3D Systems a contribué au développement de processus, à la production de pré-séries et au transfert de technologie pour la fabrication additive d'antennes patch à radiofréquence (RF) pour Fleet Space Technologies. La DMP Flex 350 a permis à Fleet d'internaliser la production d'antennes pour les plus de 140 satellites Alpha de la constellation.

- 3 semaines : du prototype de l'AIG à la production en petites séries
- Construction verticale à parois minces : < 1 mm d'épaisseur de paroi
- A6061-RAM2 offre une meilleure finition de surface imprimée que l'AlSi10Mg
- 55 unités/58 heures sur la DMP Flex 350 à un seul laser
- 64 patchs/satellite Alpha
- Plus de 140 satellites/constellation
- Développement d'applications structurelles à venir



Faire progresser la science des composants RF passifs

3D Systems possède une grande expérience dans la fabrication de composants RF passifs complexes pour les leaders de la recherche et de l'industrie.

En savoir plus sur les applications RF passives

Guides d'ondes à commutation multiple - Airbus Defence and Space

Technologie : impression directe en métal

En collaboration avec Tesat-Spacecom, une filiale d'Airbus, 3D Systems a fabriqué 70 unités de ce module d'assemblage à commutateurs multiples pour deux engins spatiaux Eurostar Neo. La fabrication additive de ce composant a permis d'améliorer la taille, le poids et les performances du système tout en réduisant les coûts et les délais d'assemblage, de test et d'intégration du programme.

- Matériau : LaserForm AlSi10Mg
- Matériel : DMP Flex 350
- Structure monolithique avec interfaces d'assemblage réduites
- Structures autoportantes dans la mesure du possible
- Encombrement de la pièce d'environ 80 x 180 x 250 mm
- Encombrement/volume réduit nécessaire au fonctionnement du composant
- Poids du composant imprimé d'environ 1,5 kg

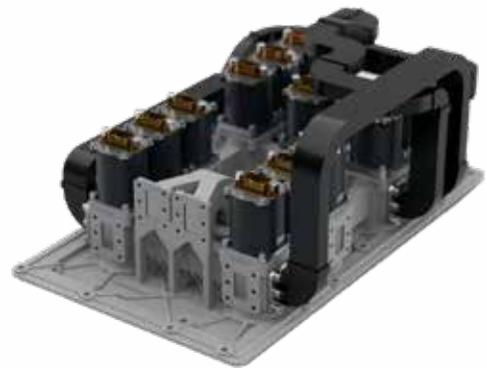


Image : Tesat-Spacecom, filiale d'Airbus

Antenne compacte à cornet ondulé en bande C - Thales Alenia Space

Technologie : impression directe en métal

Thales Alenia Space et 3D Systems ont collaboré pour réaliser ce cornet compact et léger en bande C par fabrication additive. Vous trouverez plus d'informations dans le document de référence ci-dessous.

- Matériau : LaserForm AlSi10Mg
- Matériel : DMP Factory 500

Intérêt de la fabrication additive par rapport à la fabrication traditionnelle :

- Réduction de 35 % de la longueur du cornet
- Amélioration de la perte de retour sur une large bande passante
- Complexité de calcul réduite
- Réduction de la complexité de la fabrication et des risques grâce à la Conception pour la fabrication additive (DfAM)
- Réduction du temps de fabrication pour un coût comparable à celui de l'usinage
- Maintien des mêmes performances de rayonnement



L. Foucaud et al, « Disruptive C-band Corrugated Horn Antenna in Additive Manufacturing » (Antenne révolutionnaire à cornet ondulé en bande C dans la fabrication additive) 2023 17ème conférence EuCAP (European Conference on Antennas and Propagation), à Florence, en Italie, 2023, pp. 1-5, doi : 10.23919/EuCAP57121.2023.1013308

Composants de propulsion avancés

La fabrication additive joue un rôle clé dans la course à une mise sur le marché moins coûteuse et plus rapide. 3D Systems apporte son aide à un nombre croissant de clients et d'applications particulièrement innovants qui participent à faire de cet objectif une réalité.

Ursa Major Technologies : chambre de poussée

Technologie : impression directe en métal

Ursa Major se spécialise dans la propulsion des fusées, en mettant sur le marché des moteurs à combustion étagée de haute performance pour les lancements spatiaux et les applications hypersoniques.

