

JOURNÉE  
TECHNIQUE

## Fabrication additive

Comment construire  
une prévention adaptée ?



**inrs**  
Institut National de Recherche et de Sécurité

# Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive

Didier BOISSELIER – 17 05 2022

**IREPA LASER**  
INSTITUT CARNOT MICA

**Mardi 17 mai 2022**

Paris – Maison de la RATP

JT INRS FABRICATION ADDITIVE - 17/05/2022



# Qui sommes nous?

IREPA LASER développe des **solutions de fabrication laser innovantes**, à destination des industriels et accompagne leur mise en œuvre opérationnelle sur le terrain.



**40** years of innovation for industry



**50** employees



**5** spin-offs

IREPA LASER  
INSTITUT CARNOT MICA

Membre **AddAGE**  
Fabrication Additive Alliance Grand-Est

Membre **FRANCE ADDITIVE**  
FILIERE IMPRESSION 3D



JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?

// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022

# Marchés

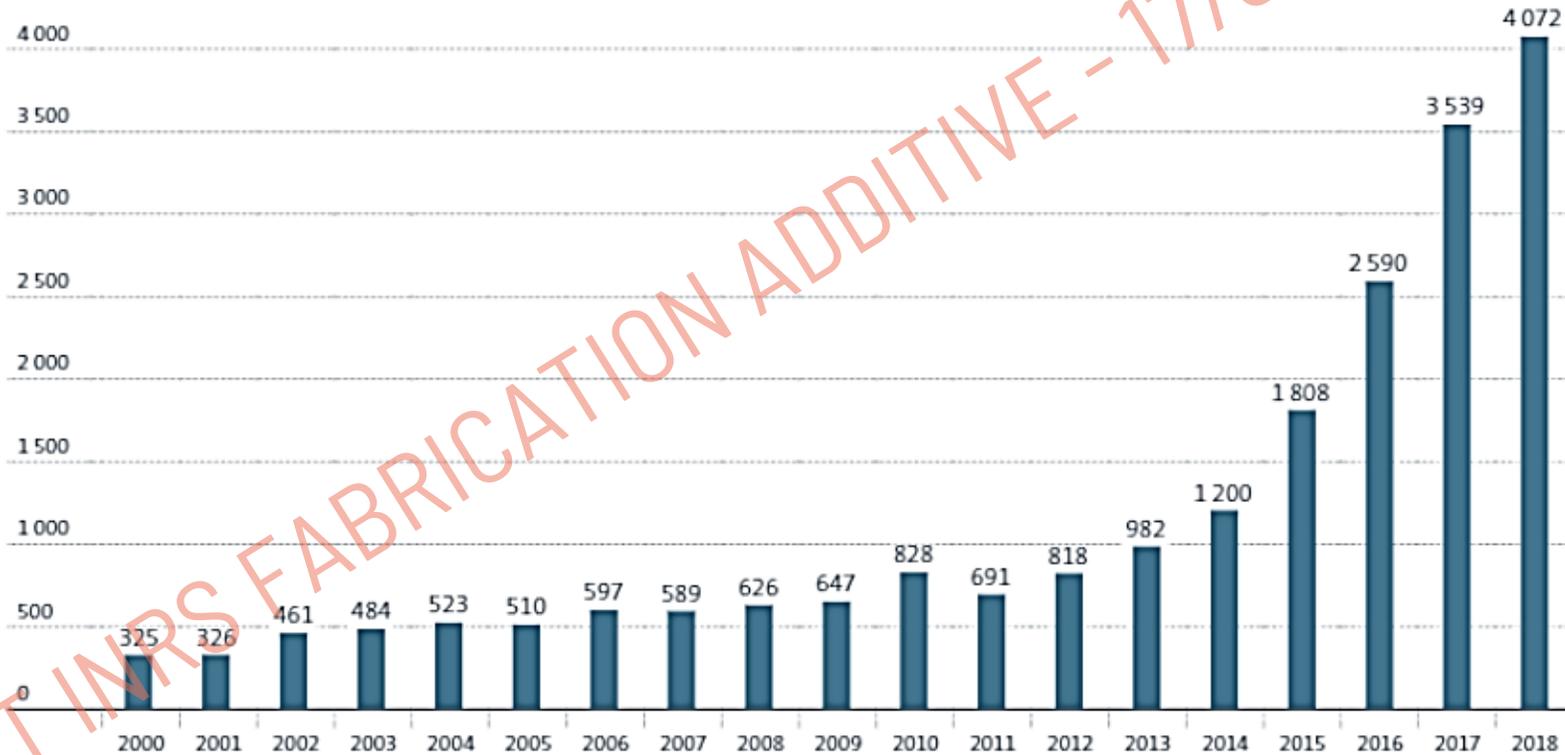




# Paysage brevets

- Évolution sur les 20 dernières années

Patent applications in AM technologies at the EPO, 2000-2018



Source : Patents and additive manufacturing

Source: European Patent Office

Trends in 3D printing technologies  
European Patent Office – 07/2020

# Quelques chiffres marché



Rang	Pays	Montant
1	ALLEMAGNE	1,3 Mds \$
2	USA	1,2 Mds \$
3	CHINE	1,1 Mds \$
4	FRANCE	489 M\$
5	UK	480 M\$
6	ITALIE	472 M\$
7	JAPON	354 M\$

