



**Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées**

Exemples concrets de fabrication hybride en fabrication L-PBF

Antoine Vezirian – Ingénieur d'Etudes

antoine.vezirian@uttop.fr

+33 6 45 79 37 98

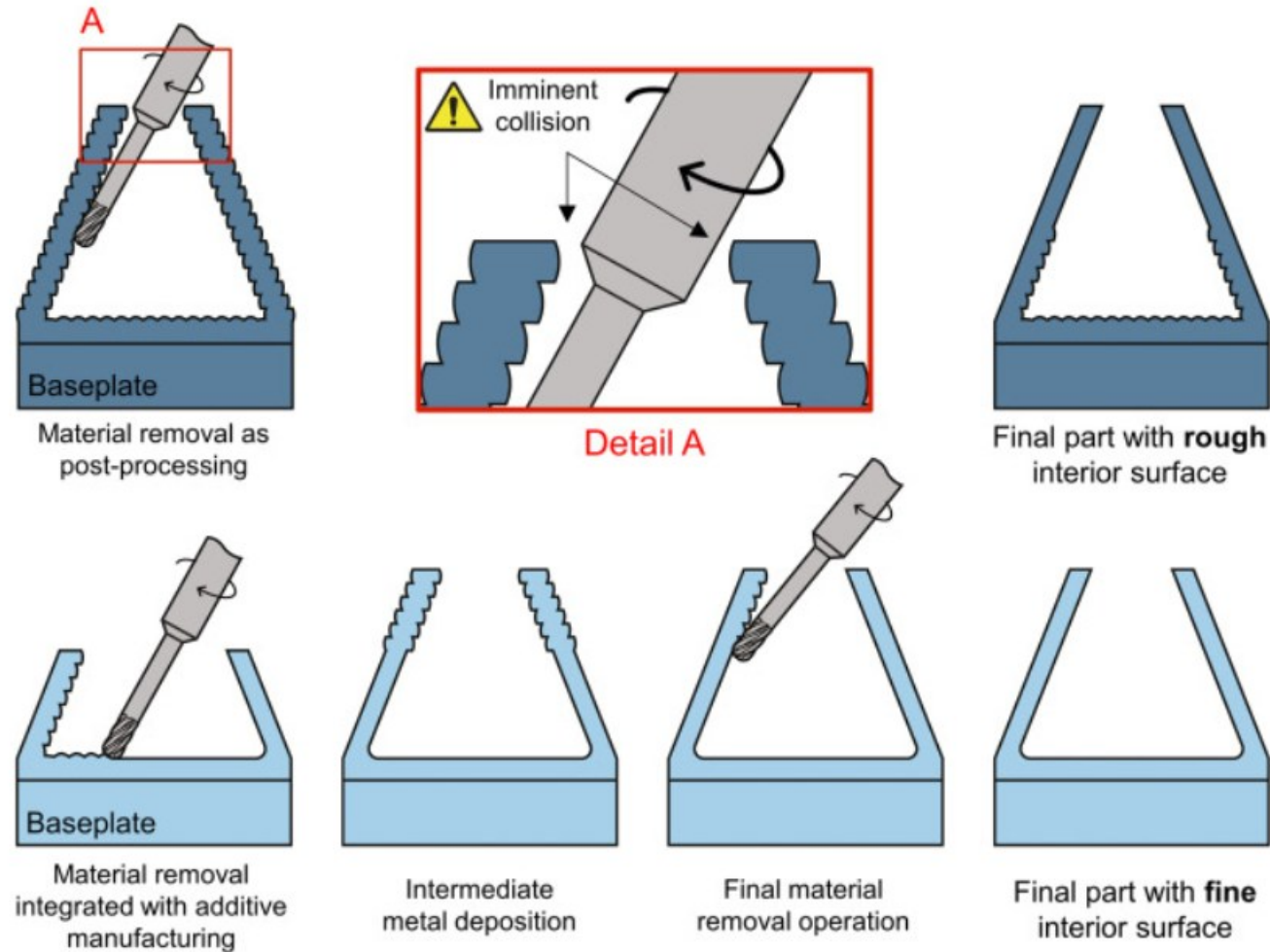
01

Introduction



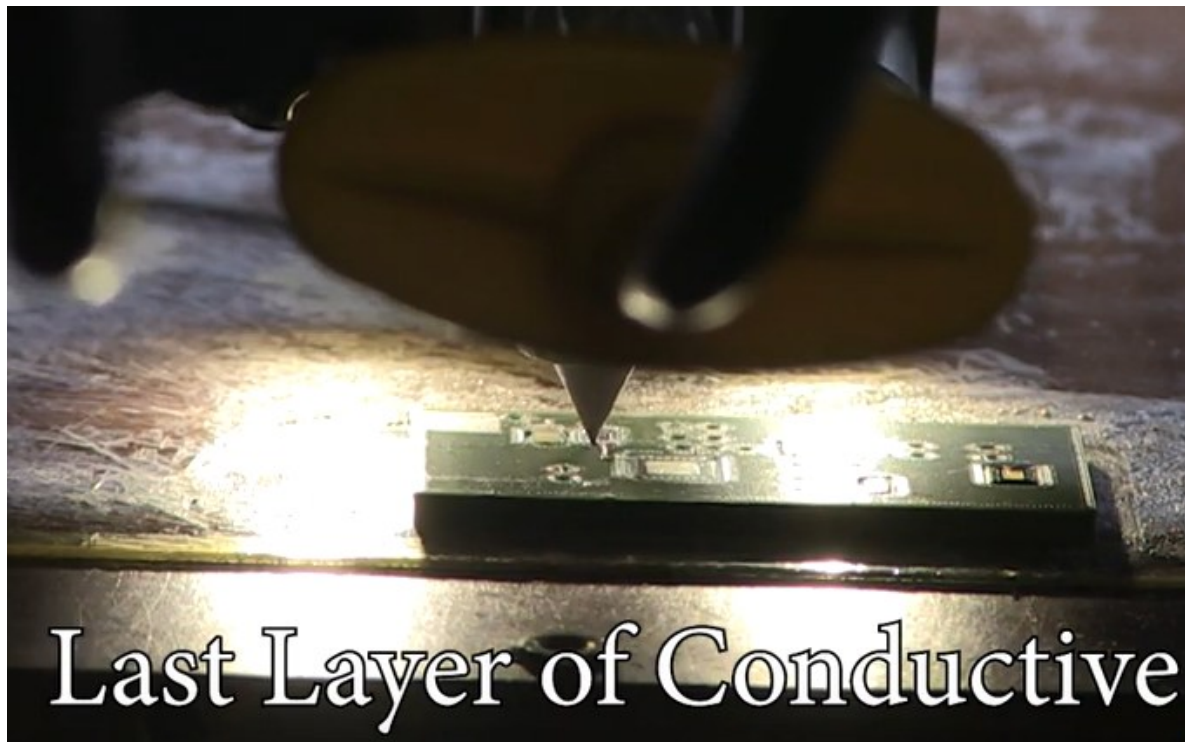
Introduction Fabrication HYBRIDE

Procédé de fabrication qui combine une technique de **fabrication additive** et une ou plusieurs techniques de **fabrication