



Centre
des Matériaux



DMS module B3

Fabrication additive

23-27 janvier 2023

○ Qu'est-ce que la fabrication additive?

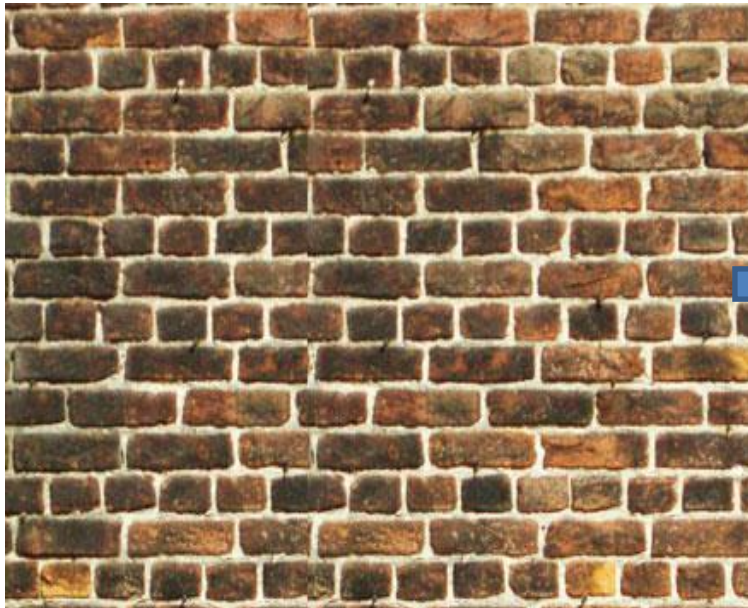
- Procédés de mise en forme d'une pièce par **ajout de matière**, par empilement de couches successives (ASTM).
- Opposition à la mise en forme par enlèvement de matière, tel que l'**usinage**.
- Technologies intervenant n'importe où dans le cycle de vie d'un produit.

Pré-production (prototypage rapide)

Production à grande échelle (fabrication rapide)

Réparation (rechargement)

○ stabilité dimensionnelle de la brique de construction



○ Pourquoi la FA?

AM benefits: Weight reduction

TRADITIONAL DESIGN

Source: SAVING project



- > A conventional steel buckle weights 155 g¹⁾
- > Weight should be reduced on a like-for-like basis within the SAVING project
- > Project partners are Plunkett Associates, Crucible Industrial Design, EOS, 3T PRD, Simpleware, Delcam, University of Exeter

1) 120 g when made of aluminum

AM OPTIMIZED DESIGN

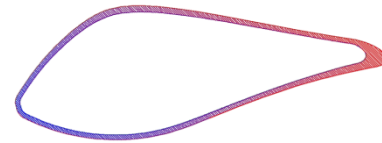
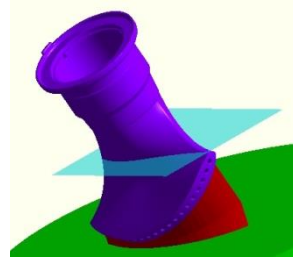
Source: SAVING project



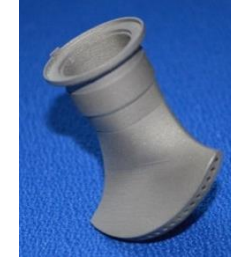
- > Titanium buckle designed with AM weighs 70 g – reduction of 55%
- > For an Airbus 380 with all economy seating (853 seats), this would mean a reduction of 72.5 kg
- > Over the airplane's lifetime, 3.3 million liters of fuel or approx. EUR 2 m could be saved, assuming a saving of 45,000 liters per kg and airplane lifetime

