

Inauguration et visites
presse

**Safran Additive
Manufacturing
Campus
&
Safran Ceramics**

7 octobre 2022



Sommaire

01

|
**La fabrication additive dans
l'aéronautique**

02

|
**Safran Additive Manufacturing
Campus**

03

|
Safran Ceramics

04

|
Biographies



01-La fabrication additive dans l'aéronautique

Les atouts de la fabrication additive pour l'aéronautique

Rendre accessibles des pièces métalliques à très forte valeur ajoutée

- Permettre la réalisation de pièces auparavant impossibles à obtenir
- Concentrer plusieurs fonctions dans une même pièce (exemple bras de carter)
- Optimiser la géométrie des pièces
- Intégration numérique depuis le modèle 3D jusqu'au contrôle final (capacité de faire évoluer rapidement la définition de la pièce)
- Faciliter la customisation des pièces en fonction des utilisations



Bras de carter d'entrée d'air du moteur M88 du Rafale

Les atouts de la fabrication additive pour l'aéronautique

Réduire radicalement l'impact environnemental

- Limiter la consommation de matières premières (dont la suppression des pertes de matières par usinage) et d'énergie au strict nécessaire
 - De manière générique, pour une ferrure
 - ✓ En taillé masse, une pièce de 1kg nécessite plus de 10 kg de matière première
 - ✓ En fonderie, la même pièce pèse 500 g et nécessite environ 2 kg de matière première
 - ✓ En fabrication additive, elle pèse 400 g et nécessite 600 g de matière première
- Alléger les pièces de l'ordre de 20 à 30% par rapport aux pièces obtenues par les procédés traditionnels grâce à une conception initiale pour la fabrication additive



Gain de masse de 25 % sur un bloc de régulation hydraulique de Safran Landing System

Renforcer l'agilité et obtenir des gains de compétitivité

- Accélérer le cycle de développement grâce à la co-localisation des différentes équipes
- Limiter le nombre d'imprimantes pour une grande diversité de pièces
- Réduire sensiblement les temps de fabrication, ainsi que les temps et coûts d'industrialisation entre 10% et 50%
- Optimiser la supply chain, et donc les stocks et les coûts



02 - Safran Additive Manufacturing Campus

Safran Additive Manufacturing Campus, pôle de R&T et de production de Safran



- 1 site transverse à toutes les sociétés du Groupe
- **Effectif actuel** : ~100 docteurs, ingénieurs, techniciens et compagnons avec un niveau d'expertise élevé issus des sociétés du Groupe. **Objectif 2026** : 200 personnes
- **12 500** mètres carrés entièrement dédiés à la fabrication additive
- **80** millions d'investissements avec le soutien de la région Nouvelle Aquitaine
- Site engagé dans la protection de la biodiversité et bâtiment haute performance énergétique
- Système de ventilation des salles à la pointe de la technologie pour assurer la sécurité des collaborateurs
- Forte implication dans le Centre de Formation d'Apprentis de l'Industrie de Nouvelle Aquitaine

Safran crée un pôle d'excellence 100% dédié à la fabrication additive.

Un concept unique en Europe

Les objectifs de Safran Additive Manufacturing Campus

- Regrouper l'ensemble des activités liées à la fabrication additive auparavant dispersées dans 12 sociétés du Groupe
- Réunir en un même lieu toutes les étapes de la mise en œuvre de pièces en série pour les sociétés du Groupe : conception, développement, industrialisation, fabrication
- Accélérer l'appropriation et le développement de la technologie de fabrication additive pour le Groupe
- Etre plus performants dans la conception des produits, et plus agiles dans la réponse aux clients

Safran travaille sur la fabrication additive depuis près de 20 ans.



Conception et développement

Une **plateforme R&T** avec des moyens de recherche incluant un atelier innovation

- **28** ingénieurs, techniciens et doctorants en matériaux et procédés, simulation de procédé et outils numériques
- Un laboratoire poudres et matériaux
- Un atelier innovation pour tester les équipements et les méthodes du futur

Un **plateau de développement**

- **40** ingénieurs et techniciens conception et industrialisation spécialisés en fabrication additive
- Des outils de conception au meilleur standard aéronautique : banc de fusion, laboratoire d'analyses métallurgiques, microscope électronique à balayage, microscope tomographique



Une usine de fabrication des pièces

- 8 imprimantes fusion laser sur lit de poudre (nickel, titane, aluminium) dédiées aux productions en série
- 2 fours de traitement thermique
- 1 système de découpe électrochimique
- Des moyens de finition (tribofinition, attaque chimique)
- Des procédés de contrôle non-destructif (rayons X, thermographie infrarouge, scanner 3D)
- 30 personnes dont 13 compagnons pour la fabrication et le contrôle des pièces de série et la réalisation des prototypes



Une grande partie de la valeur ajoutée réside dans le design et dans les opérations de finition.