- Matériau de la chambre de poussée : LaserForm Ti Gr23 (A)
- Construction monolithique de la chambre de poussée fabriquée de manière additive
- La chambre de poussée est représentative des composants d'un moteur à propulsion au lox/kérosène.
- La chambre de poussée est représentative du composant d'un système réutilisable fournissant une poussée de 5 000 lbf au niveau de la mer pour des applications LEO, GEO, spatiales et hypersoniques

* Image fournie par Ursa Major



Vaya Space – Chambre de combustion du moteur STAR-3D

Technologie : impression directe en métal

Vaya Space développe Dauntless, le premier lanceur de petits satellites au monde pouvant être produit en série et lancé à la demande, avec ses moteurs de fusée hybrides STAR-3D™.

- Matériau : LaserForm Ni718(A)
- Application : chambre de combustion
- Optimisation avancée des structures et de l'écoulement des fluides
- Permet à Vaya de fabriquer des moteurs en 1 à 2 jours généralement.
- Objectif du cycle récurrent de fabrication, d'intégration et de lancement <30 jours
- Charge utile de 1 000 kg dans les applications LEO, 650 kg dans les applications SSO

* Image fournie par Vaya Space



[En savoir plus sur les applications de propulsion en fabrication additive](#)

Extrusion de granulés économique pour les dispositifs de fixation et l'outillage de grande taille

Technologie : impression par extrusion, extrusion et usinage hybrides

L'échelle, la vitesse et les aspects financiers associés aux imprimantes 3D EXT Titan Pellet de 3D Systems rendent possibles des processus de fabrication pour lesquels la fabrication additive n'était pas envisageable jusqu'à présent.

Granulés et filaments

- Coût réduit : les granulés coûtent jusqu'à 10 fois moins cher que des matériaux à filament similaires.
- Grande variété : des centaines de qualités de granulés, notamment des formulations à haute performance et personnalisées. Vous n'êtes pas obligé d'utiliser les filaments spécifiques des OEM.
- Des vitesses d'impression plus rapides : l'extrusion de granulés est jusqu'à 10 fois plus rapide que l'extrusion de filaments grâce à des taux de dépôt plus élevés et à l'utilisation d'embouts plus grands (0,6 mm – 9 mm).
- Volumes de fabrication jusqu'à 127 x 127 x 183 cm.



Extrusion de granulés et extrusion de filaments Outil de superposition CF ULTEM		
	Granulé	Filament
Temps d'impression	12 heures	120 heures
Coût matériaux	480 \$ @ 45 \$/kg	3 239 \$ @ 395 \$/kg

*Informations sur les prix habituels pratiqués recueillies auprès des fournisseurs du marché en pleine concurrence



Solutions de stéréolithographie (SLA) et de frittage sélectif par laser (SLS) de niveau production

Les technologies de fabrication additive telles que la stéréolithographie et le frittage sélectif par laser permettent aux équipementiers et aux fournisseurs de concevoir et de fabriquer des composants optimisés tout en réduisant le coût du cycle de vie et les délais de commercialisation par rapport à la fabrication traditionnelle.

Modèles de fonderie QuickCast® imprimés en 3D

Technologie : stéréolithographie

Vaupell, fournisseur de composants et de sous-ensembles aérospatiaux depuis 70 ans et adepte de l'impression 3D depuis plus de 20 ans, utilise le procédé QuickCast® de 3D Systems pour offrir à ses clients une vitesse et une qualité sans précédent, pour une fraction du coût des méthodes traditionnelles. Le procédé QuickCast est idéal pour les pièces aérospatiales compactes et très complexes.

- Matériau : Accura® CastPro™ Free
- Grandes pièces ou petites pièces multiples utilisant l'enveloppe d'impression ProX® 800 de 650 x 750 x 550 mm
- Précision de 0,025 à 0,05 mm par mm de la dimension de la pièce
- 2 à 3 jours pour les moules de niveau production, contre plusieurs mois à plus d'un an pour les outils en cire



En savoir plus sur les applications du fonderie de précision par fabrication additive

Conduits ECS complexes

Technologie : frittage sélectif par laser

En utilisant le SLS pour fabriquer des conduits non structurels et de faible volume, telles que les conduits ECS dans l'aérospatiale, vous pouvez concevoir des structures monoblocs hautement optimisées et très complexes.