○ Changement d'état métallurgique

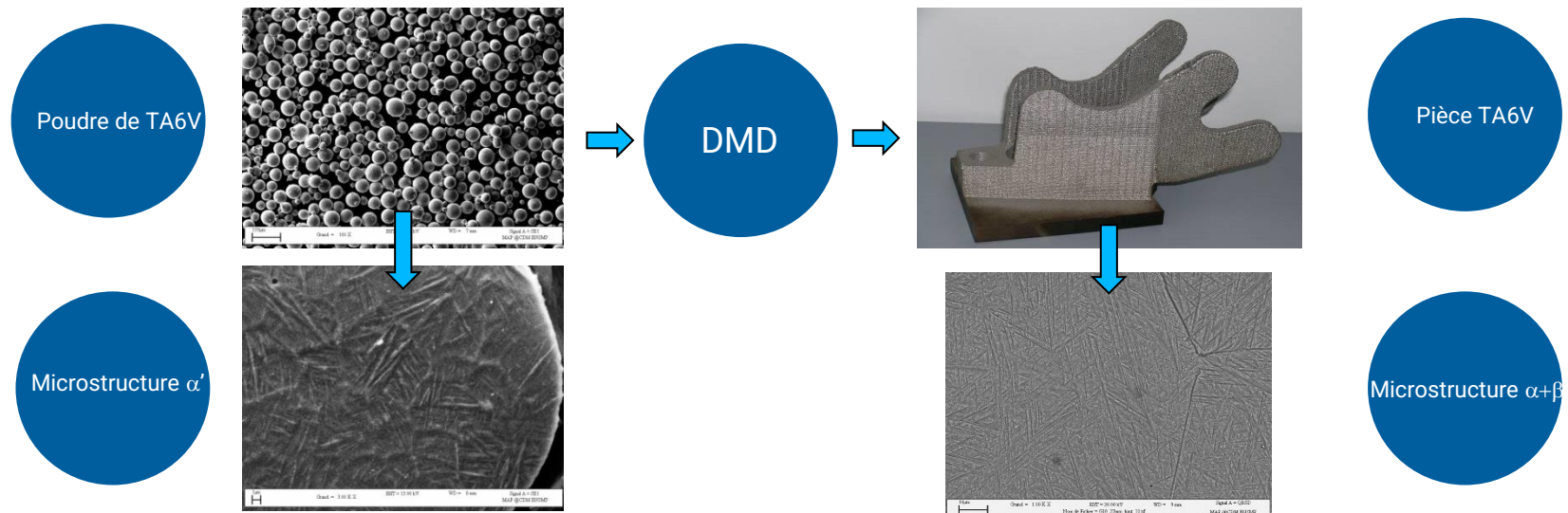
- Une **géométrie identique au design**



1 tranche = 1 couche



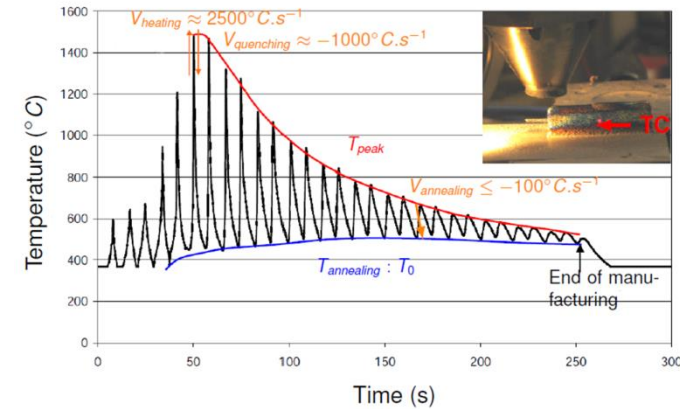
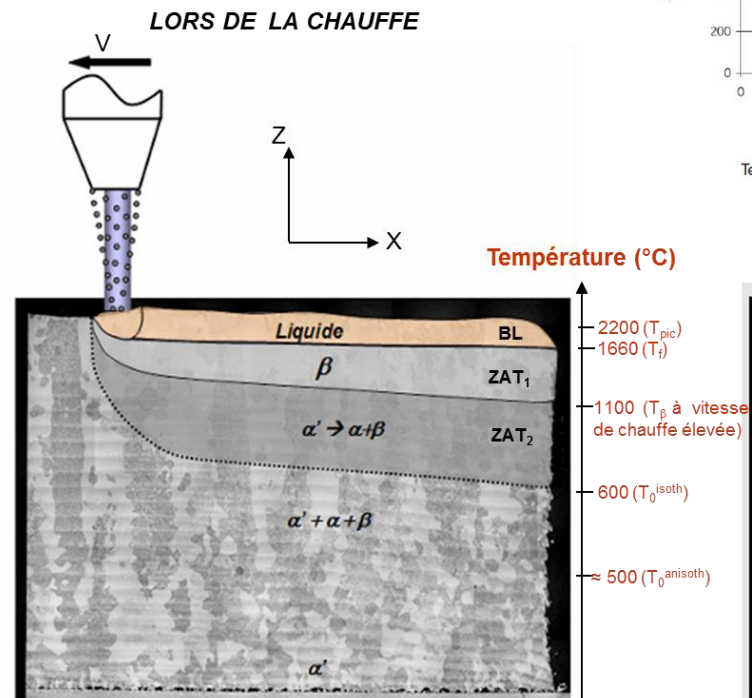
- Un matériau ayant subi une **transformation physique**