Réalisations en fabrication additive

Avant la création de Safran Additive Manufacturing Campus, Safran a déjà certifié 10 pièces pour des applications moteurs d'avion, d'hélicoptère et des système auxiliaires de puissance (APU)

Depuis la création de Safran Additive Manufacturing Campus

- Premières pièces en série livrées en juin 2022 à Safran Helicopter Engines
 - Inserts pour le distributeur haute pression du moteur d'hélicoptère Arriel
 - Près de 1 000 pièces livrées
 - **Objectifs** : livrer 4 000 pièces en 2022 et doubler cette quantité en 2023
- **5 pièces en développement** pour le moteur du Rafale, les moteurs d'hélicoptère, les nacelles, les applications optroniques

Aujourd'hui, moins de 1% de pièces des équipements Safran produites en fabrication additive.

A terme, elle pourra représenter jusqu'à 25% sur certains de nos moteurs.





03 - Safran Ceramics

Historique de Safran Ceramics

- **Safran Ceramics** est issue de la société Herakles créée en 2012 de la fusion entre SME (SNPE Matériaux Energétiques) et Snecma Propulsion Solide
- En 2016, lors de la création d'ArianeGoup, détenue à 50/50 par Airbus et Safran, Safran conserve ses actifs sur les composites céramiques, qui deviennent **Safran Ceramics**
- Safran Ceramics, rattaché au centre de R&T Safran Tech, est le **centre d'excellence des matériaux composites haute température** du Groupe. De la recherche amont à la production, elle développe les technologies céramiques avancées.



Safran Ceramics, centre d'excellence des matériaux composites haute température

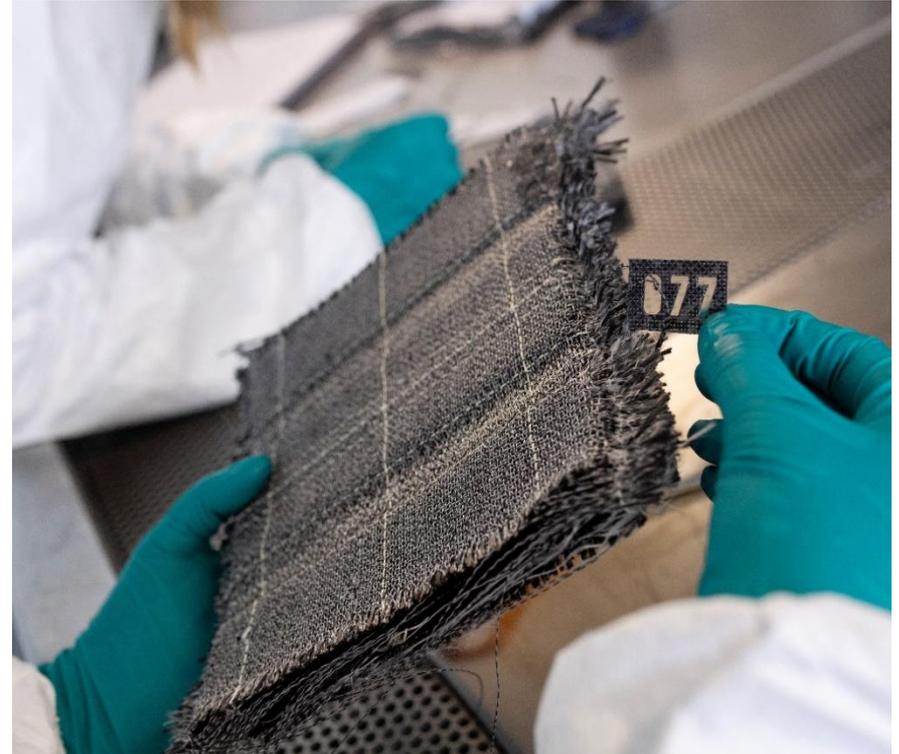


Safran Ceramics est basé sur le même site que Safran Additive Manufacturing Campus au Haillan.

- **120** ingénieurs et chercheurs
- **20** doctorants
- **200** équipements dont certains uniques au monde (fours de densification en phase gazeuse, tomographe très haute résolution, etc.)
- **10000** mètres carrés d'installations de très haute technologie dans un parc de 46 hectares
- Conçu en respectant l'**écosystème historique** de l'arboretum Toussaint Catros (18ème siècle), avec notamment des installations innovantes de traitement des effluents et de maîtrise de la consommation d'eau.