soustractive** au sein d'un même système, ou d'un même cycle de fabrication, afin de tirer parti des avantages combinés de chaque approche



Exemple de fabrication hybride :

Capteur CO2 par la société Sciperio : https://www.youtube.com/watch?v=g6z_n2ulBs4



Exemple de fabrication hybride :

Vidéo de machine hybrid DED/Usinage de la société DMG Mori:
<https://www.youtube.com/watch?v=ns7ueg2fSmM>



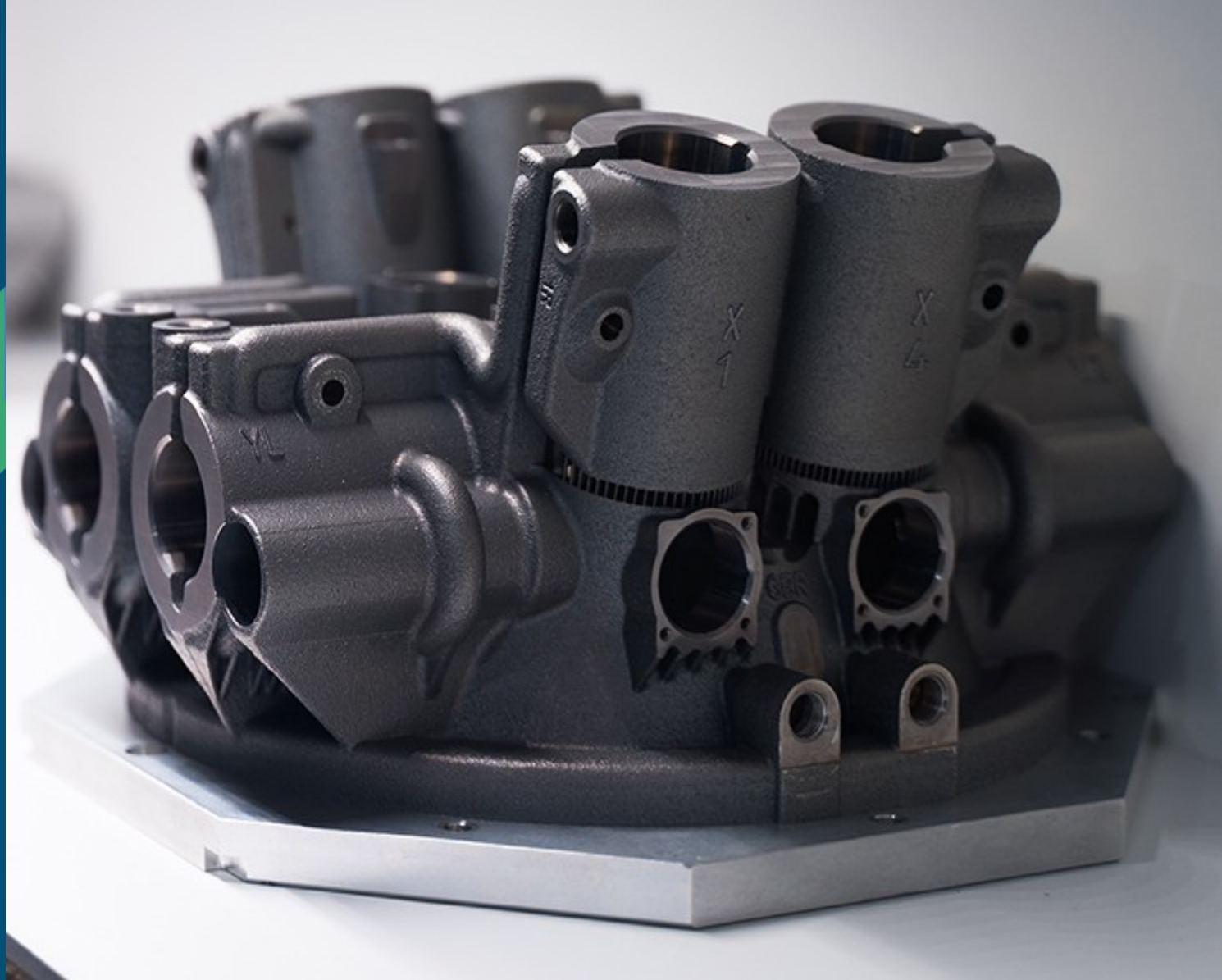
Exemple de fabrication hybride :