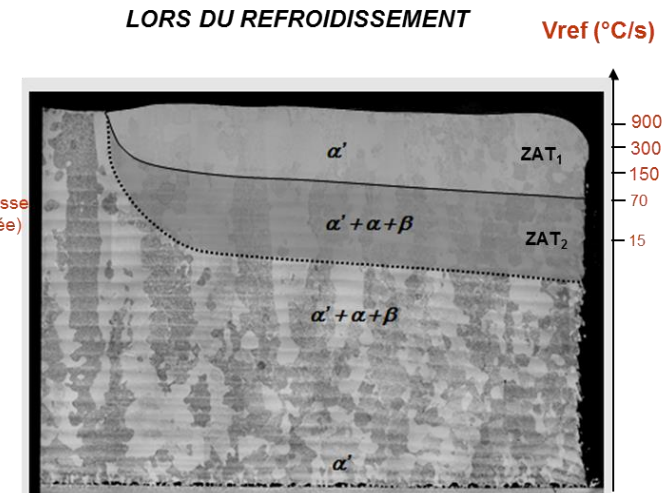
○ Histoire thermique

- Les éléments de volume n'ont pas la même histoire

TA6V et DMD



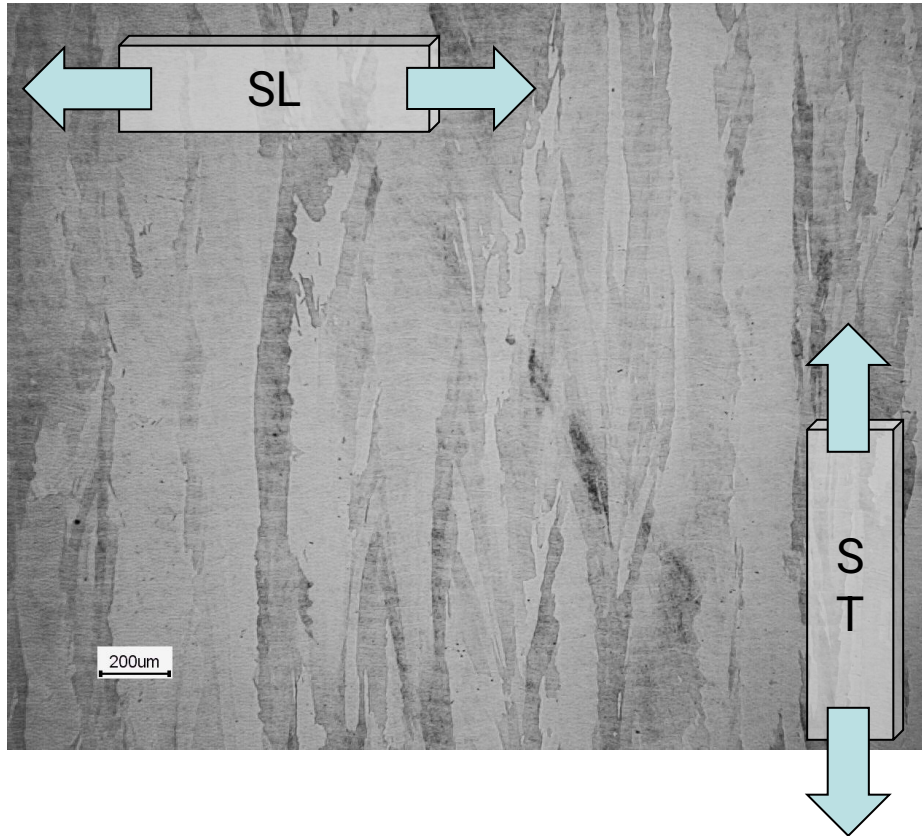
Temperature evolution at a given point during the building of a wall [Maisonneuve, 2008]



