

Présentation Fabrication additive métallique

PR-Avo-2018-39

Rédacteur : Arnaud Voté (Fusia)

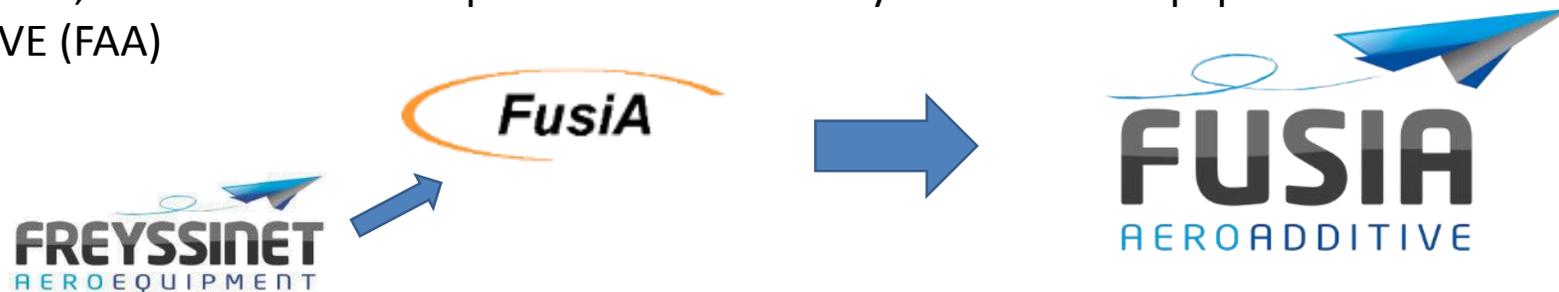
Destinataires : Ecoles



FUSIA est une entreprise spécialisée dans la fabrication additive pour l'aéronautique, le spatial et la défense. Elle fait partie d'un groupement d'entreprise répartie de part et d'autre de l'Atlantique (Toulouse et Montréal).



Depuis fin 2017, FUSIA a noué un partenariat avec Freyssinet Aero Equipment et a donné naissance à FUSIA AEROADDITIVE (FAA)



L'objectif de FAA est de développer la FA au niveau industriel et de proposer un partenaire de production en FA à la pointe de l'industrialisation mais aussi de répondre aux challenges les plus ambitieux en apportant son support aux phases de R&D de ses clients et partenaires.



Nos partenaires et clients



FABRICATION
ADDITIVE

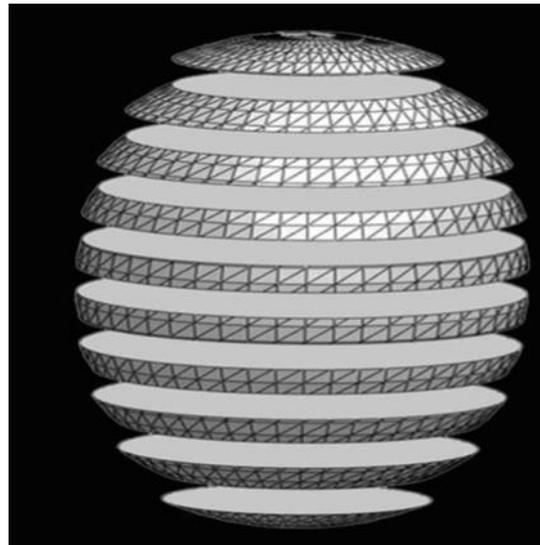


Fabrication Additive Métallique

La fabrication additive en général

La fabrication additive

Ensemble des procédés permettant de fabriquer, couche par couche , par ajout de matière, un objet physique à partir d'un objet numérique (NF E 67-001)



La fabrication additive

Fabrication additive

FDM

Impression 3D

ALM (Additive Layer Manufacturing)

EBM (Electron Beam Melting)

DED

Fabrication directe

CLAD

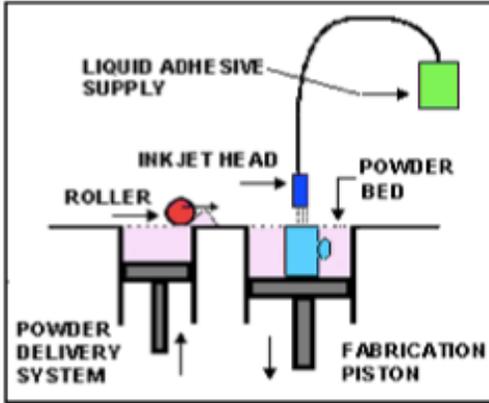
Stéréolithographie

SLM (Selective Laser Melting)