Vidéo de machine hybrid LPBF/Usinage de la société Matsuura:
<https://www.youtube.com/watch?v=wkJocCxX0Q4>



02

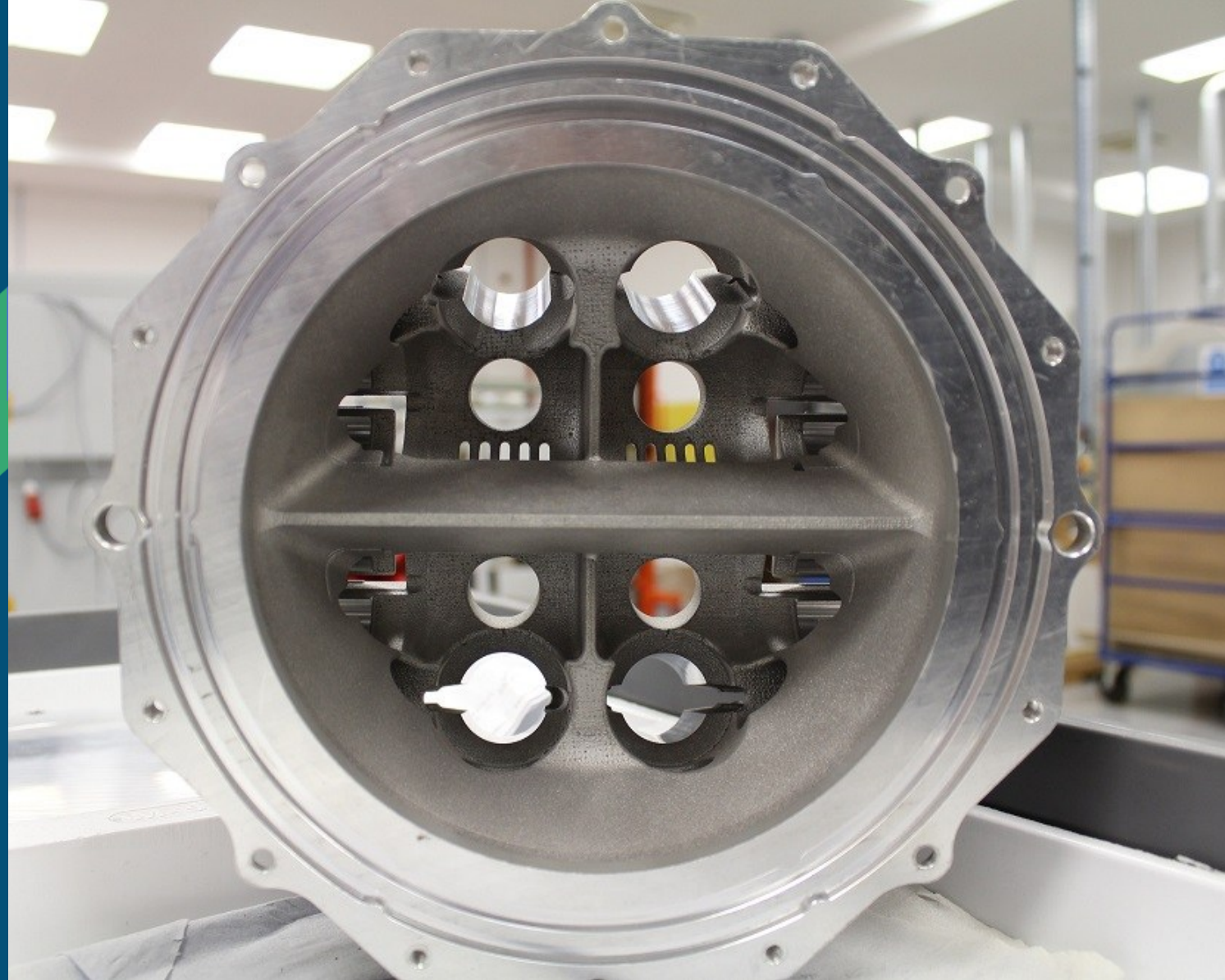
Fabrication hybride avec machine PBF-L/M