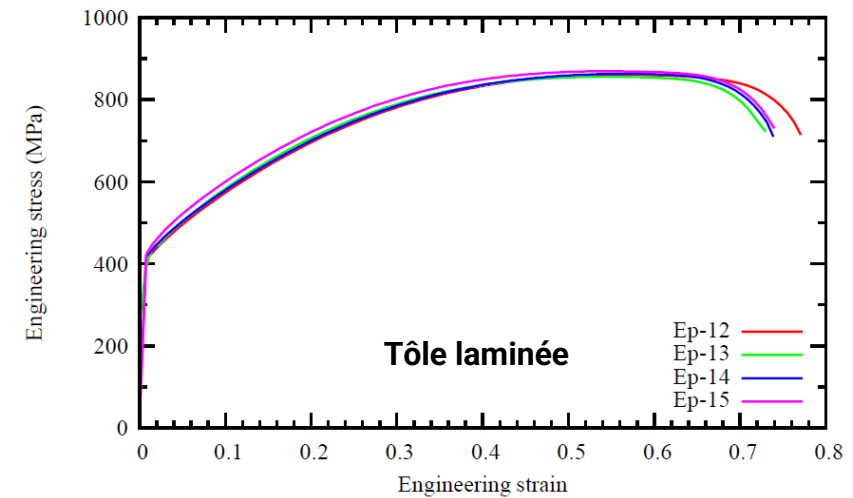
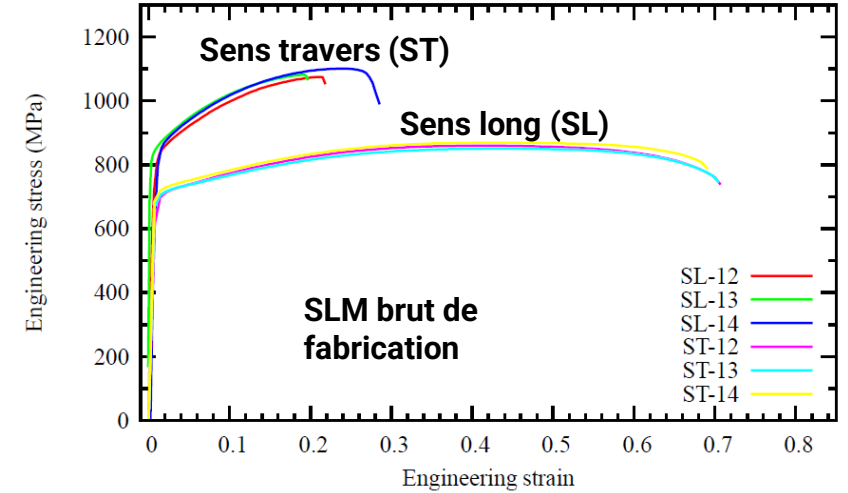
[Maisonneuve, 2008]

○ Comportement anisotrope

➔ Grains colonnaires (cas du C263)



- Essai de traction monotone à l'ambiante



○ Contraintes résiduelles et dimensions finales

Surface heat distribution

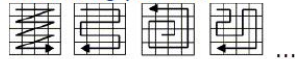
- Gaussian
- Top hat
- Custom user distribution

Global absorptivity coefficient

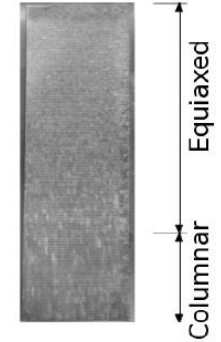
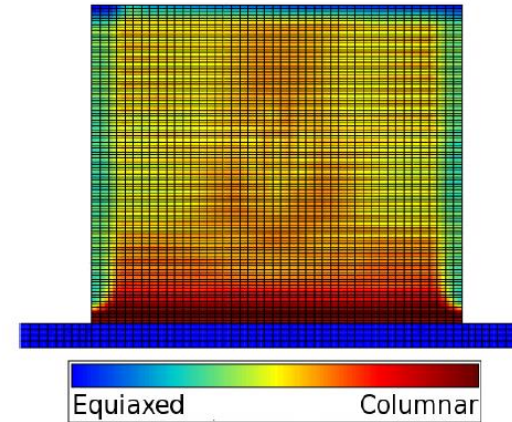
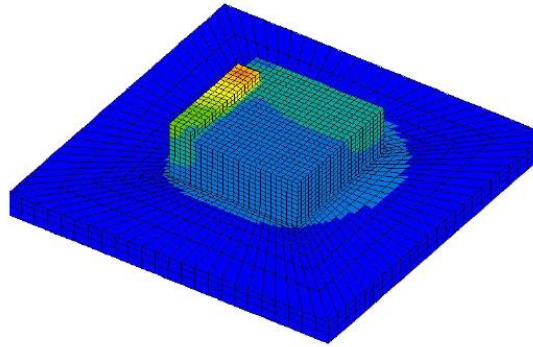
Heat transferts