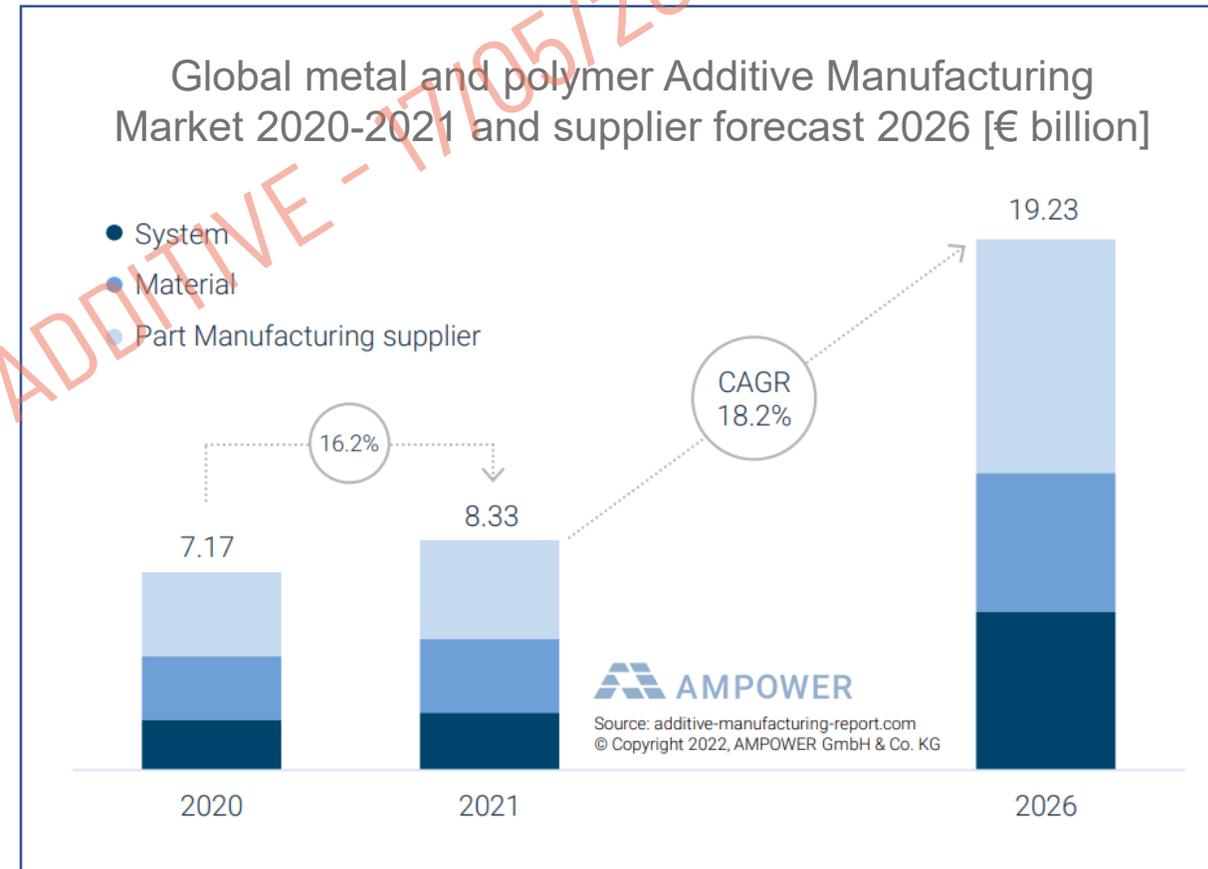
**France est le 7<sup>ème</sup> pays en terme de parc installé**

Source : Primante 3D janv 2020

IREPA LASER  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

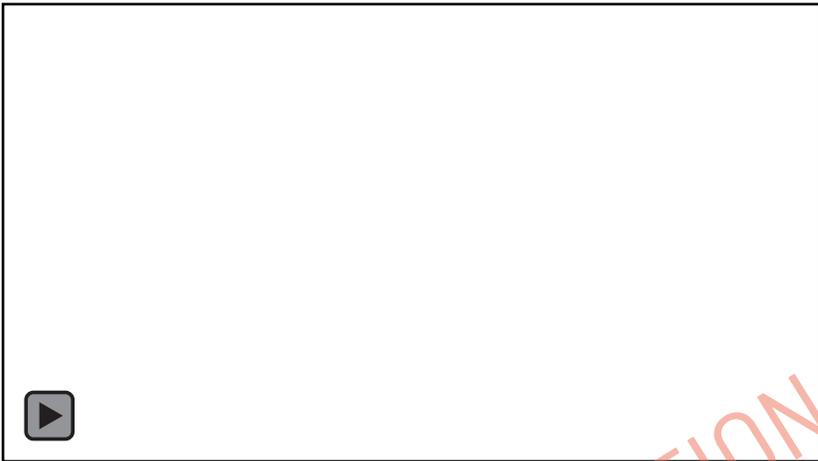
Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?