Bloc galvanométrique imprimé par Renishaw

02

Fabrication hybride avec machine PBF-L/M



Bloc galvanométrique imprimé par Renishaw

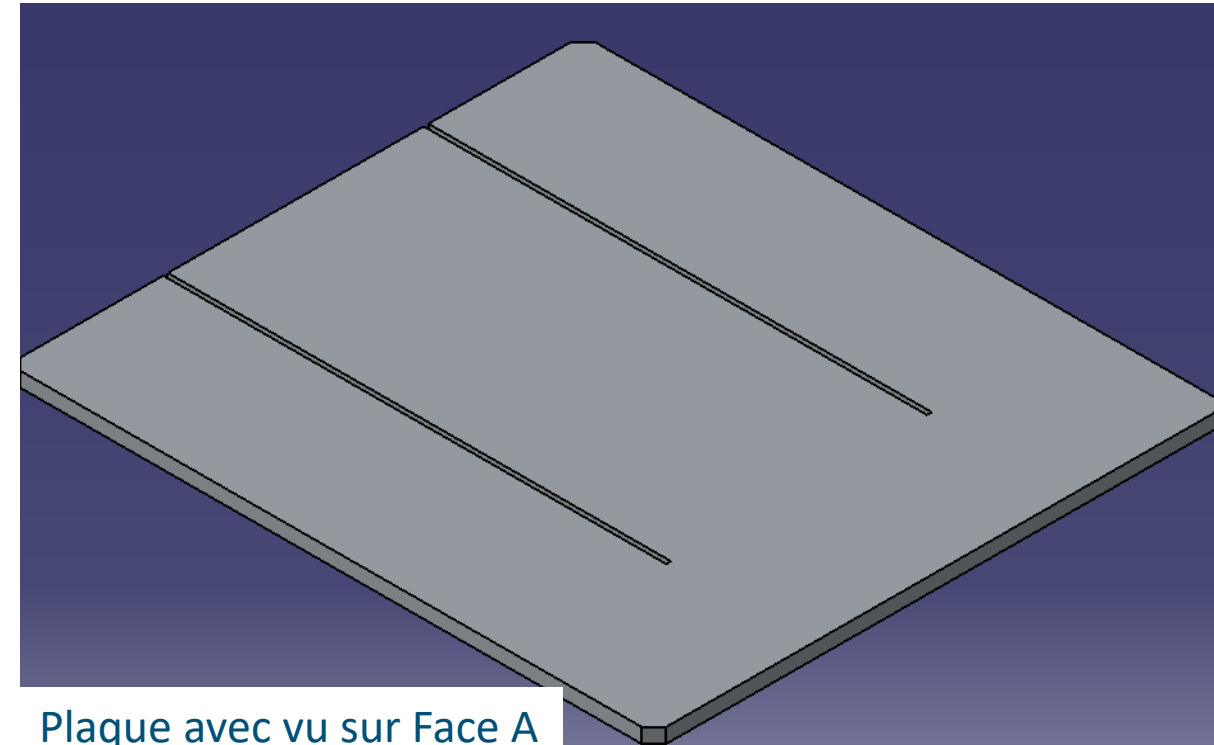
Exemple Evaporateur Labo

Contexte Evaporateur :

- **Définition** : Echangeur de chaleur transformant un liquide en vapeur.
- **Complexité** : Fonte du matériau si évaporation non maîtrisée.

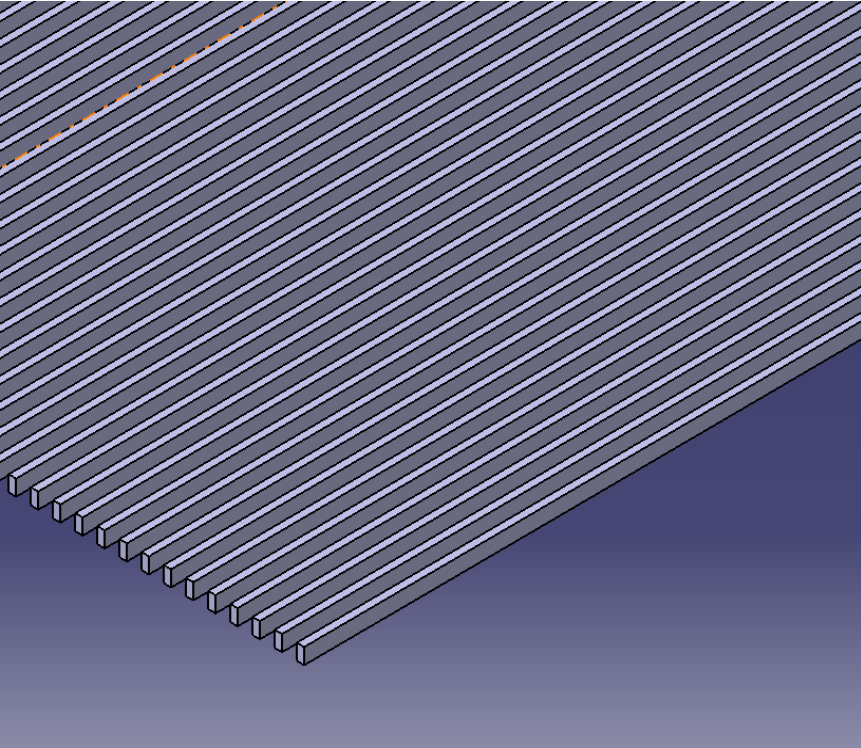
Cahier des charges

- **Dimensions** : 100 mm x 80 mm x 3 mm
- **Matériau** : Conducteur
- **Propriétés de surface** :
 - Face A : Surface très lisse (finition type usinage ou polissage) avec insert pour outil de mesures
 - Face B : Surface texturée permettant l'évaporation
- **Contraintes de fabrication** : Budget limité