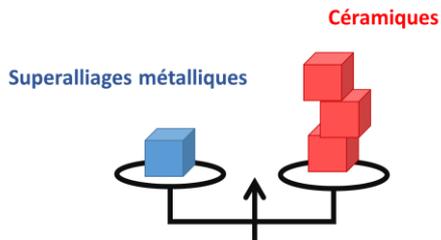
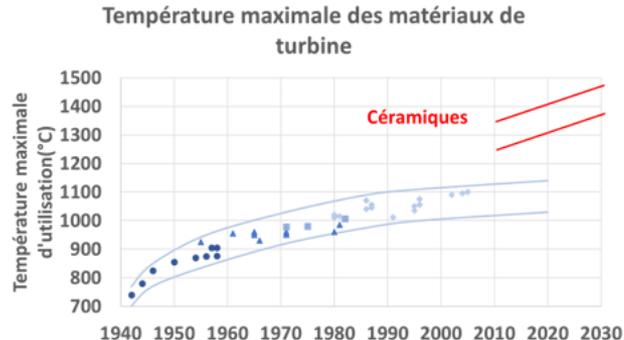
Les composites à matrice céramique

- Les **composites à matrice céramique** ou **CMC** sont des céramiques techniques élaborées sous forme de matériaux composites afin de les rendre insensibles aux chocs
- La **matrice** céramique (le plus souvent un carbure, un oxyde ou du carbone) est armée de multiples **renforts fibreux**, eux-mêmes en céramique. La matrice transfère les efforts mécaniques à ces filaments extrêmement résistants, cinq fois plus fins qu'un cheveu.



Intérêts pour la propulsion aéronautique

- Les CMC supportent des **températures très élevées** pendant de longues durées sans affaiblissement de leurs propriétés mécaniques, un avantage décisif pour des moteurs économes en carburant
- Les CMC sont **légers**
- les CMC sont des **technologies de souveraineté**
- La composition chimique des CMC est **exempte de minerais critiques** (cobalt, titane, zirconium...)



Composites carbone-carbone pour les freins

Depuis les années 1980, le **composite carbone-carbone** a remplacé les alliages métalliques pour les disques de freins d'avion

Le carbone :

- absorbe une plus grande quantité d'énergie par unité de masse d'où un gain de poids
- conserve un coefficient de frottement élevé même à haute température d'où un gain en sécurité

Leader mondial des **freins carbone**

- Safran Landing Systems est devenu n°1 mondial des freins carbone grâce à la technologie mise au point par les équipes du Haillan à la fin des années 1970
- Safran Ceramics épaula Safran Landing Systems dans sa R&T de rupture pour le développement de matériaux de friction toujours plus durables et à empreinte environnementale réduite



Des compétences de très haut niveau

Regroupement d'expertises de pointe dans les multiples disciplines de maîtrise des matériaux

- textile
- chimie
- mécanique des matériaux
- usinage
- modélisations et simulations numériques
- essais élémentaires et technologiques
- contrôles non destructifs / microscopie et analyse chimique

Collaboration avec une dizaine de **laboratoires académiques**, pour la plupart français

- notamment le laboratoire de composites thermo-structuraux, unité mixte de recherche dédiée codirigée par Safran Ceramics avec le CNRS, l'université de Bordeaux et le CEA



Quelques travaux de Safran Ceramics

Les équipes du Haillan sont à l'origine de **plusieurs premières mondiales** avec ces technologies

- Premières applications des composites CMC aux moteurs de missiles et de fusées (vers 1975)
- Mise au point de la technologie de freins carbone-carbone (vers 1980)
- Volets du Rafale : 1^{ère} application aéronautique des CMC (depuis 1990)
- Tuyère du Tigre : 3 ans d'essais en vol (2008-2011) [*financement DGA*]
- 1^{er} essai sur moteur d'une roue de turbine en CMC (2010) [*DGAC*]



Aube en CMC testé sur CFM56



Tuyère en CMC pour essai sur moteur Silvercrest

- ARCOCE 1^{ère} pièce CMC (cône d'éjection) certifiée et installée sur un avion en service, un Airbus A320 d'Air France (2011-2013) [*DGAC et région Nouvelle Aquitaine*]

Aujourd'hui :

- Essai d'anneaux de turbine en CMC sur moteur M88 [*financement DGA*]
- Essai d'une tuyère CMC sur un moteur Silvercrest



04 - Biographies

Marjolaine Grange

Directrice Groupe Industrie, Achats et Performance



Marjolaine Grange débute sa carrière chez Framatome en tant que chef de projet.

