

# Brasage céramique - métal

Joan GROB

Travail de bachelor 2025

Microtechniques - Ingénierie biomédicale

Professeurs : Raymond CONSTANTIN et Joël MATTHEY

Expert : Senad HASANOVIC

## Description

Ce projet vise à développer un procédé de brasage robuste et biocompatible pour assembler hermétiquement des composants en céramique (zircone, alumine) et des boîtiers en titane. Cette technologie est cruciale pour les dispositifs médicaux implantables, notamment pour intégrer des fonctions de recharge par induction. La principale difficulté réside dans la gestion des contraintes thermiques issues des coefficients de dilatation (CTE) différents et dans la création d'une liaison atomique stable entre la céramique et le métal.

Face à ces défis, deux stratégies ont été explorées : une brasure non-active à l'or, référence en biocompatibilité, et une brasure active AgCuTi, plus simple à mettre en œuvre car elle évite la phase de métallisation.



Figure 1 : Boîtier neurostimulateur en céramique

## Déroulement

- Analyse de l'état de l'art des technologies d'assemblage céramique-métal
- Développement du procédé de métallisation PVD (Ti/316L/Au) sur la céramique et le titane
- Développement du procédé de brasage non-actif à l'or pur et du brasage actif AgCuTi
- Conception et réalisation des montages pour les tests de caractérisation
- Caractérisation des assemblages : tests d'herméticité, de résistance mécanique et de corrosion
- Analyse et interprétation des résultats en lien avec la théorie

## Résultats

L'étude valide deux stratégies : le brasage actif AgCuTi offre une haute performance et une excellente herméticité aux tests à l'hélium ( $<1 \cdot 10^{-9}$  mbar·L/s). Cependant, sa faible biocompatibilité et le fait que les résultats ont démontré une accélération de la corrosion par un facteur 10, le réserve aux composants internes.

À l'inverse, la brasure à l'or, via un procédé de métallisation par PVD, garantit une très bonne biocompatibilité pour les surfaces externes, malgré une étanchéité à optimiser.



Figure 2 : assemblages brasés obtenus (gauche : or pur, droite : brasure active AgCuTi)

L'analyse de la résistance mécanique par des essais de compression (la brasure étant sollicitée en traction) révèle que la liaison AgCuTi est plus résistante que la céramique elle-même, supportant plus de 1900 N. La liaison à l'or, quant à elle, est plus faible et rompt dans le joint à une charge inférieure à 1000 N (Figure 3).

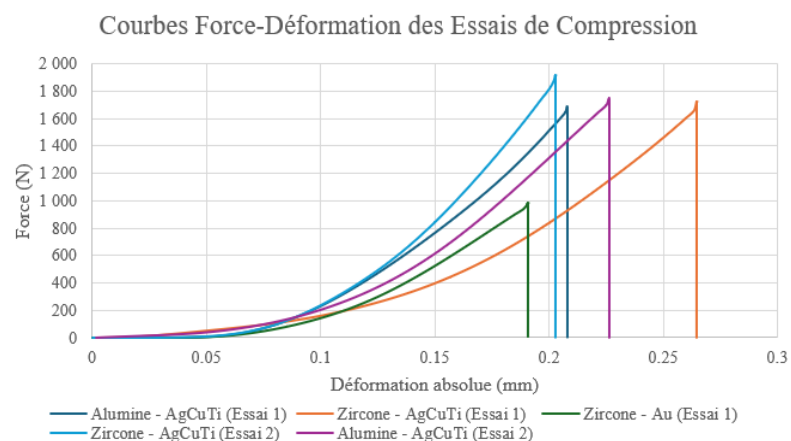


Figure 3 : résultats obtenus aux tests de compression

## Discussion : conclusions et perspectives

Cette étude a qualifié deux approches complémentaires. La brasure active est validée pour sa robustesse mécanique et son herméticité, ce qui la rend idéale pour des composants internes encapsulés. Parallèlement, le procédé de métallisation PVD a été maîtrisé, consolidant l'usage de la brasure à l'or comme référence pour la biocompatibilité de surface. Les perspectives se concentrent sur l'optimisation du joint à l'or pour garantir l'étanchéité, notamment par la métallisation des flancs de la céramique, et sur la validation de l'assemblage final par soudure laser.