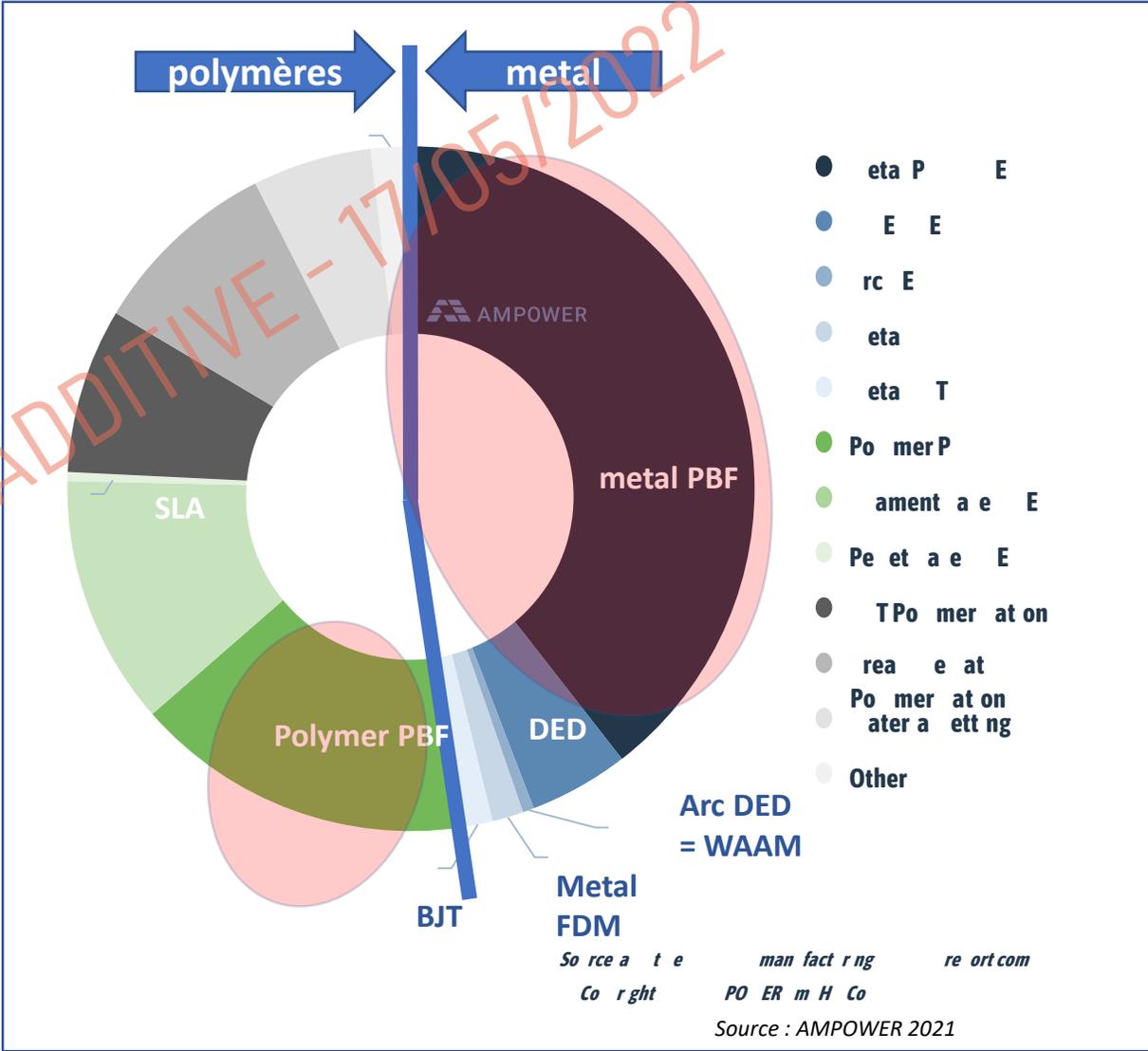
// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022

