

# Développement de microcomposites architecturés en aciers inoxydables duplex : élaboration, microstructure et propriétés mécaniques

**Hasan NASER**

Sous la direction de Alexis DESCHAMPS, de Marc MANTEL et de Muriel VERON

**Jeudi 26 mai à 10h**

amphithéâtre Jean Besson (Phelma Campus)

**Résumé :** L'utilisation de l'acier inoxydable duplex (DSS) pour des applications structurales est considérée comme présentant l'un des plus grands impacts potentiels sur le secteur de la construction. Ceci est grâce à ses propriétés mécaniques élevées couplées avec des propriétés fonctionnelles intéressantes telles que la résistance à la corrosion, ou la faible conductivité thermique par rapport aux aciers au carbone. Une meilleure compréhension des relations entre microstructure et propriétés de ces aciers est nécessaire pour obtenir des propriétés exceptionnelles et concevoir des DSS sur mesure et architecturés pour des applications spécifiques. Dans ce travail, nous avons proposé une approche dite *top-down* dans laquelle au moins deux métaux ayant des propriétés bien connues sont mécaniquement assemblés par déformation plastique sévère (SPD). Cette stratégie proposée a pour objectifs: i) améliorer les propriétés par raffinement de microstructure jusqu'à une échelle sub-micrométrique ii) l'élaboration d'un matériau modèle permettant de comprendre le comportement des DSS obtenus par des méthodes conventionnelles. Le premier objectif de ce travail était, par conséquent, la mise en œuvre d'une méthodologie de fabrication en utilisant le co-tréfilage, en vue d'obtenir une microstructure ultrafine de composites 316L / 430LNb. L'un des défis rencontrés au cours de notre étude a été l'inter-diffusion significative lors du traitement thermique indispensable, limitant le raffinement de la microstructure en-deçà du  $\mu\text{m}$ . Une étude d'optimisation a été effectuée pour tenir compte du rôle de cette inter-diffusion pour un couple 316L / 430LNb. Ainsi, des micro-composites multi-échelles ont été obtenus. La limitation du raffinement de la microstructure par diffusion a été rationalisée par une étude systématique des cinétiques de recristallisation et de l'inter-diffusion. Parallèlement à l'évaluation de la microstructure, le comportement mécanique de ces nouveaux micro-composites a été examiné. Des essais de traction in situ par rayonnement X synchrotron à haute énergie ont permis d'appréhender les interactions plastiques entre les deux phases.

**Abstract:** The use of duplex stainless steel (DSS) grades for structural applications is considered as one of the most significant advances impacting the construction sector. This is because of their high mechanical properties coupled with interesting functional properties such as corrosion resistance or their low thermal conductivity compared to carbon steels. A better understanding of the relationship between their microstructure and properties is needed to obtain breakthrough properties and to provide the possibility to design tailor-made, architected DSS for specific applications. In this work we propose a *top-down* strategy in which at least two bulk metals with well-known properties are mechanically alloyed by Severe Plastic Deformation (SPD). This proposed strategy serves two main objectives: i) enhancing the properties by microstructure refinement down to sub-micron scale ii) elaborating a model material for understanding the behavior of DSS obtained by the conventional metallurgical methods. The first objective of this work was the implementation of a manufacturing methodology using co-drawing, aiming at obtaining an ultra-fine microstructure of 316L/430LNb composites. One of the challenges met during our study was the significant inter-diffusion during the heat-treatment step necessary during processing preventing by consequence refining below the  $\mu\text{m}$  scale. An optimization investigation was carried out to account for this inter-diffusion for 316L/430LNb couple. Multi-scale micro-composites have then been obtained. The limitation of this process in terms of microstructure

refinement has been rationalized by a systematic study of recrystallization and diffusion kinetics. In parallel with the microstructural evaluation, the mechanical behavior of these new micro-composites was examined. In situ tensile tests using high energy X-ray synchrotron enabled an in-depth understanding of the plastic interaction of the two phases