



*Des nouveaux métaux plus performants que les métaux industriels et qui se moulent comme du plastique*

## ENTREPRISE

Plus résistant que du métal / se moule comme du plastique ! VULKAM industrialise les métaux amorphes (souvent appelés verres métalliques) : Des propriétés extrêmes couplées à une capacité de mise en forme hors du commun.

VULKAM propose:

1. D'adapter la formulation du métal aux besoins industriels:
  - Un important travail de développement d'alliages permet de proposer des formulations avec des limites élastiques très élevées et comprises entre 1500MPa et 3000MPa (pour mémoire les alliages de Titane sont limités à 850MPa)
  - Un procédé de coulée semi-continu a été développé et breveté pour être en mesure de fabriquer l'alliage
2. Un procédé de micro-moulage unique:
  - Des pièces moulées avec des précisions équivalentes au micro-usinage
  - Des états de surface inégalables
  - Le moulage de pièces plus petites
  - Des pièces avec les bonnes propriétés directement en sortie de moule

## INNOVATIONS:

### Les Alliages Métalliques Amorphes (AMA) pour les Microtechnologies

Les alliages métalliques amorphes (AMA) ont une structure atomique aléatoire, appelée structure "amorphe". Cette spécificité leur confère des propriétés hors du commun parmi lesquelles on peut citer:

- Des **propriétés mécaniques extrêmement élevées** en terme de:
  - limite d'élasticité (pouvant atteindre plus de 3000MPa)
  - déformation élastique (de l'ordre de 2%)
  - dureté (certains AMA sont trois fois plus durs que l'acier inoxydable)
  - ténacité
- Des **propriétés fonctionnelles exceptionnelles** en terme de:
  - Résistance à la corrosion (équivalente aux aciers inoxydables)
  - Résistance à l'usure et aux rayures
  - Conductivité thermique (certains AMA sont les métaux les plus isolants au monde)
  - Magnétisme (amagnétisme, paramagnétisme,...)
  - Biocompatible (certains AMA présente une bonne biocompatibilité)

Actuellement, les seuls produits disponibles en métaux amorphes sont basés sur quelques formulations optimisées pour leur facilité de mise en forme et non pour leurs propriétés finales ce qui est dommageable en termes d'opportunités industrielles... Cette limitation, levée par VULKAM, est due à la difficulté technologique d'élaboration de pièces en métaux amorphes.

**VULKAM a déjà mis au point plus de 10 formulations** qui répondent notamment aux besoins rencontrés dans le domaine des outillages chirurgicaux, des pièces micromécaniques transmettant des efforts, des micro-ressorts, des implants, des composants micro-fluidiques, des systèmes cryogéniques et des composants horlogers.

En plus de ces alliages, VULKAM développe **des alliages sur mesure permettant de répondre aux besoins spécifiques de clients** et de pousser encore plus loin les propriétés des composants microtechniques. Nous avons déjà développé, pour le domaine cryogénique, le métal le plus isolant thermique existant !

## Des capacités de mise en forme par moulage uniques

En plus de leurs propriétés exceptionnelles, cette structure amorphe confère aux AMA un avantage très important en ce qui concerne les propriétés de moulage depuis l'état liquide. En effet, le **moulage d'alliages métalliques est confronté à un problème de contraction volumique** au cours de la solidification et du refroidissement. Cette variation est à l'origine de nombreux problèmes rencontrés en fonderie tels que la fissuration, les retassures et les intervalles de tolérance élevés.

Les AMA ne présentent pas de solidification à proprement parlé et ils restent visqueux jusqu'à des températures relativement faible, ce qui permet de limiter la variation dimensionnelle à environ 0,4% soit dix fois moins que pour les métaux conventionnels (cette contraction peut être anticipé lors de la conception du moule, permettant d'avoir des intervalles de tolérances très faibles). Cette différence (voir schéma représentatif en Figure 1) permet d'expliquer à la fois la liberté géométrique, les états de surface ainsi que les précisions atteignables par moulage.