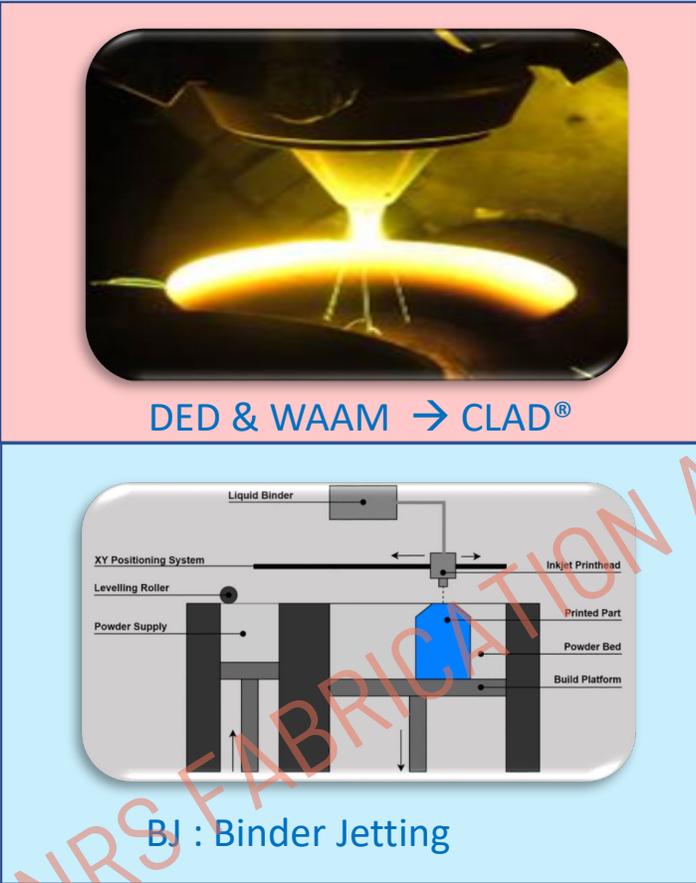
# Chiffre d'affaire 'systèmes' en 2021



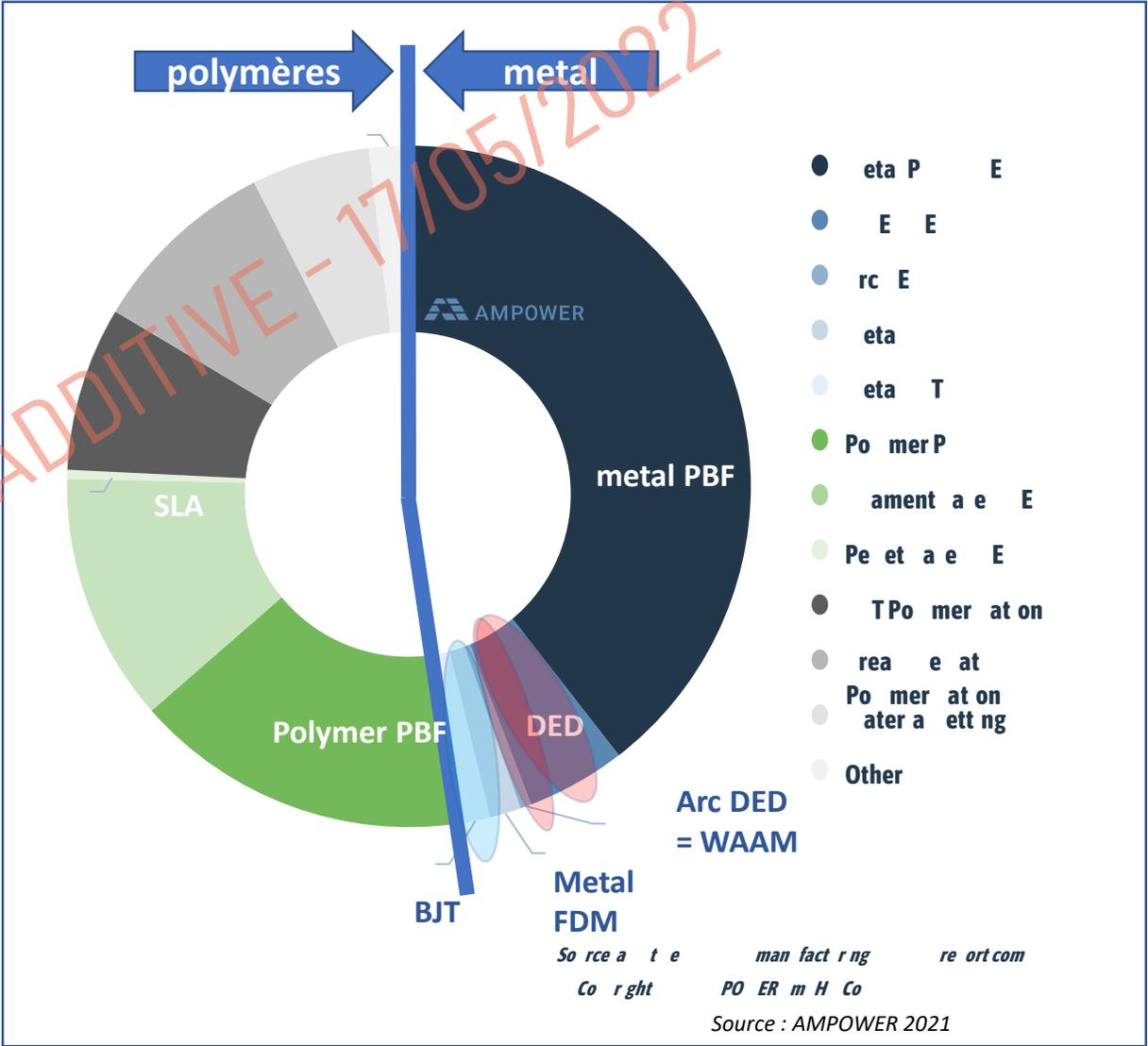
- **Marchés :**
  - PBF (métal et polymère) > 50%
  - Systèmes polymères global > 50%



# Chiffre d'affaire 'systèmes' en 2021



- **Marchés :**
  - DED : 5%
  - Métal autre que PBF : 7,5%



# Part des systèmes par marché en 2021



◆ Parts de marché:  
1: Industrie médicale



PRODWAYS GROUP



FABULOUS  
INNOVATIVE MATERIALS + 3D APPLICATIONS



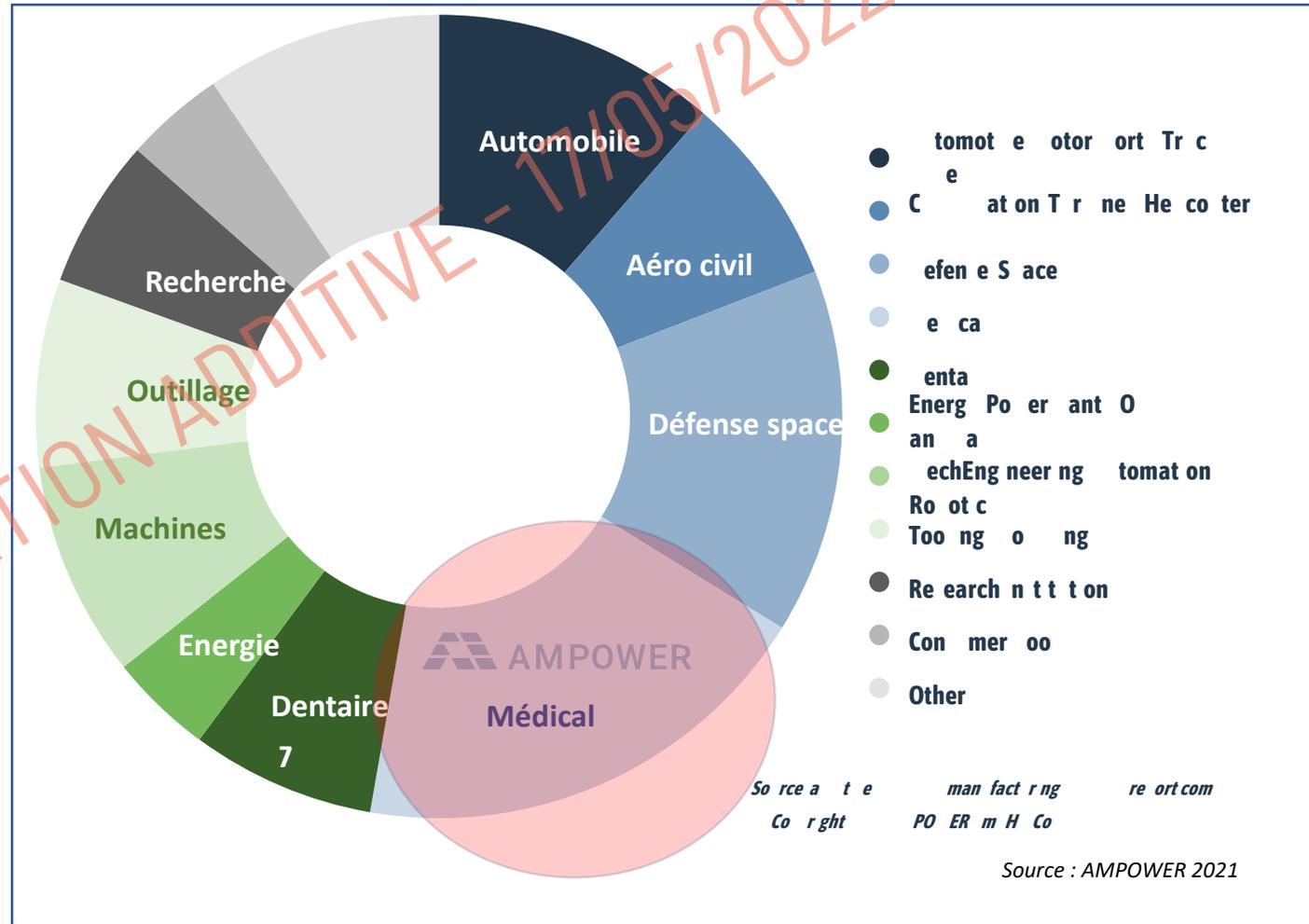
EOS



IREPA LASER  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?



// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

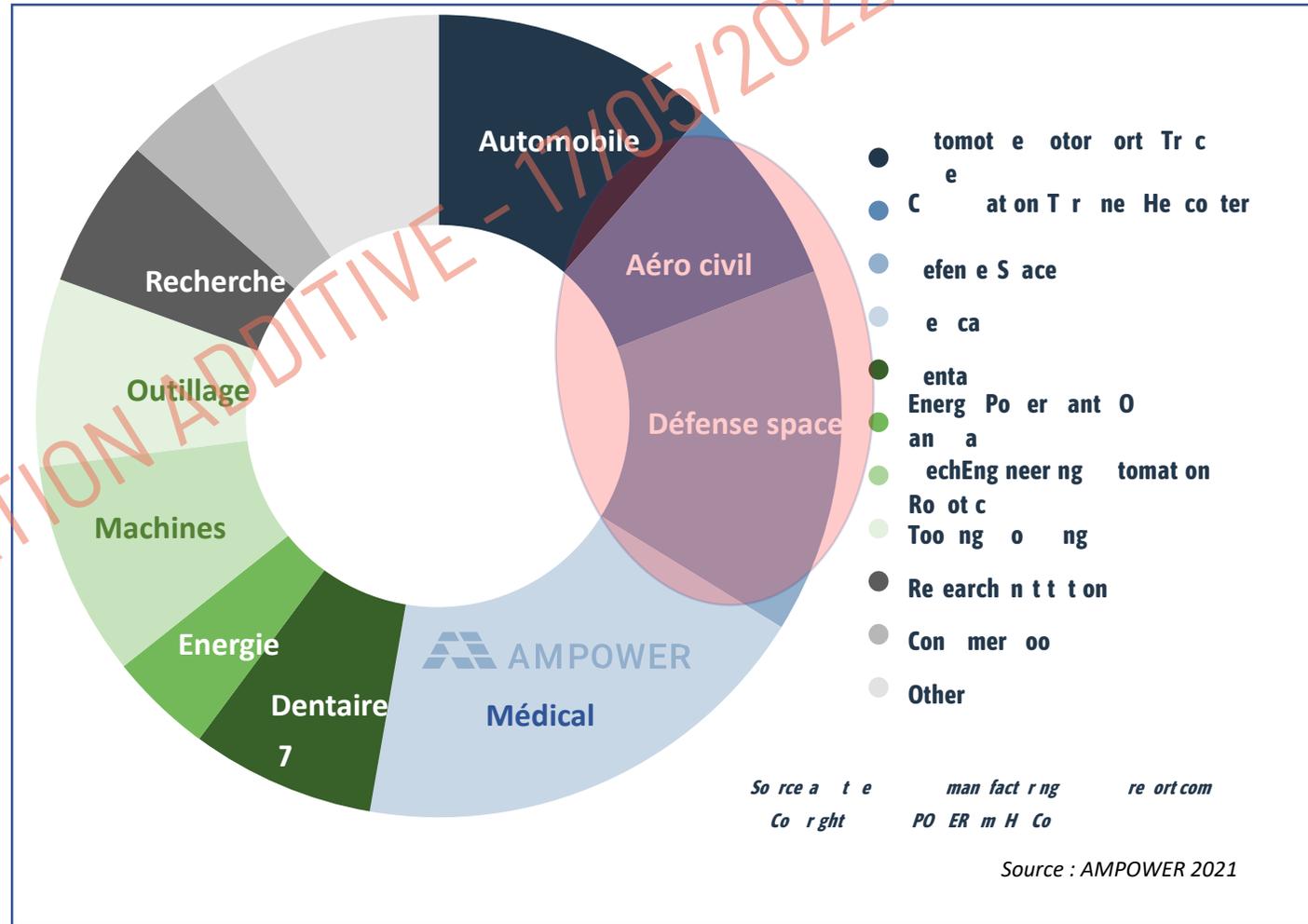
17-05-2022

# Part des systèmes par marché en 2021

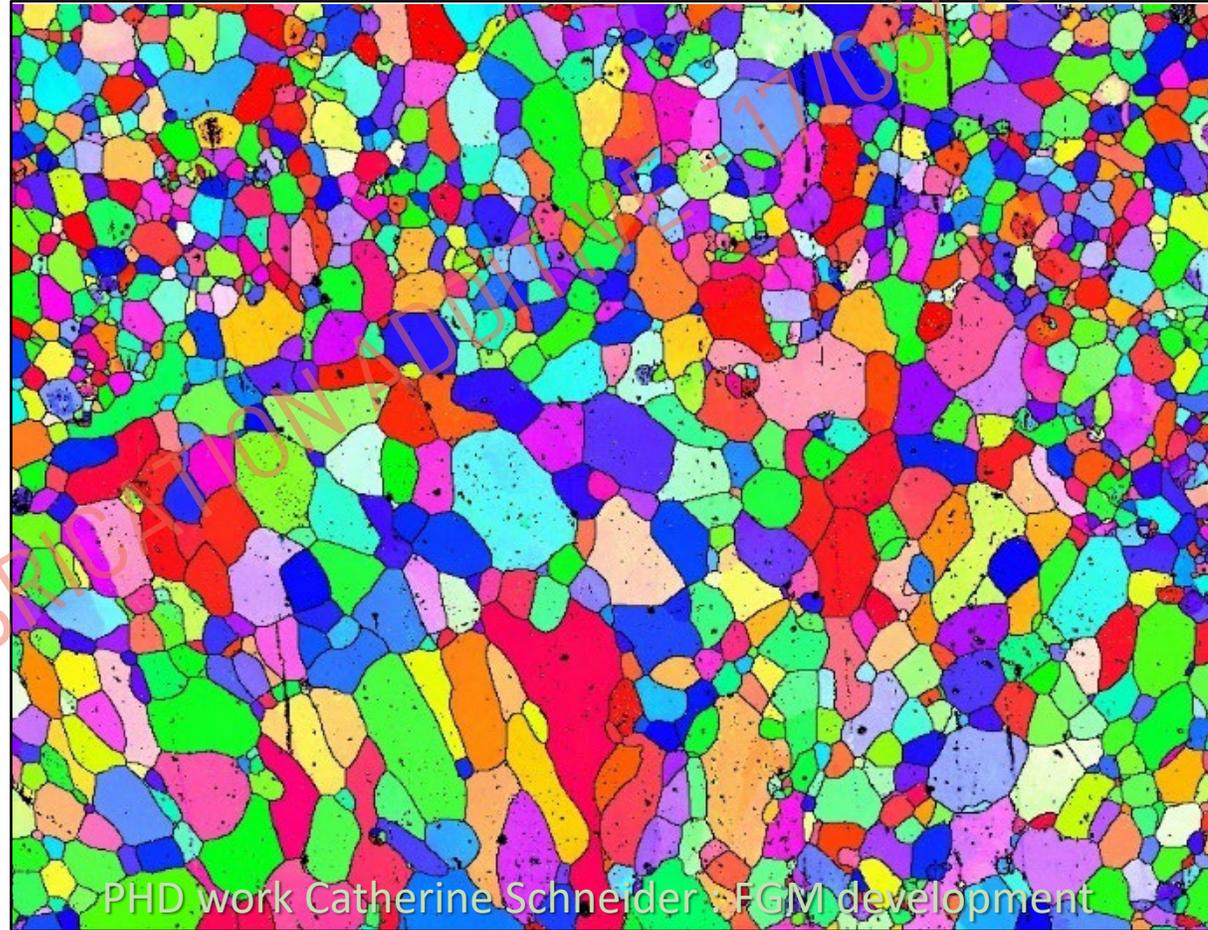


## ◆ Parts de marché:

- 1: Industrie médicale
- 2: Aéro & Espace



# Tendances et Evolutions



IREPA LASER  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?

PHD work Catherine Schneider : FGM development

// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022

# Tendances Matériaux



- Baisse du prix des matériaux
- Adaptation des compositions chimiques
  - Ex: nouveaux alliages d'aluminium: Scalmalloy, ...
  - Ex: fils spécifiques pour DED et WAAM
- Qualification des matériaux
  - Ex : AISI420 de Aubert & Duval par Volum-e
  - ...
- Et encore:
  - HEA : High Entropy Alloys?
  - Céramiques : développement avec PBF et DED
  - Nanomatériaux combinés/dispersés dans métaux?
  - Et bien sûr les Multimateriaaux ! (FGM)



# Tendances Logiciels



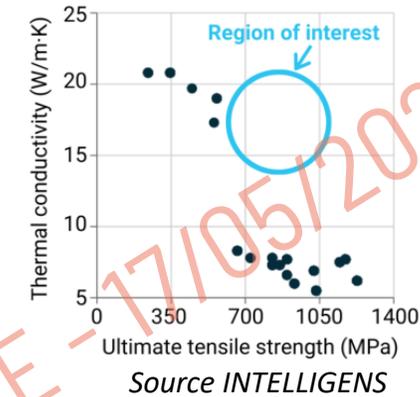
Tendances : traitement de la data + IA, ML

1/ intelligence embarquée

