

- **Nom Prénom :**
Cerutti Xavier

- **Présentation de votre parcours/profil**

Ingénieur en mécanique-matériaux, j'ai ensuite réalisé un doctorat en mécanique numérique et matériaux au Centre de Mise en Forme des Matériaux (Mines-ParisTech). Ces travaux de doctorat ont porté sur le développement d'un outil numérique permettant de prédire les erreurs dimensionnelles et géométriques liées à la redistribution des contraintes résiduelles pendant l'usinage de grandes pièces aéronautiques en alliage Al-Cu-Li et permettant donc l'optimisation du procédé de fabrication. J'ai ensuite réalisé un court postdoctorat à l'Institut Pascal (IFMA) sur les mêmes thématiques et effectue actuellement un postdoctorat au sein du laboratoire SIMAP, sur la fabrication de pièces texturées en alliages métalliques amorphes par injection directe.

- **Titre de mon sujet**

Architecturation d'alliages métalliques amorphes par injection directe

- **Court résumé**

Les alliages métalliques amorphes (verres métalliques), sont des alliages métalliques dotés d'une structure amorphe. Cette structure amorphe est généralement obtenue par un refroidissement très rapide de l'alliage depuis son état fondu, l'empêchant ainsi d'évoluer vers sa structure d'équilibre (structure cristalline) et lui conférant alors des propriétés exceptionnelles (mécaniques, résistance à la corrosion, conductivités thermique et électrique, magnétiques). Ces matériaux présentent donc un fort potentiel industriel, particulièrement dans le domaine des micro-pièces où de telles propriétés sont impossibles à obtenir avec des alliages métalliques cristallins, dont les propriétés deviennent difficiles à maîtriser quand la taille des pièces (ou de certaines parties des pièces) se rapproche de la taille de grain.

De plus, les alliages métalliques amorphes présentent d'importantes capacités de moulage depuis l'état liquide (retrait à la solidification isotrope et plus faible que les alliages cristallins). Ils sont donc particulièrement adaptés à la fabrication de pièces de petites tailles et de géométries complexes par injection directe (procédé spécifique développé au sein du SIMAP depuis plusieurs années).

Afin de tirer profit au maximum des propriétés des alliages métalliques amorphes, deux principaux axes de recherche sont étudiés :

- L'architecturation de surfaces de pièces en alliages métalliques amorphes par injection directe.
- La fonctionnalisation de pièces en alliages métalliques amorphes par positionnement optimisé d'inserts lors de l'injection directe.

- **Présentation plus détaillée**

Il existe aujourd'hui un fort intérêt pour l'architecturation des alliages métalliques, notamment en surface, permettant ainsi d'obtenir des propriétés tribologiques, optiques, de mouillabilité ou encore esthétiques, spécifiques.

L'objectif est donc d'utiliser le procédé d'injection directe pour fabriquer de petites pièces en alliages métalliques amorphes avec une texturation de surface intégrée. Ceci

permettrait d'offrir une solution alternative aux procédés couramment utilisés pour réaliser de la texturation de surfaces (usinage, laser, thermoformage) et qui sont peu adaptés à une production industrielle (lenteur, difficulté à contrôler la stabilité thermique des alliages, coûts,...).

Dans le cas de la fabrication par injection directe, la texturation de surface intervient en fin d'injection. L'alliage liquide est alors en contact avec un moule beaucoup plus froid que lui et est donc refroidi. La viscosité des alliages métalliques amorphes est très dépendante de la température et varie de manière continue et très rapide au cours de l'injection, passant d'environ 1 Pa.s aux alentours de la température de fusion jusqu'à 10^{12} Pa.s aux alentours de la température de transition vitreuse. La difficulté réside alors dans la maîtrise des écoulements et du refroidissement de l'alliage tout au long de l'injection pour permettre un refroidissement de l'alliage suffisamment rapide pour lui conférer une structure amorphe mais pas trop rapide pour permettre la texturation.

La fabrication de telles pièces nécessite donc une compréhension détaillée du procédé en vue de son optimisation. Pour répondre à ce besoin, la mise en place de modèles numériques (logiciel de calcul de dynamique des fluides) est nécessaire afin d'assurer une bonne maîtrise des écoulements et des vitesses de refroidissements de l'alliage liquide pendant l'injection. Ces modèles numériques sont calibrés par comparaison avec des essais expérimentaux d'injection et permettront par la suite de prédire précisément le comportement de l'alliage liquide pendant l'injection et serviront pour la conception de moules optimisés.

Un autre centre d'intérêt concerne la possible fonctionnalisation des pièces injectées par introduction d'inserts, qui permettraient d'obtenir des propriétés adaptées aux différentes zones fonctionnelles des pièces. Cette introduction d'inserts augmente cependant la complexité du procédé et donc la nécessité de le maîtriser parfaitement. Des moules permettant la mise en place d'inserts tout en assurant un bon écoulement de l'alliage et "l'emprisonnement" de ceux-ci lors de l'injection doivent donc être conçus. La modélisation du procédé sera donc là aussi utilisée pour optimiser le procédé, mais aussi pour étudier les dilatations thermiques et les contraintes mécaniques résultantes dans la pièce et dans les inserts et donc s'assurer de la bonne tenue mécanique des inserts.

Ce travail permettra donc d'obtenir des modèles numériques prédictifs permettant l'optimisation du procédé d'injection et l'obtention de pièces métalliques amorphes avec une texturation de surface et/ou une fonctionnalisation de certaines zones par placement d'inserts.

- ***Linkedin***

<https://fr.linkedin.com/in/xavier-cerutti-353b386a>