Frittage laser

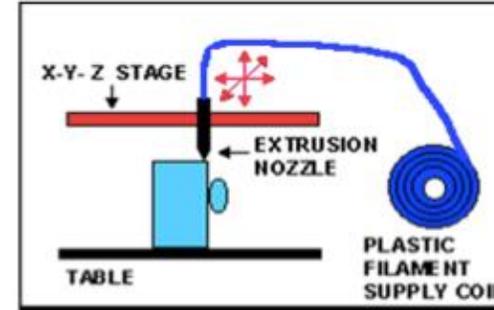
La fabrication additive

Impression 3D



- projection par buse du matériau en phase liquide
- Matériau : plastiques, cire

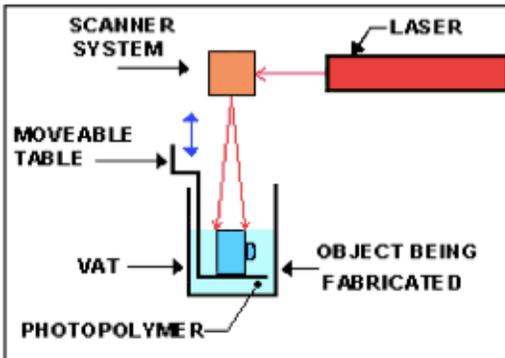
Dépôt de fil



- dépôt couche par couche d'un fil fondu extrudé
- Matériau : plastiques

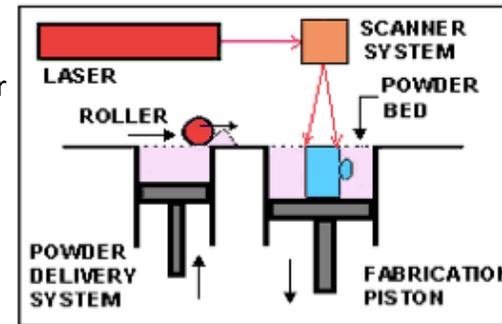
Dépose de matière

Stéréolithographie



- polymérisation d'une résine liquide par laser
- Matériau : résines

Frittage laser



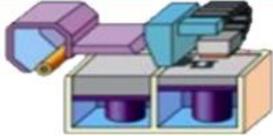
- Agglomération de poudre par frittage
- Matériau : plastiques, élastomère... et sable

Transformation de la matière par apport d'énergie

Pièces polymères

Sans fusion

Metal binder Jetting

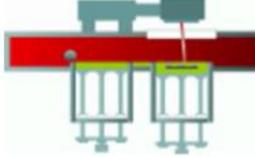



Précision : 5/100 – 1/10
Pas de supports
Taille chambre :
de 450 x 250 x 250
à 800 x 500 x 400
Temps de fabrication
= f(hauteur de
fabrication).
Env. 1cm/h pour des
aciers

Avec fusion

Lit de poudre

Fusion Laser

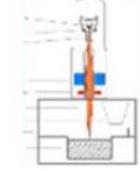



Possibilité ajout de
fonction sur embase
plane
Précision : 5/100 – 2/10
Supports
Taille chambre :
de 250 x 250 x 325
à 600 x 400 x 500
Productivité : de
1-10cm³/h à 70cm³/h

Avec fusion

Lit de poudre

Fusion faisceau
d'électrons




Précision 2/10
Supports limités
Taille chambre :
Diamètre : 350 à 380
Productivité :
de 25-50 cm³/h à 100
cm³/h

Avec fusion

Apport direct

Dépôt Poudres

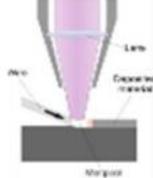



Ajout de fonction sur
embase de forme
gauche
Précision :
3-5/10 voir +
Taille chambre :
de 650 x 700 x 500
à 1500 x 800 x 800
Productivité :
de 100 à 200 cm³/h