Plaque avec vu sur Face A

Exemple Evaporateur Labo

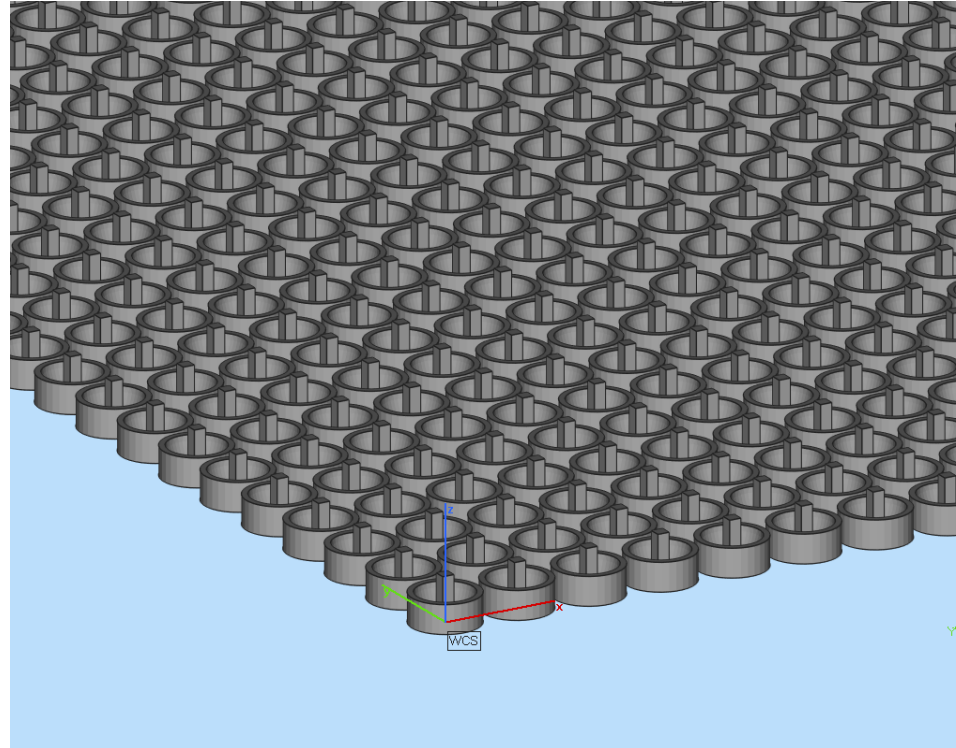


Texturation : Design 1

Longueur : 80 mm

Largeur : 200 μm

Hauteur : 420 μm



Texturation : Design 2

Surface texturée
réalisable uniquement
par FA mais trop cher.

Surface lisse uniquement
réalisable par usinage

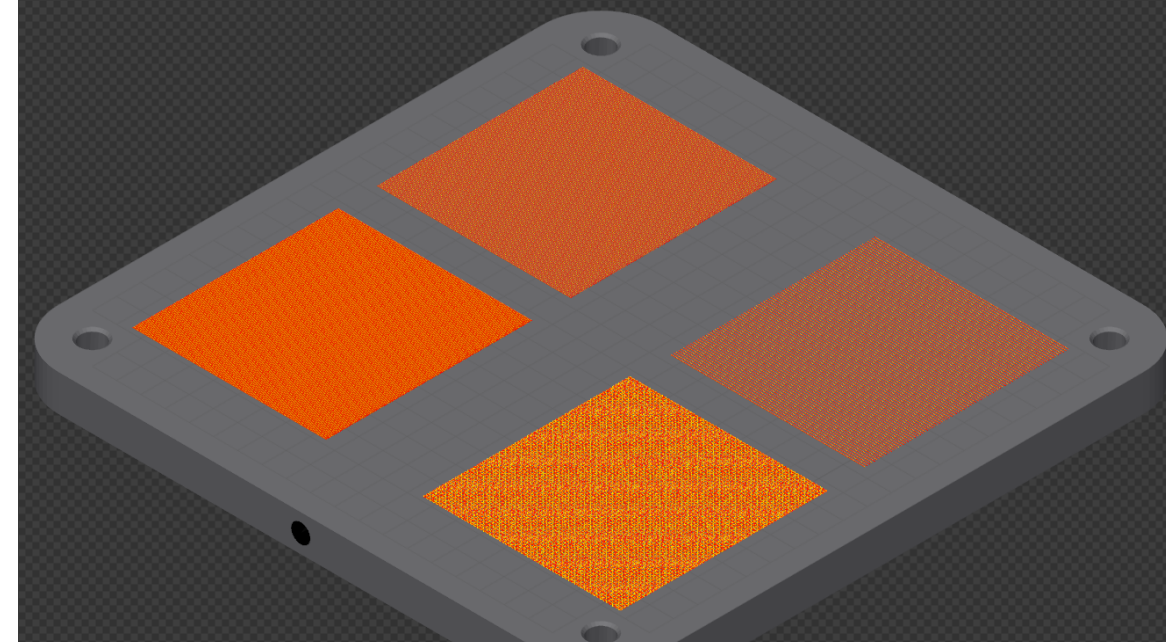
Exemple Evaporateur Labo

Conception hybride

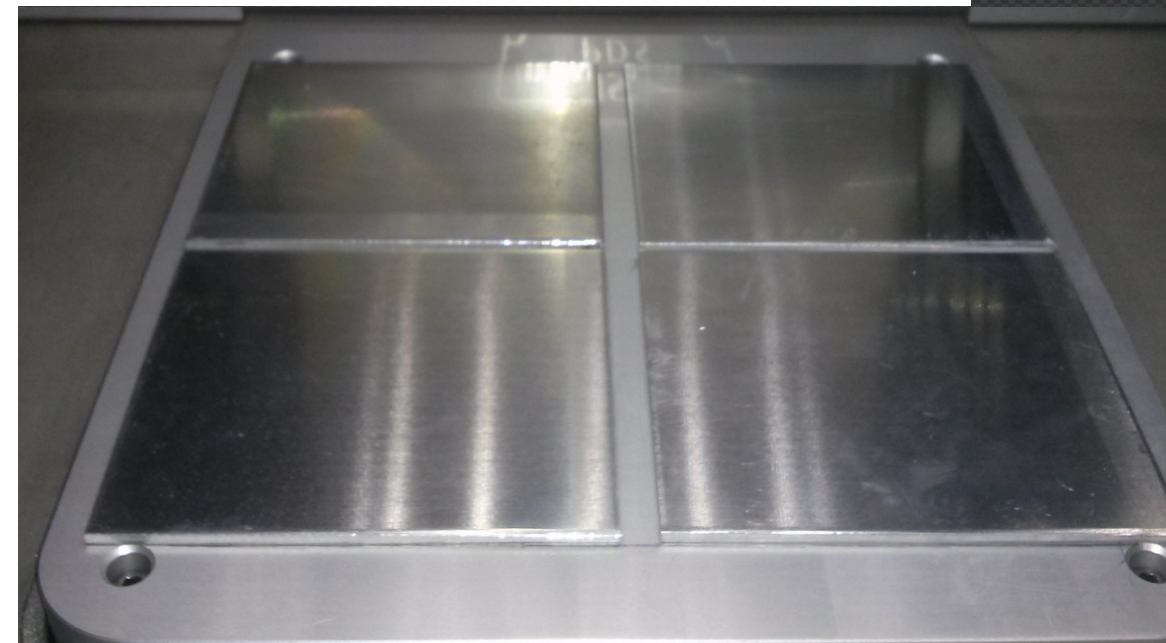
- Etape 1 : Obtention des plaques par usinage
 - Permet d'obtenir la rugosité lisse de la Face A
- Etape 2 : Texturation par FA LPBF
 - Réutilisation des plateaux
 - Production de 4 plaques en 1h
 - Réutilisation des consommables
 - Limitation des coûts globaux