- Conduction
- Radiation
- Convection

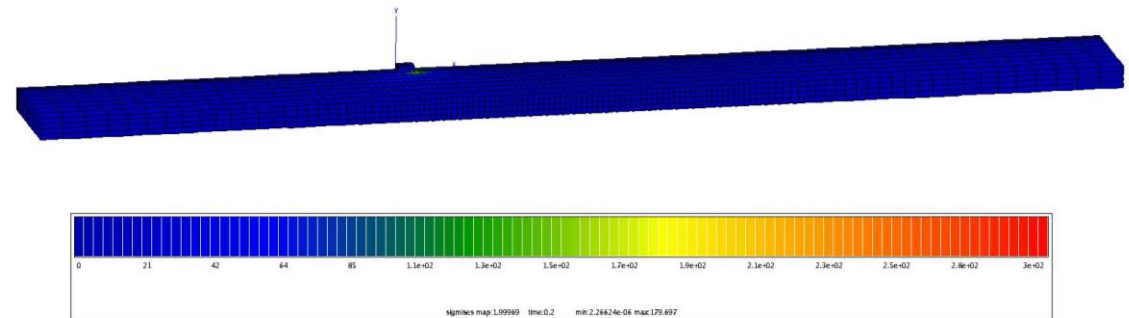
Scanning pattern



Overlapping ratio



Grain morphology, model vs experiment [Longuet, 2010, Maisonneuve, 2008]



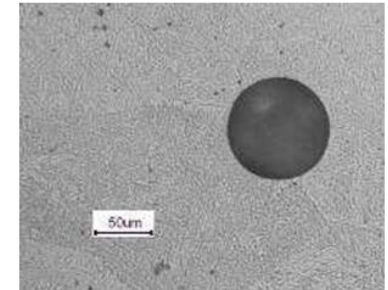
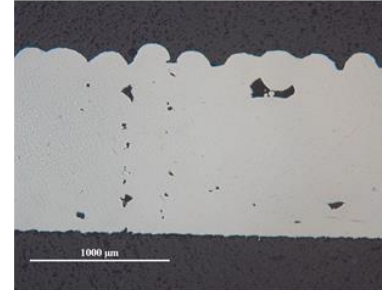
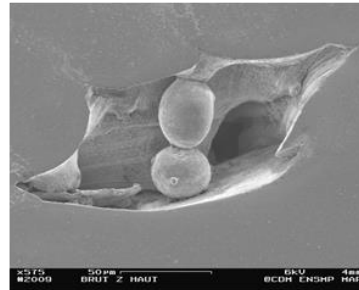
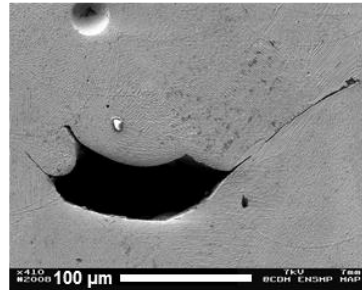
Von Mises stresses and strain evolutions during manufacturing

$$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^{vp} + \varepsilon^{th} + \varepsilon^{pc}$$

[Marion, 2013]

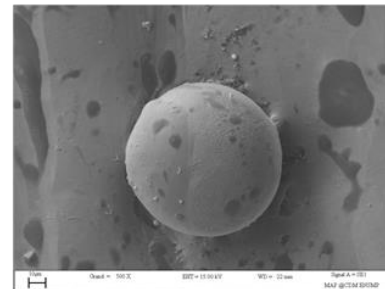
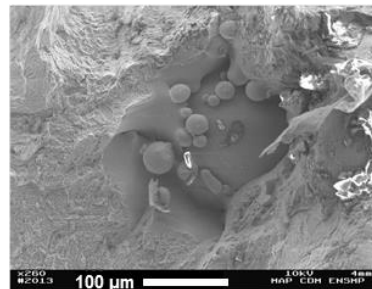
○ Que de défauts!