Avec fusion

Apport direct

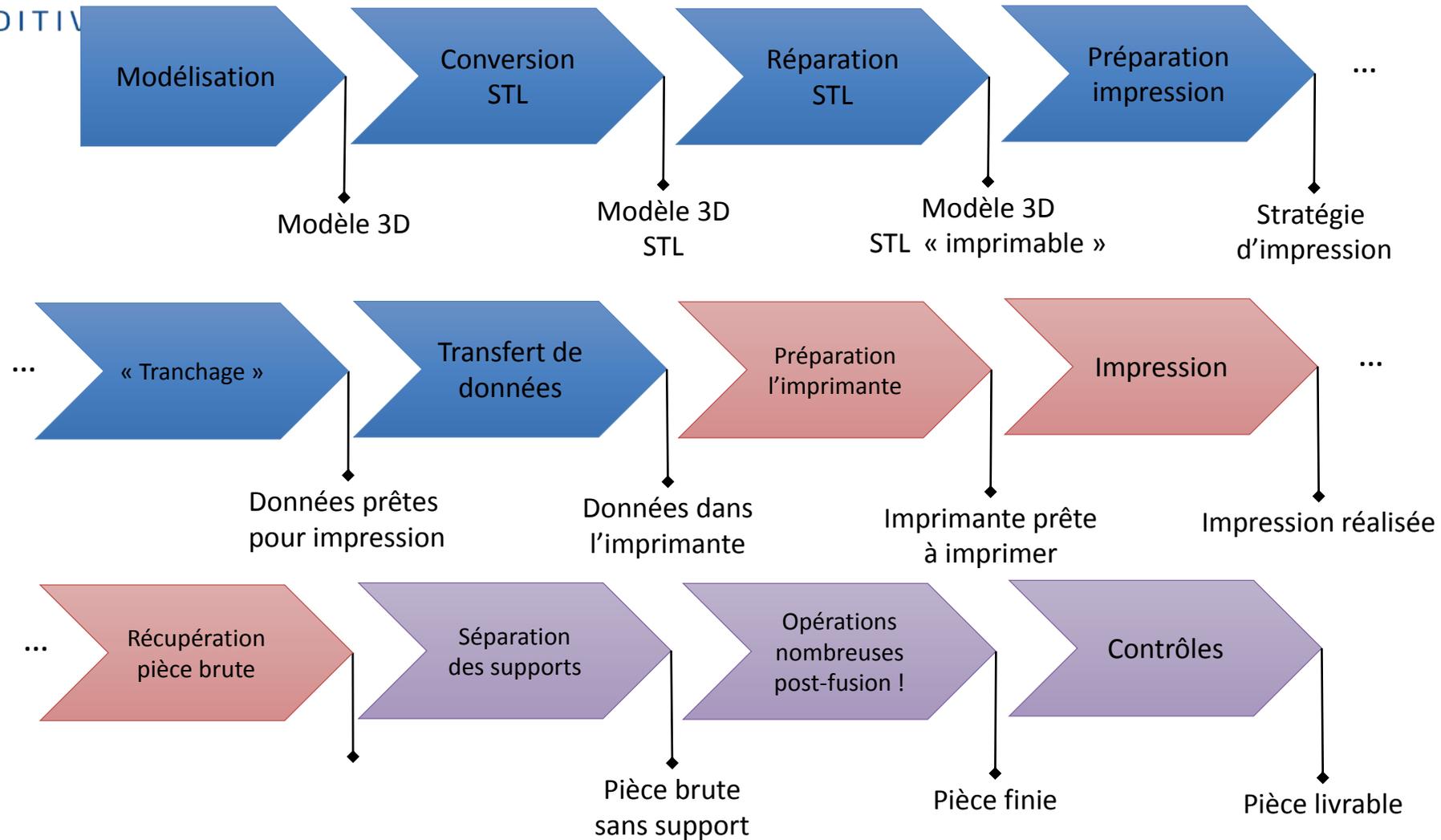
Dépôt Fil




Ajout de fonction sur
grandes pièces
massives
Précision :
de 5 à 10/10
Taille chambre :
de 203 x 102 x 152
à 6299 x 1372 x 1473
Productivité :
de 200 à 500 cm³/h

Source : www.la-fabrication-additive.com

La fabrication additive



La fabrication additive

Prototypage rapide

- prototype géométrique « pas bonne matière »
- prototype géométrique « presque bonne matière »
- prototype « bonne matière »

Applications des technologies de Fabrication additive

Outillage rapide

- Eléments d'outillages bonne matière (exemple éléments d'injection, modèle fonderie cire perdue, montage d'usinage, montage d'essais...)

Fabrication directe

- Pièce « série » bonne matière
- Le procédé de fabrication additive est le procédé série, donc compatible avec les quantités séries et les matériaux disponibles