- À tous les niveaux de la chaîne de valeurs

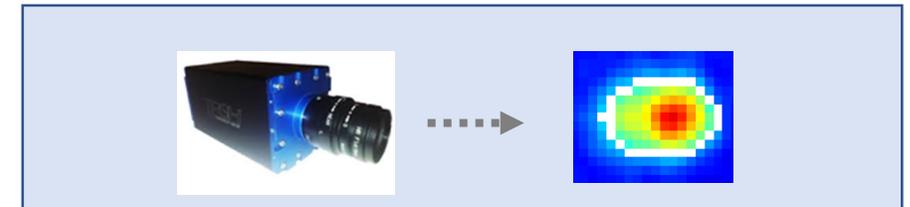


Source CDS



2/ integration contrôle procédé

- Traitement de données multiples et synchronisées



3/ pièce bonne du premier coup

- Simulation pour prédire le comportement de la pièce pendant la fabrication et les post traitements

# Tendance logiciels: modélisation et simulation



3/ pièce bonne du premier coup

- Jumeau numérique



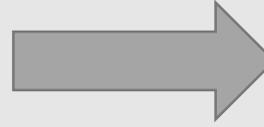
Simulation pour prédire le comportement d'ensemble de la pièce

➔ pendant la fabrication

➔ pendant les post-traitements

# Simulation thermomécanique à IREPA LASER

- DED-CLAD® = procédé thermique



PHD  
Vaibhav Nain

IREPA LASER  
developpement

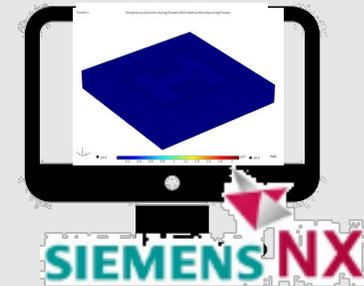
Modèle thermique

Modèle mécanique

Solution  
Partner  
Digital Industries  
Software

SIEMENS

Integration dans NX



- Réduction du temps de calcul de 10 (24 si les pieces dépassent 1m)
- 90% de précision conservée pour la prediction des déformations

IREPA LASER  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?

// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022

# Tendances et Evolutions des Technologies



SLM SOLUTIONS NXG XII 600  
600x600x600 mm<sup>3</sup> / 12x1kW



Additive Indus METALFAB-600  
600x600x1000 mm<sup>3</sup> / 10x 1kW



- 455x295x805mm
  - alliage de Titane
  - - 15% de matière
- Source Safran

# Tendances et Evolutions des Technologies



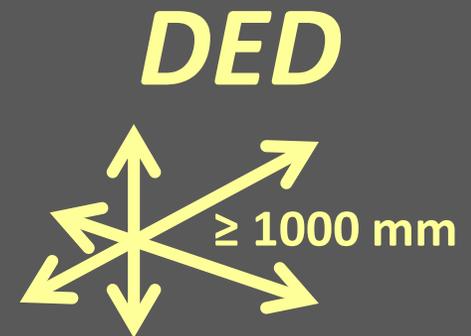
SLM SOLUTIONS NXG XII 600  
600x600x600 mm<sup>3</sup> / 12x1kW



Additive Indus METALFAB-600  
600x600x1000 mm<sup>3</sup> / 10x 1kW



- 455x295x805mm
  - alliage de Titane
  - - 15% de matière
- Source Safran



# Solution DED pour FA XXL



**PAM  
PROD**

**PAMPROD** (*Procédés Additive Manufacturing – Productivité*)

- PSPC soutenu par la BPI
- Coordonné par APERAM
- Partenaires : IREPA LASER, PRODWAYS, TPSH, ESTIA, IJL

❖ Architecture : Robot

■ Jusqu'à 5T et 5m

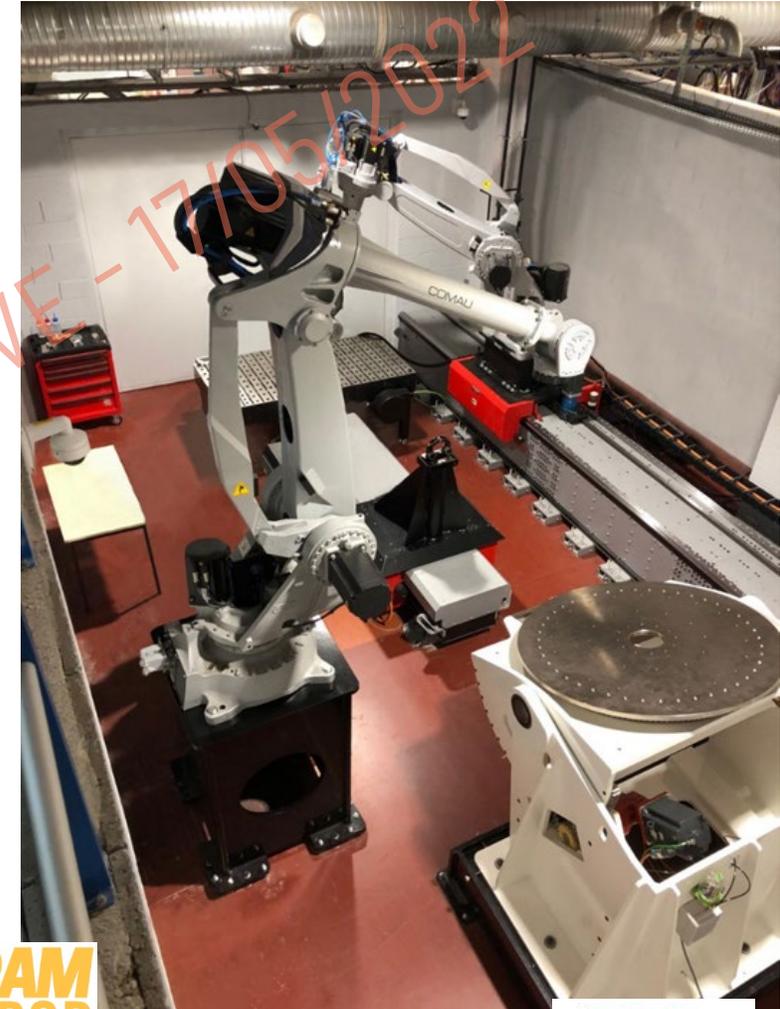
➔ Solution CNC (SIEMENS 840D)

- Direct control, 6-17 axes, monitoring, ...
- Environnement NX du CAD au CAM

**IREPA LASER**  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?



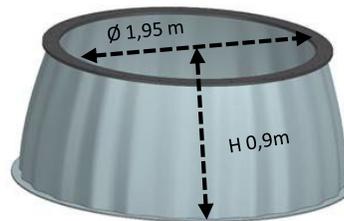
**PAM  
PROD**

Robot cell manufacturer: **VLM Robotics**

// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022

# Application



Part B  
430 Kg - 6 days



IREPA LASER  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?

// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022

PAM  
PROD

# Résultat



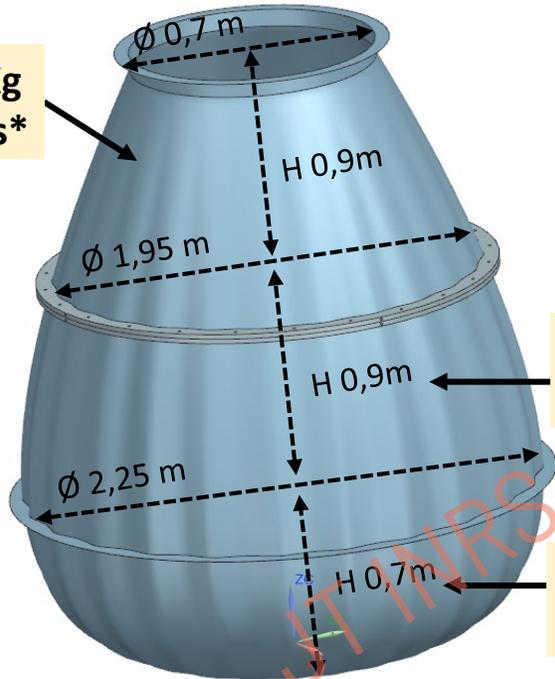
## Moule de rotomoulage

Dimensions :

