

Titre	Etude du comportement de poudres métalliques au cours du frittage par Compaction Isostatique à Chaud : approches expérimentale et théorique
Cadre de Recherche	Cette demande s'effectue dans le cadre du Projet collaboratif FUI COMPO « CONception pour la Métallurgie des Poudres de containers innovants » porté par la société Manoir Industries. Le consortium est constitué de six partenaires (MANOIR INDUSTRIES, FONDERIE COLLIGNON, SCGI, FRAMATOME, URCA et ICB-UB). La force du projet COMPO réside dans les compétences complémentaires des partenaires et dans la maîtrise de l'ensemble de la chaîne, de la conception et réalisation de conteneur aux essais sur banc de pièces réelles, en passant par des développements numériques et des caractérisations de matériaux innovants.
Objectifs	Les objectifs de ce travail sont i) d'évaluer l'impact des caractéristiques des poudres métalliques (316L et F55) mises en œuvre dans le processus de fabrication sur les performances des pièces compactées par CIC, ii) de caractériser le comportement en fluage des différents matériaux (poudre, conteneur) pour alimenter les simulations de la déformation et iii) d'inclure des modèles d'évolution métallurgique au modèle de simulation numérique des déformations. En effet, les caractéristiques intrinsèques des poudres métalliques affectent les caractéristiques finales des produits réalisés. Les caractéristiques de fluage des matériaux utilisés pour les conteneurs et les poudres sont des paramètres exploités dans le modèle de simulation numérique. De plus, les caractéristiques mécaniques finales dépendent de la microstructure dont il faut pouvoir prédire l'évolution au cours du procédé.
Sujet du Master 2 de Recherche	<p><u>Action 1 : les poudres</u> Il est indispensable de veiller à ce que les caractéristiques des poudres puissent être contrôlées en termes de</p> <ul style="list-style-type: none"> - Composition chimique (teneur en oxygène à cœur et en surface). - Granulométrie (taille et distribution, la distribution de la granulométrie de la poudre sera à optimiser pour pouvoir rendre le remplissage de la poudre optimum. - Coulabilité et compressibilité. - Propreté des conteneurs / remplissage sous vide, comme un défaut peut s'initier à partir d'une particule étrangère. La propreté des conteneurs et leur remplissage sous vide sont des conditions impératives. <p><u>Action 2 : Loi de fluage et vitesse de déformation</u> Les simulations numériques nécessitent l'identification des lois de comportement plastique et viscoplastique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - du matériau constituant la poudre, - du matériau constituant le conteneur. <p>Cette caractérisation doit être faite par des essais uniaxiaux en particulier à haute température, ce qui nécessite de réaliser ces essais sous vide. Ils seront réalisés en utilisant de manière détournée les machines SPS disponibles à l'uB selon un protocole qu'il faudra définir.</p> <p><u>Action 3 : Le matériau fritté (traction et énergie de rupture)</u> <i>Les phénomènes influençant la résistance mécanique sont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La croissance cristalline au cours de la montée en température, y compris à travers les interfaces inter-particules, ce qui assure la cohésion du massif obtenu. La contribution du soudage-diffusion des particules à la cohésion finale du matériau est non significative à partir du moment où la croissance cristalline « efface » les interfaces initiales entre particules. - Le grossissement de grains pendant le maintien susceptible de diminuer la résistance. <p><i>Les phénomènes influençant la ductilité sont :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La porosité résiduelle, - Le fractionnement et la coalescence de l'oxyde natif à la surface des particules de poudre conduisant à une dispersion de particules d'oxydes dans le fritté qui sont des sites d'amorçage de rupture ductile.
Moyens	Mise en œuvre d'une part, des différents outils de frittage SPS en vue de produire des intermétalliques denses à microstructure contrôlée et, d'autre part, les moyens de caractérisation physico-chimiques des matériaux en termes de composition chimique, de phases formées et de morphologie (MEB, ATG, XPS, DRX, fluorescence X).
Formation souhaitée	Bonne connaissance en Métallurgie et, plus largement, en Sciences des Matériaux. Bonne maîtrise des outils de caractérisation physico-chimiques.
Responsables	Frédéric BERNARD (Prof. ICB) / Jean-Philippe CHATEAU-CORNU (Prof. ICB)