La fusion laser chez FUSIA

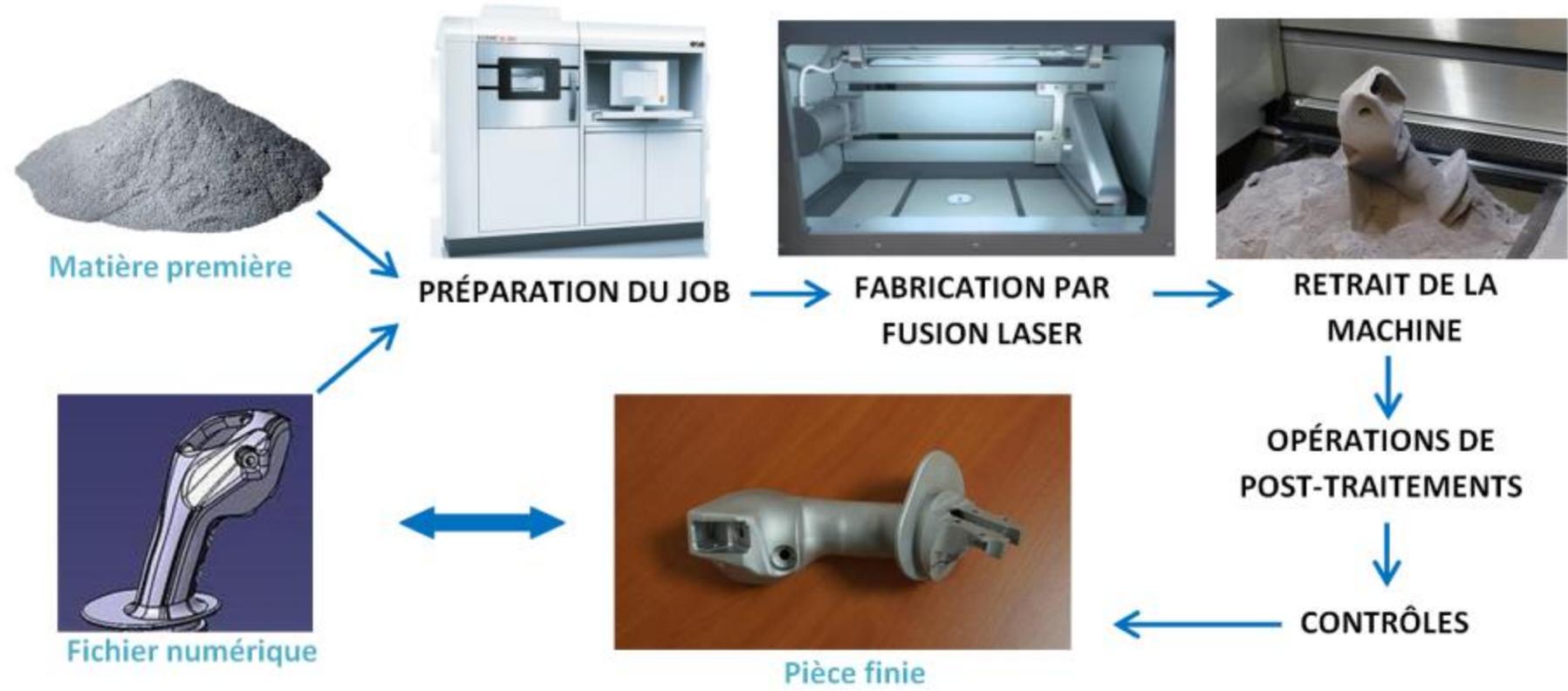
2 EOS M280, 1 EOS M290

Volume : 250 x 250 x 325 mm

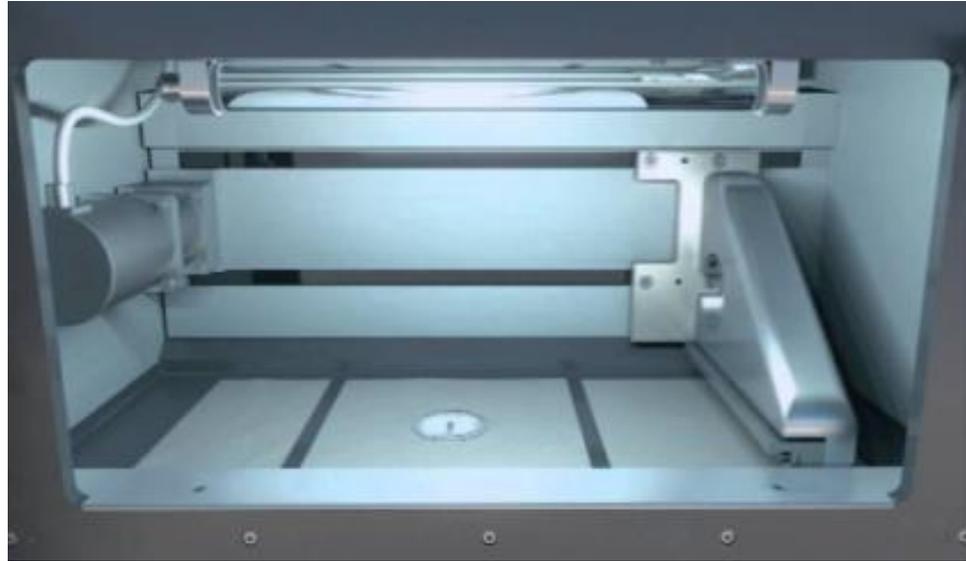
Nos moyens



□ Principe de fonctionnement:



□ Principe de fonctionnement:



La fusion laser

Les matériaux

La fusion laser

Aluminium

AlSi10Mg
AlSi7Mg06

Acier inoxydable

DIN 1.4540 (15-5 PH)
DIN 1.4542 (17-4 PH)

Acier Maraging

DIN 1.2709
(X3NiCoMoTi 18-9-5)

Alliages de Nickel

Inconel 718
Inconel 625
Hastelloy X

Titane

TA6V

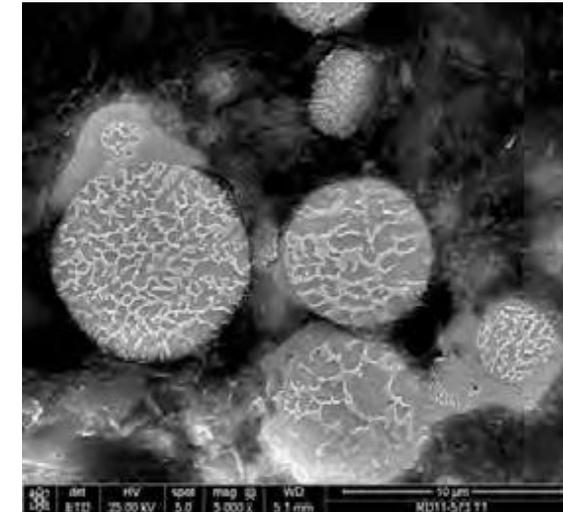
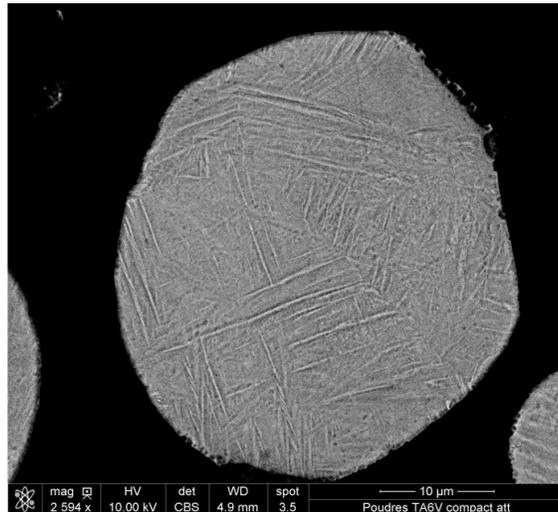
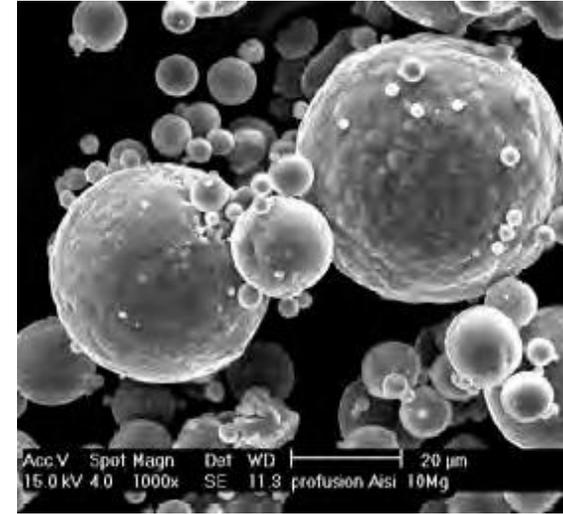
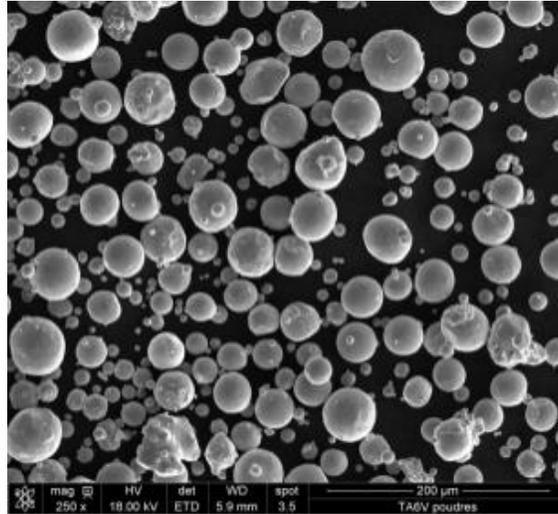
Alliage de Cobalt