- Épaisseur de paroi variable selon la résistance souhaitée
- Possibilité d'intégrer de multiples caractéristiques telles que des canaux et déflecteurs complexes, des bossages, des brides, des canaux pour joints dans une structure monolithique
- Rapport résistance/poids accru grâce à un maillage optimisé sur le plan structurel



En savoir plus sur les applications SLS thermoplastiques

Solutions photopolymères de niveau production

Les technologies de fabrication additive ultra-rapides telles que la photopolymérisation en cuve (VPP) du système Figure 4® créent de nouvelles opportunités dans la production directe et indirecte dans l'aérospatiale. Figure 4 est une solution évolutive qui utilise des matériaux testés de manière exhaustive et qui combine précision élevée, répétabilité et faible coût opérationnel.

Figure 4 Production – Solution souple et évolutive

Technologie : Figure 4

Figure 4 utilise différents types de matériaux tels que des plastiques durables, des élastomères, des matériaux résistants à la chaleur et des matériaux spéciaux pour le coulage du silicone, des métaux et des céramiques.

- Volume de fabrication maximal : 124,8 x 70,2 x 346 mm avec Figure 4® Production
 - Possibilité de réaliser des pièces hautes
 - Empilage vertical à haute densité pour les pièces de petite taille
- Répétabilité de l'impression de production Six Sigma avec tous les matériaux
- Propriétés de matériaux isotropes
- Débit de production élevé pouvant atteindre 65 mm/h, vitesses de prototypage pouvant aller jusqu'à 100 mm/h.
- Processus de bout en bout hautement automatisé grâce au logiciel 3D Systems



[En savoir plus sur la technologie Figure 4 Production](#)

Figure 4 High Temp 150C FR Black – FAR 23/25 testé

Technologie : Figure 4

Figure 4® High Temp 150C FR Black est un matériau noir rigide et ignifuge qui peut être utilisé pour les pièces de production nécessitant un classement UL94 V0 ainsi que la capacité FAR 25.853 et 23.853. Il offre une stabilité environnementale à long terme avec une qualité de surface semblable à celle du moulage par injection.

- Peut être utilisé pour les petites pièces en cabine FAR 25/23.853
- Matériau autoextinguible et ignifuge
- Excellentes qualité de surface, précision et répétabilité
- Recouvrable par placage et peinture
- Test de stabilité à long terme en intérieur/extérieur selon les normes ASTM