- **Défauts dans les pièces réalisées par fabrication additive dépendants du matériau (mauvaise qualité de la poudre) :**
 - ➔ Mauvais contrôle de la microstructure
- **ou indépendants du matériau :**
 - ➔ Défauts procédé

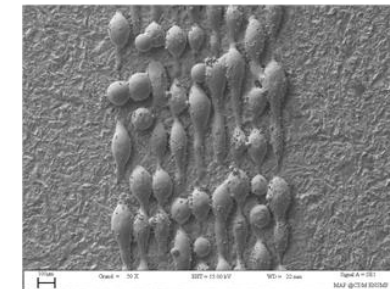


• Manques de matière et/ou de fusion (C263)

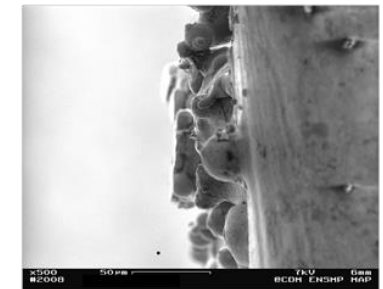
• Gaz occlus (TA6V)



• Grosses particules infondues ou collées en surface (C263)

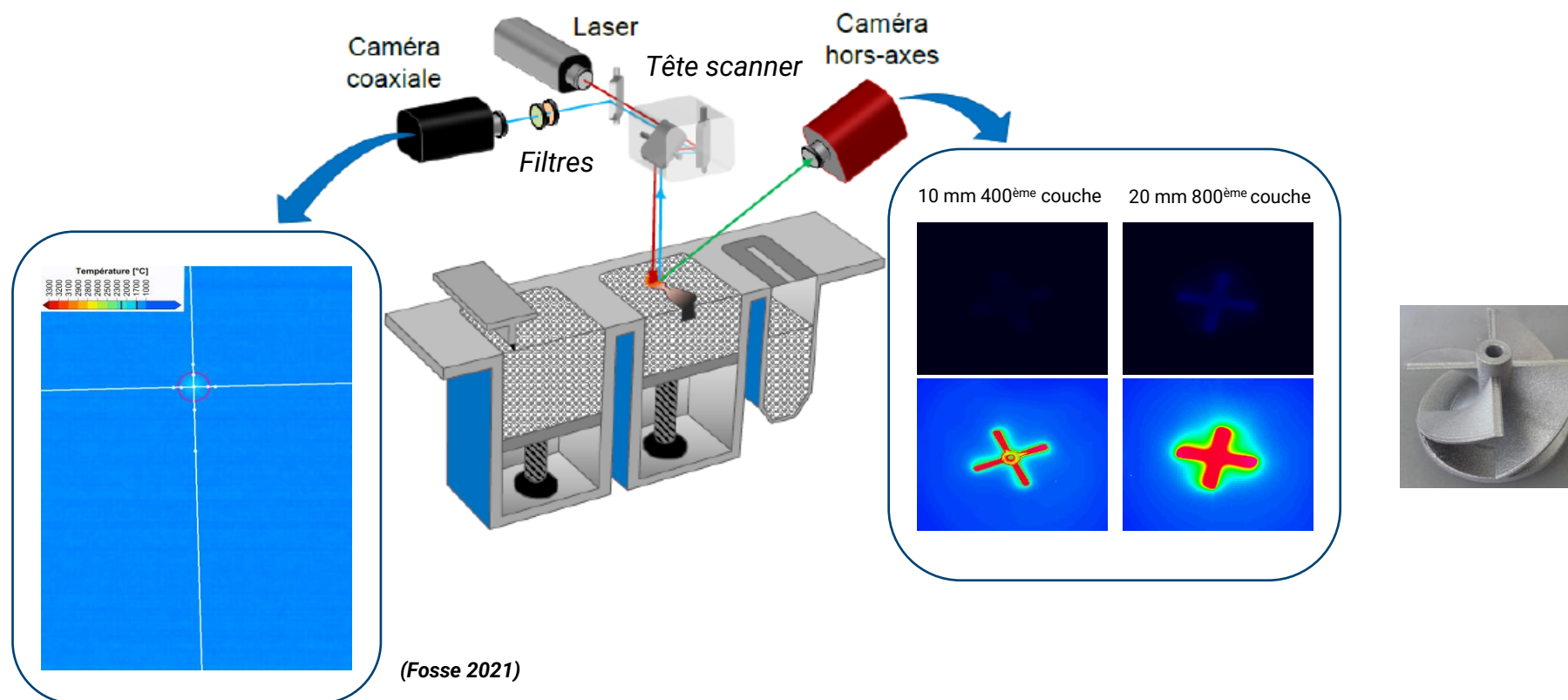


• Instabilité du bain liquide (C263)

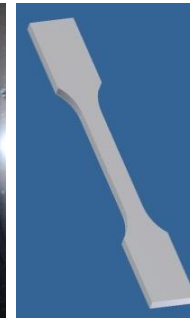
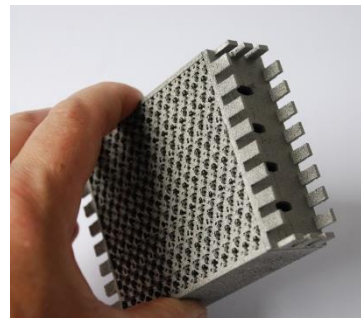
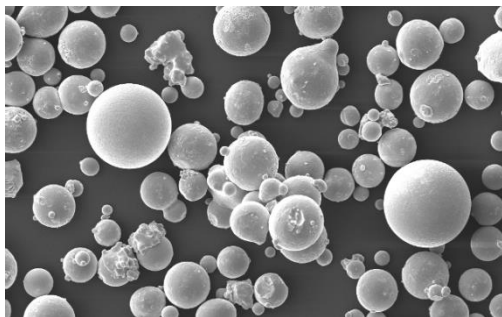


• Rugosité en surface libre (C263)

C'est le matériau qui décide!



Du matériau... par un procédé... à la pièce... ..aux bonnes propriétés



	Lundi 23 janvier 2023	Mardi 24 janvier 2023	Mercredi 25 janvier 2023	Jeudi 26 janvier 2023	Vendredi 27 janvier 2023
Matin	COURS Généralités, Contexte, Protocole Paramétrique	COURS Poudre, Interaction Laser/Matière	COURS Métallurgie hors équilibre et traitements thermiques	COURS Modélisations Micro et Macro	TP Dépouillement et synthèse
Aprém	TP Poudre, Matériaux de base	TP Préparation de la fabrication	COURS Metal Binder Jetting	TP Fabrication L-PBF	REDACTION