Co Cr Mo

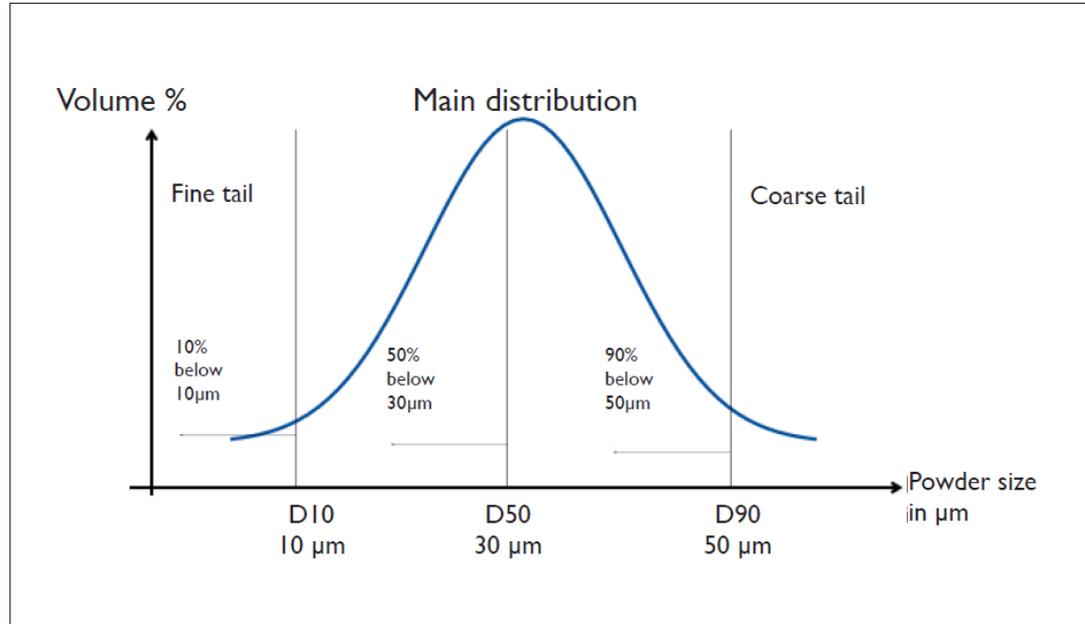
La fusion laser

TA6V

AS7G06



La fusion laser



COMPOSITION CHIMIQUE

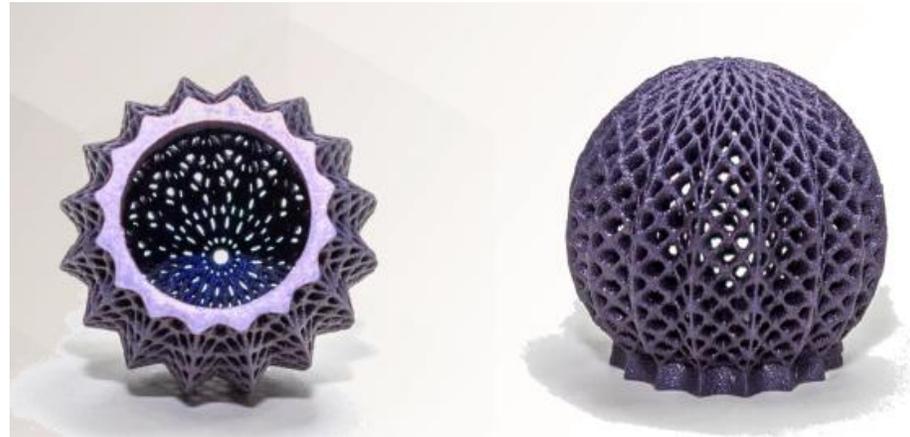
Norme de référence pour la composition chimique : UNS N07718