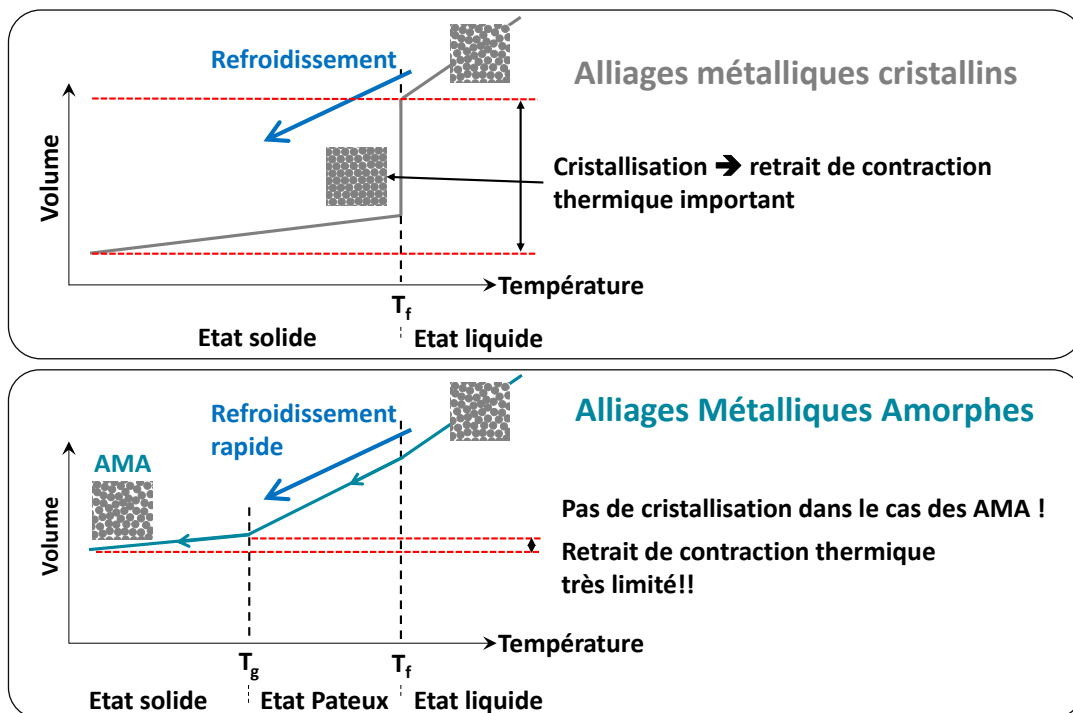


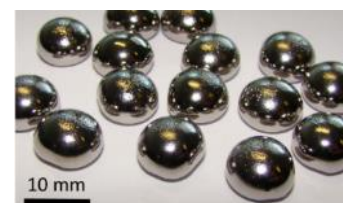
Figure 1: Différence de contraction thermique lors du refroidissement d'un alliage cristallins conventionnel et d'un AMA

## Des procédés de fabrication uniques

Une chaîne de production dédiée à la fabrication de microcomposants en AMA et composée de machines conçues et développées en interne a été mise en place. Celle-ci comporte deux principaux procédés de fabrication qui ont tous les deux été brevetés: l'élaboration en coulée semi-continue et le moulage par injection.

- **L'élaboration en coulée continue**

C'est dans la machine de VULKAM que les différents éléments constituant l'alliage sont mélangés en garantissant une pureté et une homogénéité suffisante. En sortie, des lopins de matière calibrés sont obtenus comme sur l'image ci-contre.



▪ **Le moulage par injection**

Les lopins produits avec le procédé d'élaboration en coulée continue sont ensuite utilisés comme matière de base pour l'étape d'injection. Ces lopins sont en effet introduits dans une enceinte sous atmosphère contrôlée pour être refondus et injectés dans un moule avec un procédé adapté à la fabrication en série. A l'issue de ce procédé, les pièces possèdent déjà leurs propriétés exceptionnelles (aucun traitement thermique n'est nécessaire).

**QUELQUES EXEMPLES D'APPLICATIONS**

**Pièces de décors: répliation d'architecturassions et états de surface**



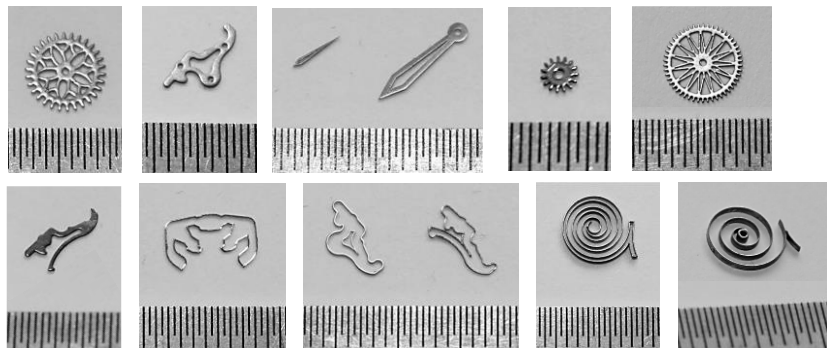
Le moulage de structures diffractantes, une première mondiale!  
Période de 700nm



**Pièces pour la transmission d'efforts**



**Médical: Pièces de type outil de dentisterie**



**Composants horlogers**

**CONCLUSION**

Les produits de VULKAM sont doublement innovants car ils proposent :

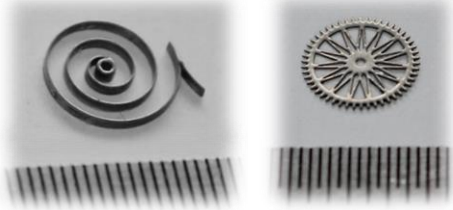
- Des métaux amorphes sur mesure avec de propriétés hors du commun
- Un procédé de fabrication de pièces qui permettra de fabriquer en série des pièces microtechniques inégalées

## Résumé / VULKAM

VULKAM est une entreprise spécialisée dans la production de microcomposants en métaux amorphes. VULKAM a développé une combinaison unique de nouveaux matériaux et de nouveaux procédés de fabrication (élaboration de métaux amorphes sur mesure et moulage par injection directe) permettant d'obtenir des microcomposants:



- aux **propriétés mécaniques et fonctionnelles exceptionnelles et sur mesure**
  - limite d'élasticité (pouvant atteindre 3000MPa)
  - déformation élastique de l'ordre de 2% (meilleurs que tous les aciers à ressort)
  - Résistance à la corrosion (équivalente aux aciers inoxydables)
  - Résistance à l'usure et aux rayures
  - ...
- avec des **précisions équivalentes au micro-usinage**
- des **états de surface inégalables**
- avec les bonnes propriétés directement en sortie de moule (pas de post-traitement nécessaire)



Cette couple "nouveaux matériaux + nouveaux procédés" est le point de départ pour le développement de nouvelles pièces microtechniques inégalables.