Matin	COURS JD Bartout	COURS C. Colin	COURS S. Dépinoy	COURS M Bellet Y Mayi	TP L Ferhat JD Bartout
Aprém	TP L Ferhat JD Bartout	TP L Ferhat JD Bartout	TP/COURS C.Colin	TP L Ferhat JD Bartout	REDACTION

Evaluation de fin de période 2 heures

Les documents, les consultations WEB, les discussions entre collègues sont autorisées (voire encouragées).

Réservez vous 45 min de rédaction.

Sujet :

Vous êtes responsables de la fabrication additive dans une entreprise de sous-traitance pour l'industrie aéronautique.

Votre atelier dispose d'une machine L-PBF d'une capacité de 250*250*250 mm et d'un moyen de fabrication WLAM de 1 m3 d'enveloppe de fabrication.

Vous fabriquez de manière optimale (bonne santé matière) des pièces par les deux technologies en Inconel 718.

Vos clients vous demandent de réaliser des pièces en Inconel 738.

- Quels sont les conséquences de ce changement de matériau ?
- Sur quelles étapes de l'ensemble du cycle de fabrication ce changement a-t-il de l'influence ?
- Quelles méthodes et quels moyens devez-vous mettre en œuvre/acquérir dans votre unité pour mener à bien cette transition ?

Argumentez ! Vous avez vos investisseurs et vos managers à convaincre...

Livrable : Développez votre argumentaire sur un PPT de 10 slides maximum