Problématique :

- Comment tenir la plaque pendant l'impression ?
 - Usinage dans le plateau ?
 - Collage ?

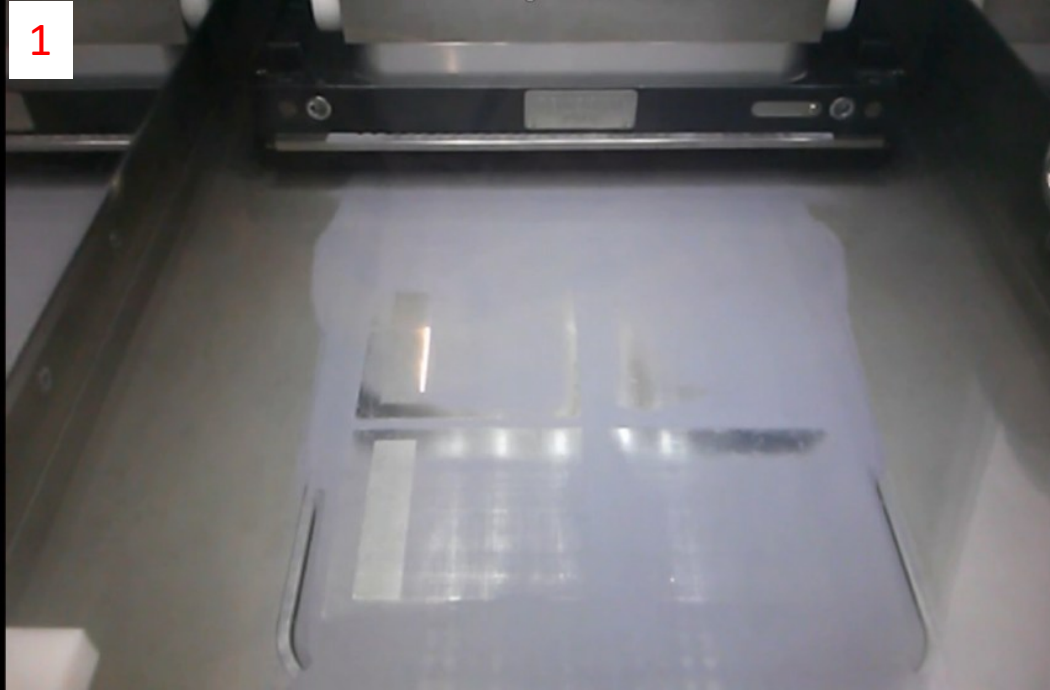


Préparation du plateau sur le logiciel de slicing



Plateau de fabrication avec plaques collées

1



2



Décollement de la plaque inférieure gauche

3



Décollement de la plaque supérieure droite

4

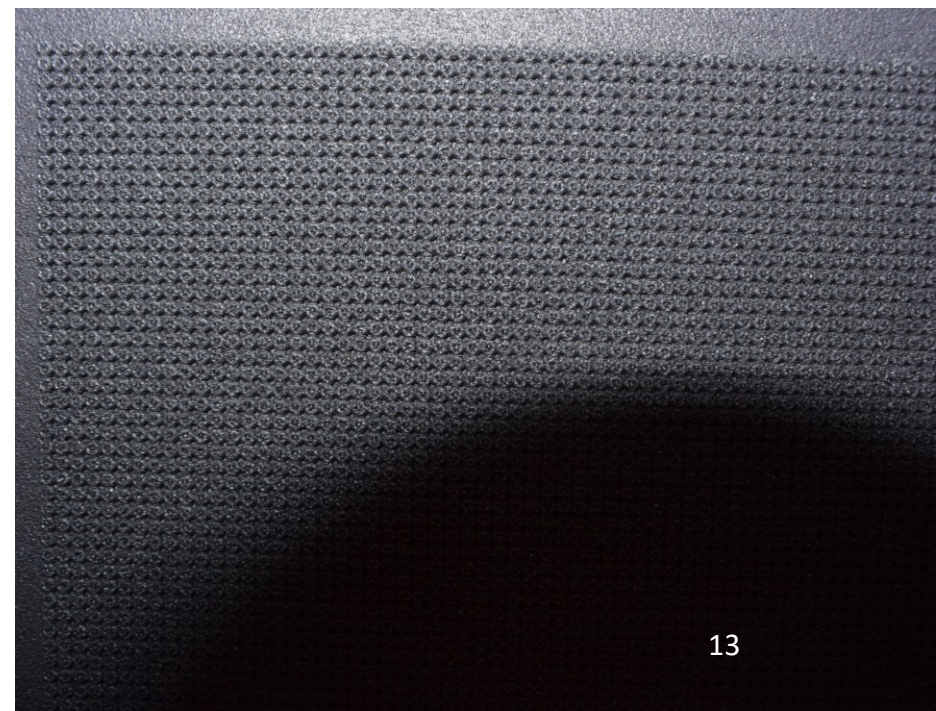
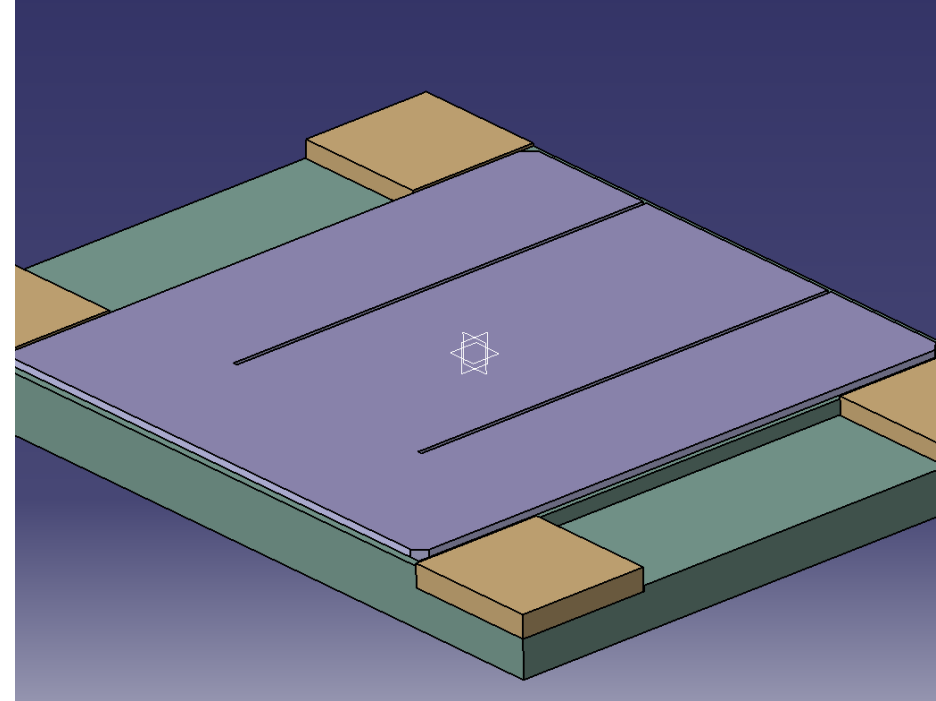