Élément	Limite inférieure (wt%)	Limite supérieure (wt%)	Méthodes de mesure (norme – nom de la méthode)
Nickel (Ni)	50	55	Spectromètre
Chrome (Cr)	17	21	Spectromètre
Niobium (Nb)	4,75	5,5	Spectromètre
Molybdène (Mo)	2,8	3,3	Spectromètre
Titane (Ti)	0,65	1,15	Spectromètre
Aluminium (Al)	0,2	0,8	Spectromètre
Fer (Fe)	Balance		Spectromètre
Cobalt (Co)		1	Spectromètre
Cuivre (Cu)		0,3	Spectromètre
Carbone (C)		0,08	LECO
Manganèse (Mn)		0,35	Spectromètre
Silicium (Si)		0,35	Spectromètre
Phosphore (P)		0,015	Spectromètre
Soufre (S)		0,015	LECO
Oxygène (O)		0,02	LECO
Azote (N)		0,03	LECO
Bore (B)		0,006	Spectromètre

Intérêt de la technologie

Intérêt de la technologie

« Suppression » des contraintes habituelles de fabrication

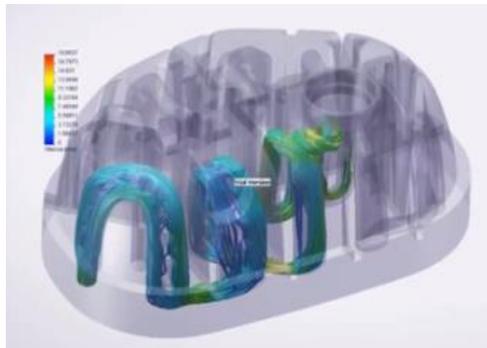
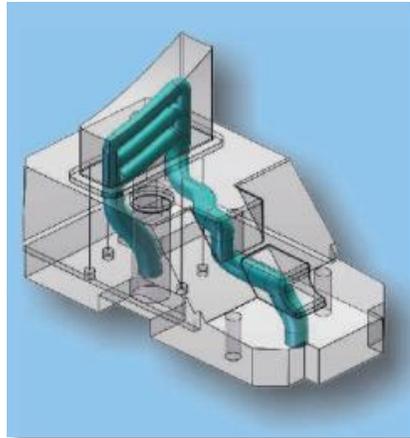


Source Usine Nouvelle



Intérêt de la technologie

- ✓ Gestion des fluides
- ✓ Intégration des fonctions



*Eco Marathon Shell
Véhicule INSA – UPS
Gestion du carburant*



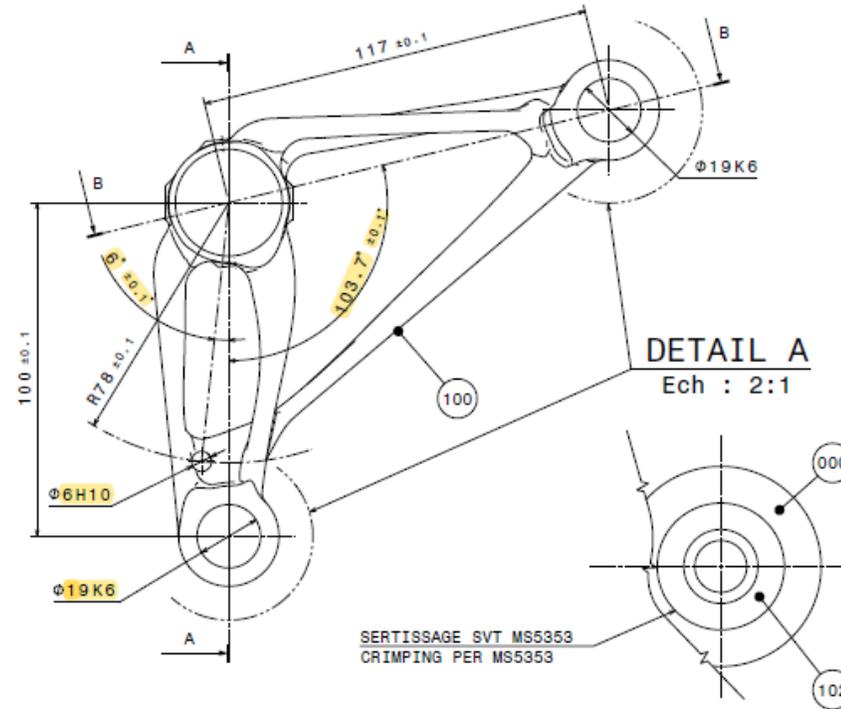
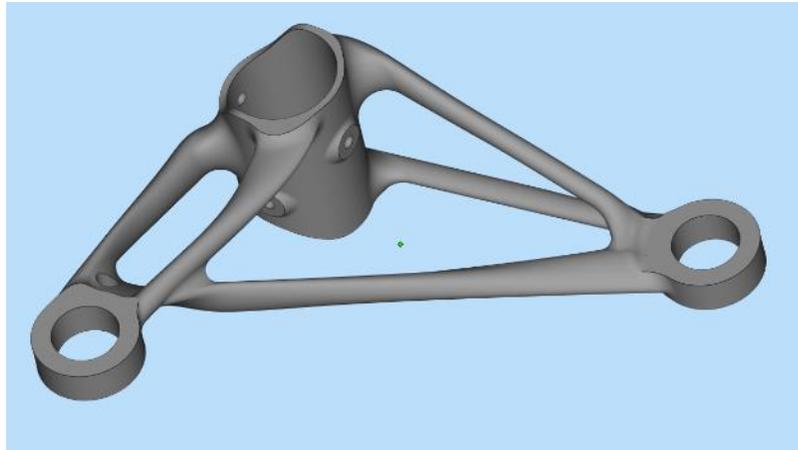
Injecteur – FUSIA