- H : 2,6m
- $\varnothing$  : 2 m
- Poids : 1,5 To



330 Kg  
4 days\*



430 Kg  
6 days\*

440 Kg  
6 days\*

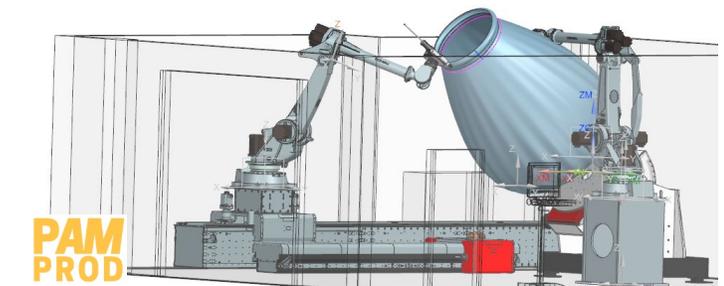
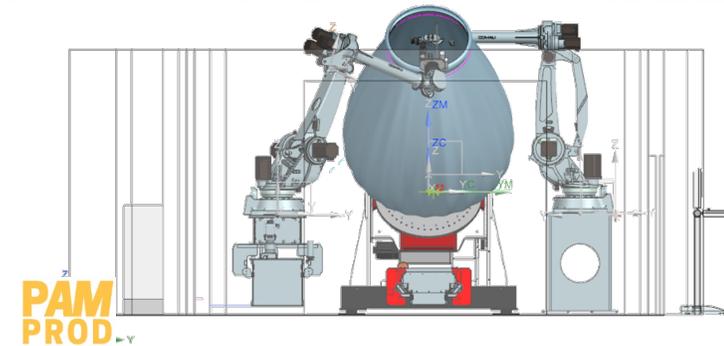
WLAM (Wire Laser Additive Manufacturing)  
= DED CLAD-w

- Épaisseur : 7-8 mm
- Matériau : 316 L

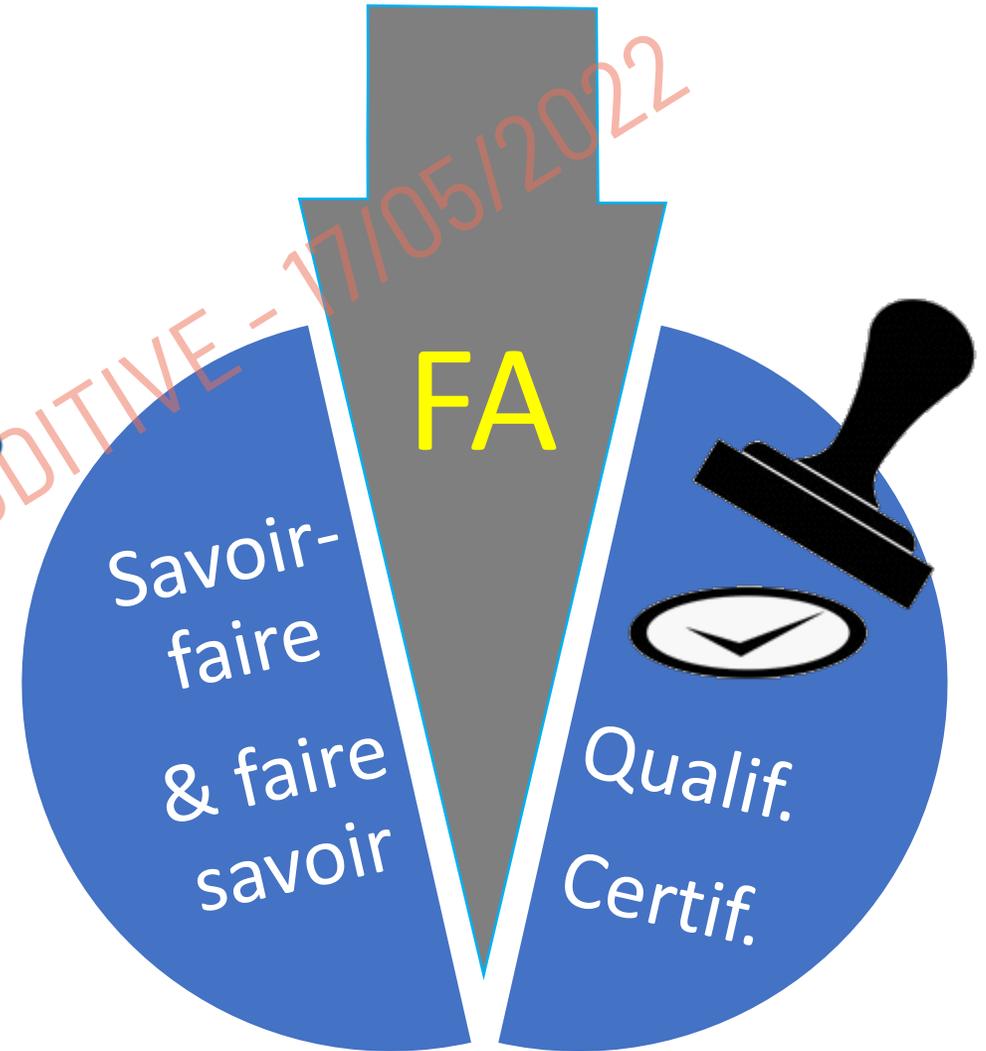
Aujourd'hui  
3,5 Kg/h



Demain  
8 Kg/h



# Et de nouveaux challenges nous attendent...



# Questions ?



**IREPA LASER**  
Parc d'Innovation - Pôle API  
320, bd Sébastien Brant | 67400 ILLKIRCH - FRANCE

[www.irepa-laser.com](http://www.irepa-laser.com)



**Didier BOISSELIER**  
[db@irepa-laser.com](mailto:db@irepa-laser.com)

**IREPA LASER**  
INSTITUT CARNOT MICA

JOURNÉE TECHNIQUE INRS

Fabrication additive : Comment construire une prévention adaptée ?

// Marchés et évolutions des technologies de fabrication additive //

17-05-2022