Décollement de la plaque inférieure droite

Exemple Evaporateur Labo

Solution finale :

- Impression d'un plateau avec montage de polissage sur-mesure



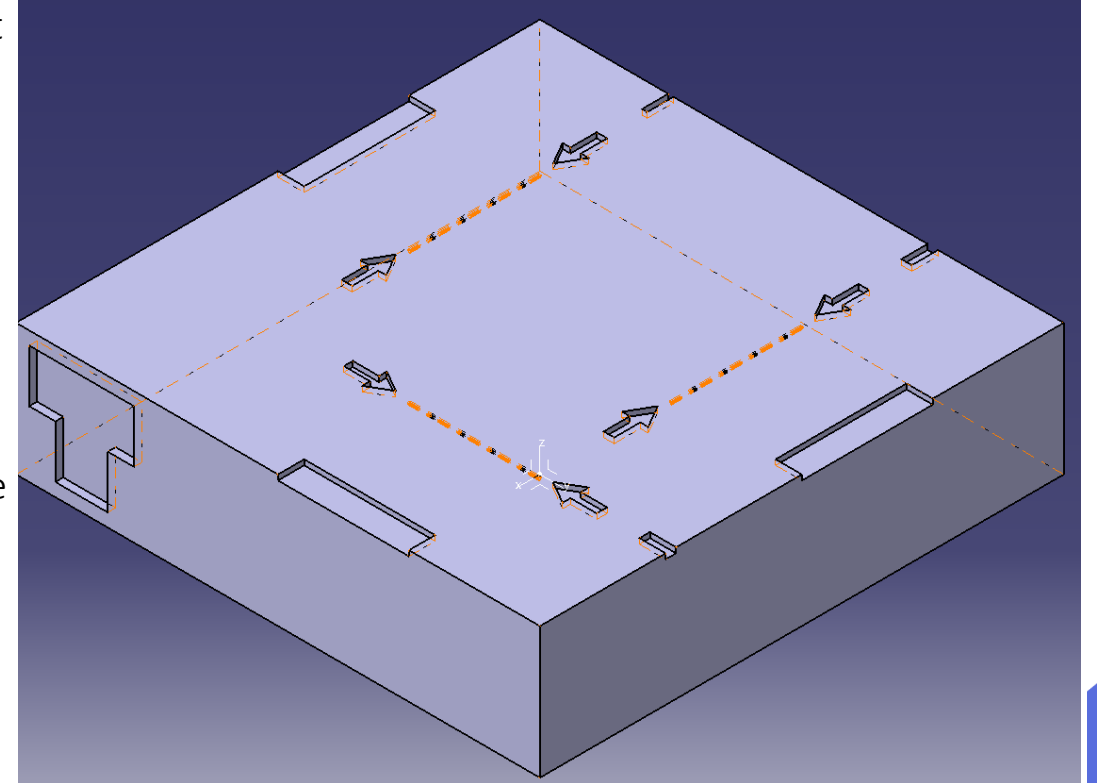
Exemple Bi-matériau

Contexte :

- **Objectif** : Tester la fiabilité de l'appareil de mesure sur une pièce dont le défaut est connu et maîtrisé.
- **Complexité** : Impossibilité de créer un défaut avec le procédé initial.