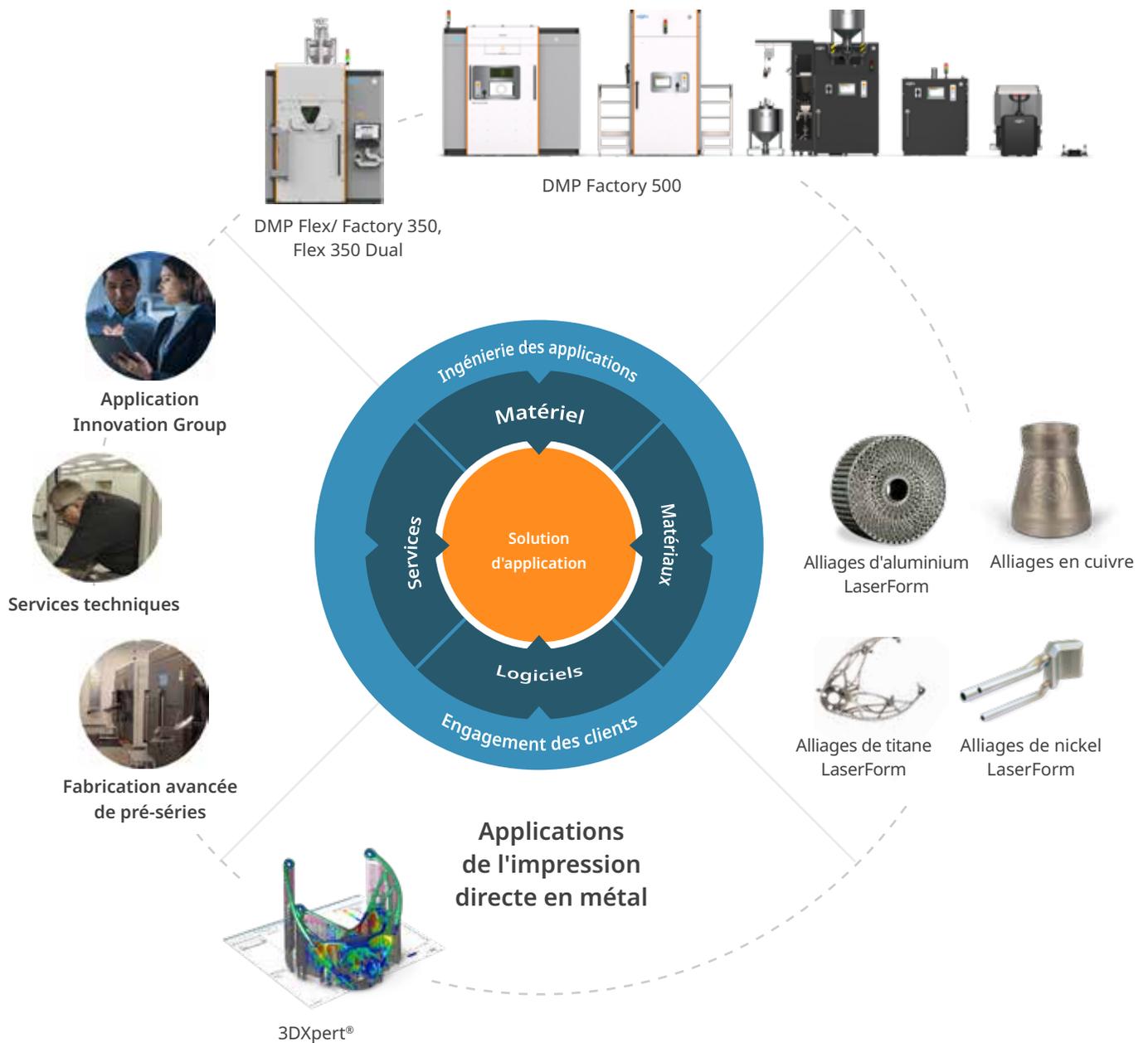


[En savoir plus sur Figure 4 High Temp 150C FR Black](#)

Solutions pour les applications métalliques dans l'aérospatiale et la défense

Les solutions de 3D Systems combinant matériel, logiciel, matériau et services accélèrent et réduisent les risques liés au développement de vos applications de fabrication additive.

Notre Application Innovation Group est composé de super-utilisateurs de notre propre technologie. Cela signifie que nous apportons à votre organisation des années d'expérience pratique et de réussite dans votre secteur particulier au niveau du développement, de la qualification et du dimensionnement de la production.



Solutions pour les applications polymères dans l'aérospatiale et la défense

3D Systems propose une large gamme de solutions polymères adaptées aux applications de l'aérospatiale et de la défense.

Notre Application Innovation Group fournira des solutions sur mesure en fonction des besoins de chaque client et de chaque application. Ensemble, nous faisons en sorte que vous tiriez le meilleur parti de votre investissement en fabrication additive.





Parlez à un expert

Collaborez avec 3D Systems pour accélérer le développement de vos applications de fabrication additive et réduire les risques associés.

[Contactez-nous](#)

Garantie/Avis de non-responsabilité : les caractéristiques de performances de ces produits peuvent varier selon l'application du produit, les conditions de fonctionnement ou l'utilisation finale. 3D Systems ne donne aucune garantie de quelque type que ce soit, expresse ou implicite, y compris, mais sans s'y limiter, les garanties de qualité marchande ou d'adéquation à un usage particulier.

© 2023 par 3D Systems, Inc. Tous droits réservés. Sujet à changements sans préavis. 3D Systems, le logo 3D Systems, ProX, DuraForm, Figure 4, Accura, Geomagic, 3D Sprint et 3DXpert sont des marques déposées et Design X est une marque commerciale de 3D Systems, Inc. 23/07

[3dsystems.com](https://www.3dsystems.com)