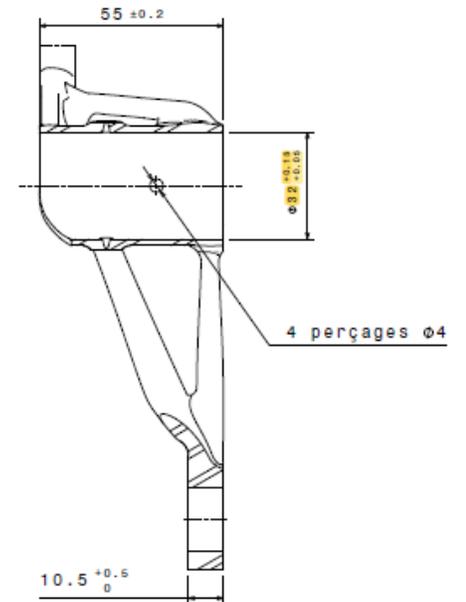
Echangeur – Fusia / LGC

Conséquences de la technologie

Les exigences des pièces métalliques impliquent l'usinage

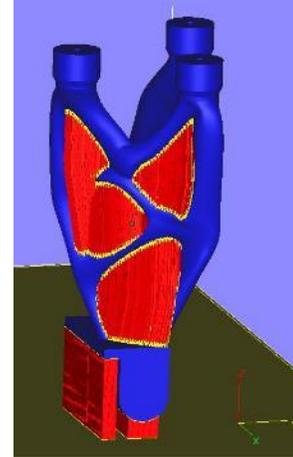


COUPE A-A
Ech : 1:1



➤ **les supports**

- ☑ maintien de la pièce
- ☑ soutien voutes



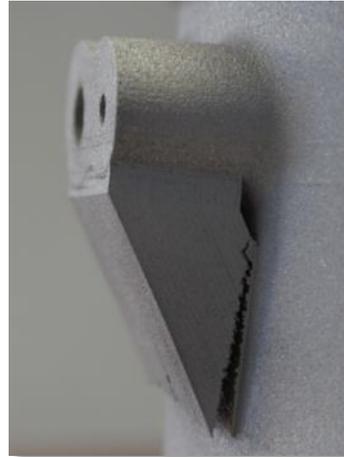
➤ **la rugosité**

Ra moyen à $>6 \mu\text{m}$

Mais $< 2\mu\text{m}$ après « polissage »