Cahier des charges :

- **Pièce principale**:
 - Matériau : Acier fourni par le client
 - Forme et dimension : Suffisant pour accueillir l'outil de mesure
- **Défaut intégré** :
 - Matériau : Alumine
 - Dimension : Barre de section carré 50x50 μm
 - Profondeur d'intégration : 100 μm sous la surface
 - Doit être identifiable après fabrication
- **Contrainte de fabrication** : Quantité de matériau limité



Exemple Bi-matériau

Problématique:

- 1. Problème de design (barre de 50 μm)
 - Le logiciel de conception efface le élément de 50 μm , le considérant comme un défaut.
 - Diamètre focal laser de 70 μm
 - Rugosité des parois ($S_a > 15 \mu\text{m}$)
 - Granulométrie de la poudre d'alumine (15-45 μm)
- 2. Comment fabriquer la pièce avec le peu de poudre disponible ?
 - Pour remplir une machine il faut 50 kg d'acier mais seulement 1 ou 2 kg disponible
- 3. Comment intégrer la poudre d'alumine ?



Module RBV de la Renishaw

Exemple Bi-matériau

Procédure de la solution hybride :

- Mise en pause de la production à la couche 197.
- Ouverture de la porte de la chambre.
- Dépose d'un peu de poudre d'alumine
- Fermeture de la chambre de fabrication.
- Redémarrage de la production à la couche 198.

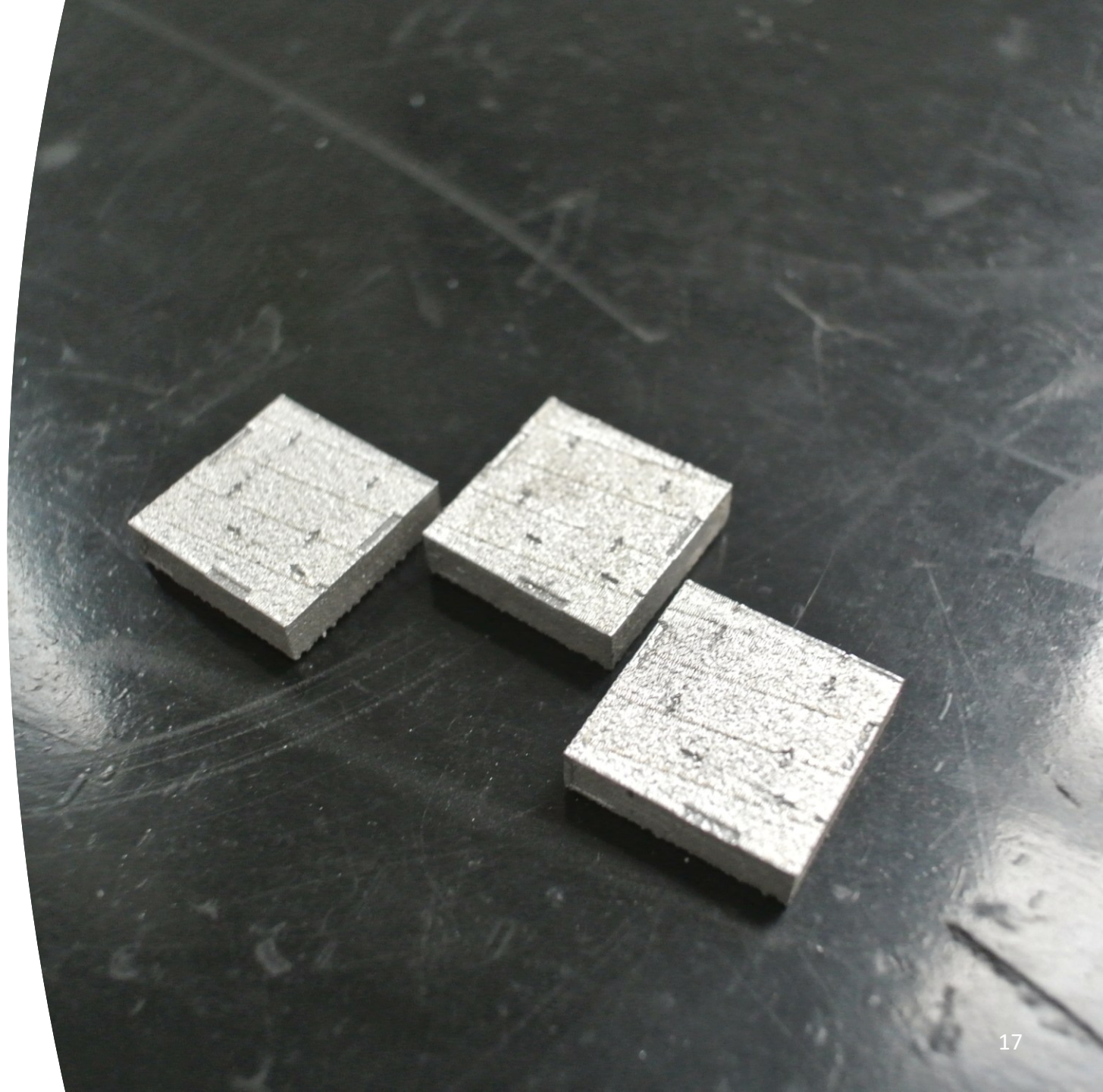


Exemple Bi-matériau

Difficultés :

- **1. Durée du processus de production**
 - Le processus a pris plus de demi-journée, bien que la pièce soit petite est aurait pu être imprimée en 30 minutes.
- **2. Contamination de la poudre**
 - La poudre utilisée dans le lit a été contaminée par l'alumine lors du processus d'insertion.

Conclusion : C'est possible !





Université
de Technologie
Tarbes
Occitanie Pyrénées

Merci pour votre attention

Antoine Vezirian

antoine.vezirian@uttop.fr

+33 6 45 79 37 98