Elle intègre Snecma (aujourd'hui Safran Aircraft Engines) en 1999 au sein de la Division Matériaux et Procédés où elle exerce plusieurs postes de management, avant de rejoindre Safran en 2008 pour contribuer à la création de la Direction Matériaux et Procédés, et de l'entité Safran Composites du Groupe.

Marjolaine Grange revient chez Snecma en 2013 en tant que responsable de la Division Matériaux et Procédés avant de devenir, en 2015, Directrice du Centre d'Excellence Industrielle Composites dédié à la conception et la production des pièces composites pour le moteur LEAP.

En 2019, elle est nommée Directrice du Centre d'Excellence Industrielle Compresseurs, Chambres et Structures jusqu'à sa nomination en 2020, au poste de Directrice de la Qualité, du Progrès et de la Transformation Digitale.

En mai 2022, Marjolaine Grange est nommée Directrice Industrie, Achats et Performance de Safran.

Eric Dalbiès

Directeur Groupe, Stratégie, R&T et Innovation



Eric Dalbiès rejoint Snecma en 1992, au sein de la Division Moteurs Spatiaux de Vernon. Jusqu'en 2005, il occupe plusieurs postes dans les métiers de l'ingénierie et des programmes au sein de Snecma (aujourd'hui Safran Aircraft Engines).

En 2005, il est nommé Directeur des Systèmes d'Information de Turbomeca (aujourd'hui Safran Helicopter Engines), avant de devenir en 2008, adjoint au Président, également en charge des Démarches de progrès. En 2013, Eric Dalbiès devient Directeur de la Stratégie de Safran, et en 2015 prend également en charge les fusions et acquisitions (M&A) du Groupe. Depuis 2018, Eric Dalbiès était Directeur général adjoint de Safran Helicopter Engines, ainsi que Directeur Général de Safran Power Units. En juillet 2021, Eric Dalbiès est nommé Directeur de la Recherche, de la Technologie et de l'Innovation Safran.

Il est par ailleurs Président du Conseil d'administration d'ArianeGroup, co-entreprise entre Airbus et Safran.

Eric Dalbiès est diplômé de l'École Polytechnique (1987) et de l'ISAE-SUPAERO (1992).

François-Xavier Foubert

Directeur général de Safran Additive Manufacturing Campus



François-Xavier Foubert, après un début de carrière industriel dans le groupe Alcatel, rejoint Snecma Services (aujourd'hui Safran Aircraft Engines) en 2003 en tant que directeur adjoint de l'usine de Chatellerault. Puis il assurera la création d'une entité de maintenance de CFM56 au Mexique, à Queretaro dont il sera le directeur général de 2006 à 2010.

Il rejoint ensuite Turbomeca (aujourd'hui Safran Helicopter Engines), en tant que responsable amélioration continue. A partir de 2011, il est directeur Intégration et Réparation avant de devenir en 2014 directeur qualité et progrès, puis directeur industriel en 2017.

En mai 2019, il prend la direction de Safran Additive Manufacturing Campus, l'entité en charge de développer et de produire en fabrication additive pour le Groupe.

François-Xavier Foubert est diplômé de l'École Polytechnique (promotion 1991) et de l'École nationale des Ponts et Chaussées (promotion 1996)

Marc Montaudon

Directeur général de Safran Ceramics



Marc Montaudon débute sa carrière à la Société Européenne de Propulsion en 1988 en tant qu'ingénieur développement matériaux avant de prendre la responsabilité du service Matériaux Thermo-structuraux.

De 1995 à 2001, il est le chef de Programme du développement du moteur principal du missile M51, puis devient en 2002 le Directeur de la Production de Snecma Propulsion Solide. En 2009, il prend la direction de la Business Unit Aéronautique et Composites Haute Température d'Herakles.

Il dirige Safran Ceramics depuis sa création mi-2016. Il est administrateur de NGS Advanced Fibers, une joint-venture japonaise de Nippon Carbon, GE Aviation et Safran Ceramics.

Marc Montaudon est diplômé de l'Ecole Centrale Paris (1987).