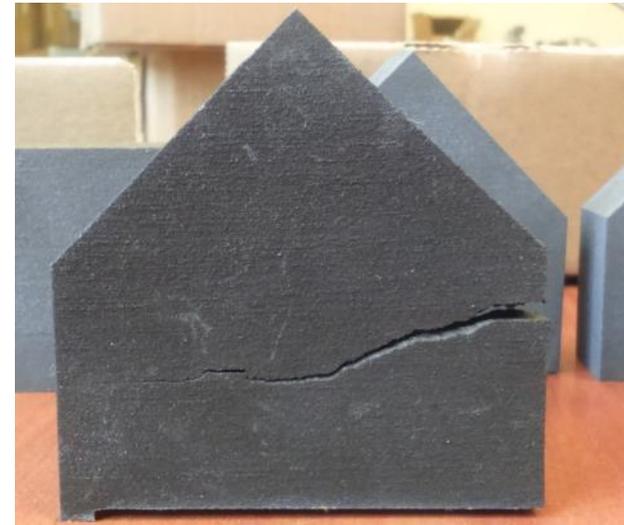


- les déformations
- les arrachements

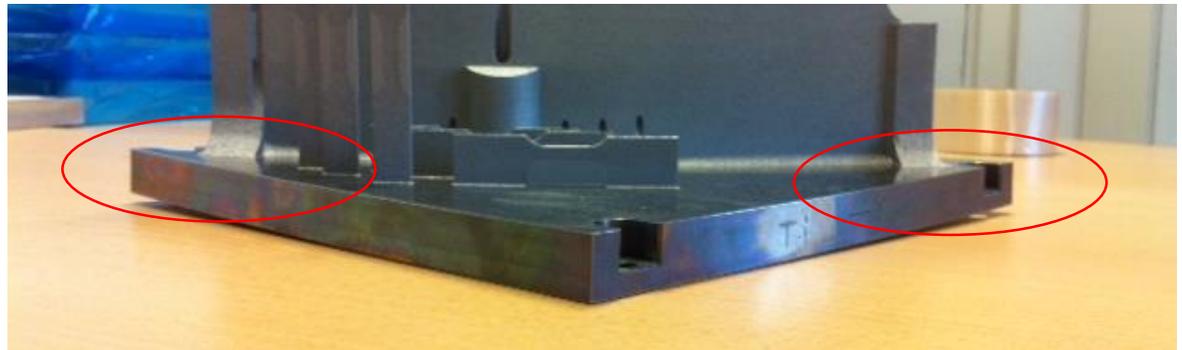


Des compétences chez FUSIA pour éviter ces problèmes





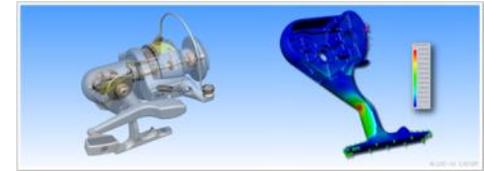
Des compétences chez FUSIA pour éviter ces problèmes



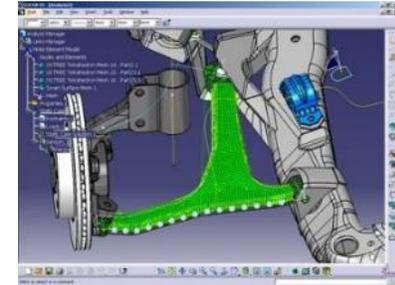
Des compétences chez FUSIA pour éviter ces problèmes

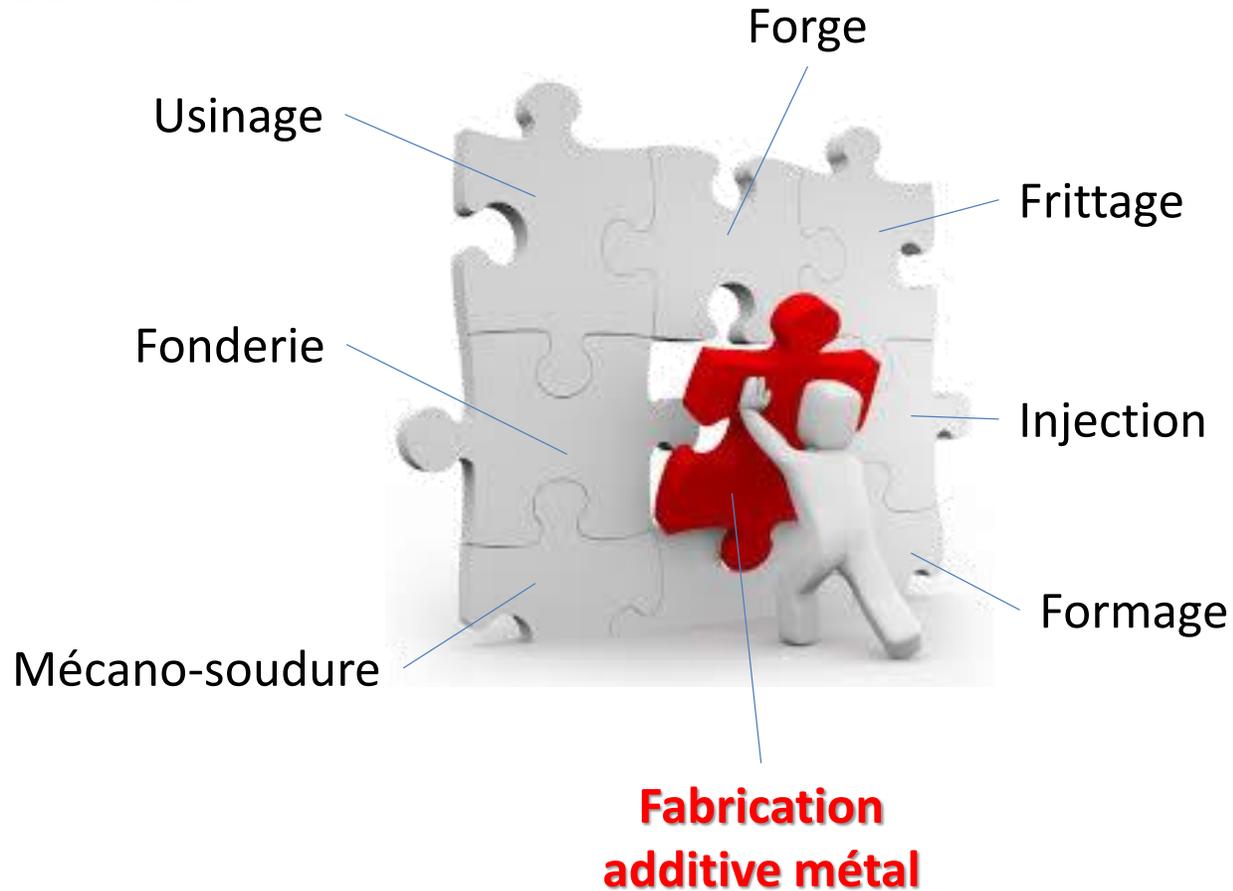
Aspect industriel

Aspects industriels



Oui, mais ...
Gestion de la poudre métallique





Arnaud Votié
FUSIA – ESTEVE
Directeur R&D
a.votie@fusia.fr