

DEPARTEMENT PMDM : PROCESSES METALLURGIE DURABILITE MATERIAUX

PROPOSITION THESE DE DOCTORAT

TITRE	Maîtrise de la microstructure aux interfaces : étude microscopique du grossissement des joints de grains, de leur mobilité et de l'épinglage Zener.
OBJECTIFS /DESCRIPTION	<p>Le soudage par diffusion est un procédé d'assemblage en phase solide sans déformation qui peut être mis en œuvre par pressage uniaxial ou par compression isostatique à chaud (CIC). La CIC a l'avantage de permettre d'assembler de grands composants avec des géométries complexes. Les composants peuvent être de composition différente (assemblage hétérogène). Le soudage est de meilleure qualité par CIC grâce à la contrainte isostatique. Un des objectifs (OS3) du projet Equipex+ CALHIPSO est de comprendre et de modéliser l'évolution de la microstructure des matériaux et des interfaces pendant et après l'assemblage de composants par CIC.</p> <p>Dans ce procédé, il est important de contrôler la microstructure afin d'obtenir un milieu continu isotrope qui présente de bonnes propriétés mécaniques (fatigue et fluage). Un problème récurrent est le franchissement des interfaces par les joints de grains qui peut être modifié par la plasticité locale et inhibé par des obstacles (pores, oxydes et carbures). La finalité est d'optimiser le cycle (pression et température) de soudage et de définir un matériau initial idéal.</p> <p>Dans un cycle de CIC, la montée en température implique un grossissement des grains qu'on tient à limiter. Par ailleurs ce grossissement va induire un décrochage des joints et l'élimination des défauts résiduels, comme les pores et les inclusions, qui permet d'améliorer la qualité de l'interface. Pour déceler l'influence de la température et de la pression sur le comportement à l'interface, il est utile de développer une modélisation appropriée. Jusqu'ici, des méthodes de simulation par éléments finis (méthode champ complet level-set) sont utilisées à une échelle micrométrique à partir de données expérimentales sur la microstructure (EBDS). Dans le cadre de cette thèse, nous proposons d'adopter une échelle atomique en développant des simulations par dynamique moléculaire (DM). Les approches à cette échelle restent peu développées en métallurgie des poudres même si nous avons récemment utilisé cette méthode pour étudier le broyage à haute énergie de poudres métalliques. La DM permet une investigation <i>in-situ</i> de systèmes métalliques, en température et sous pression, pour suivre des processus élémentaires tels que la diffusion atomique, la mobilité des inclusions ou des joints de grain, la plasticité locale, les contraintes aux interfaces, l'évolution de l'épitaxie aux interfaces, ...</p> <p>Dans un premier temps, nous nous intéresserons à la mobilité des joints de grain en fonction de la température et de l'énergie des joints de grain pour évaluer le bien-fondé de lois empiriques comme la loi de Burke-Turnbull qui relie la taille des grains à la mobilité des joints. Dans un deuxième temps, nous considérerons des défauts comme les pores ou les inclusions telles que les carbures ou les oxydes. Cela nous permettra d'apprécier le comportement des joints de grain quand ils rencontrent ces défauts et de détecter la microstructure fine en fonction, par exemple, de la localisation des défauts. Nous nous intéresserons également à l'épinglage de Zener. Le matériau considéré sera un matériau</p>

	<p>modèle proche d'un acier 316L ou d'un alliage de Ni.</p> <p>Les résultats obtenus à l'échelle atomique permettront aussi d'affiner les paramètres d'entrées des modélisations aux échelles supérieures. Les approches numériques aux différentes échelles donneront une vision globale des processus mis en jeu - de l'atome à la pièce finale - lors du procédé de CIC.</p>
Mots-Clés :	Compaction isostatique à chaud (Equipex + CALHIPSO), soudage par diffusion, interfaces, ségrégation, simulations de dynamique moléculaire
RESPONSABLE(S)	<p>Dr. Olivier POLITANO (olivier.politano@u-bourgogne.fr), Pr. Frédéric BERNARD (frederic.bernard@u-bourgogne.fr) Laboratoire ICB – Département PMDM UMR 6303 CNRS/Université de Bourgogne 9 Avenue Alain Savary (Mirande) BP 47870 21078 DIJON Cedex (France)</p>
MOYENS / LIEU	ICB (Dijon)