05 - Annexes

Les procédés de la fabrication additive

Il existe de nombreux procédés de fabrication additive. Dans l'aéronautique les procédés les plus répandus sont :

LBM Laser Beam Melting (utilisé par Safran Additive Manufacturing Campus)

- Procédé de fabrication additive de fusion sur lit de poudre par faisceau laser (aussi désigné SLM, Fusion Laser sur lit de poudre)
- Adapté pour le prototypage, mais aussi pour les petites et moyennes séries, et les pièces complexes

DED Direct Energy Deposition

- Procédé de fab. additive de dépôt de poudre ou de fil fusionné par courant électrique, faisceau électron ou faisceau Laser
- Adapté pour les pièces de taille moyenne, rechargement grandes pièces, prototypage, mais aussi petites et moyennes séries

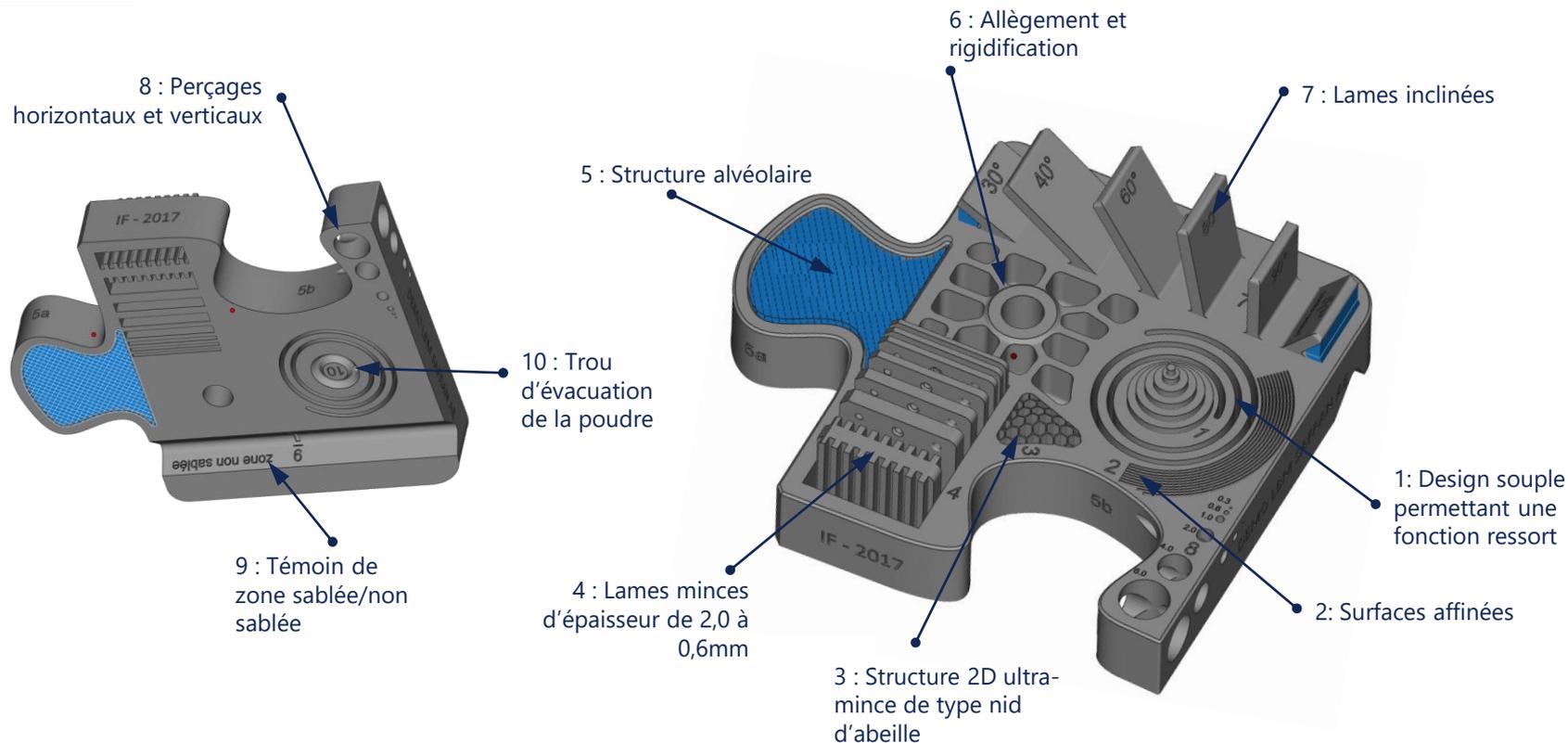
MIM Metal Injection Molding

- Procédé de fabrication directe par injection de poudre et de liant dans un moule à faible température suivi d'un cycle de frittage
- Adapté pour les grandes séries et les pièces de taille réduite à moyenne

LBJ Like Binder jetting (en développement)

- Procédé de fabrication directe par projection et polymérisation de liant sur lit de poudre suivi d'un cycle de frittage
- Taille pièces encore limitée à 50-70mm
- Temps de fabrication du brut très réduit

Possibilités offertes par la fabrication additive



**POWERED
BY TRUST**
