

# Avis de Soutenance

**Madame Yasmine BEN JEDIDIA**

Spécialité : Génie des matériaux

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

**« Étude multi-échelle de l'implication de la plasticité et de la nature des joints dans les mécanismes de rupture fragile assistée par l'hydrogène dans le nickel pur »**

dirigés par Monsieur Abdelali OUDRISS et Monsieur Xavier FEAUGAS

Soutenance prévue **le vendredi 10 janvier 2025 à 9h00**

Lieu : Amphi Michel Crépeau, 44 Avenue Albert Einstein 17000 La Rochelle

Salle : PCM - Amphi Michel Crépeau

## Composition du jury :

M. Abdelali OUDRISS	Université de La Rochelle	Directeur de thèse
M. Eric HUG	École nationale supérieure d'ingénieurs de Caen	Rapporteur
Mme Xu LU	Norwegian University of Science and Technology	Rapporteuse
Mme Alixe DREANO	École des Mines de Saint-Étienne	Examinatrice
M. Stéphane BERBENNI	Université de Lorraine	Examinateur
M. Xavier FEAUGAS	Université de La Rochelle	Directeur de thèse
Mme Jamaa BOUHATTATE	Université de La Rochelle	Examinatrice

## Résumé :

L'hydrogène, de plus en plus utilisé comme source d'énergie alternative, peut entraîner une dégradation significative des matériaux, notamment dans le nickel, largement utilisé dans les superalliages. Ce phénomène, connu sous le nom d'embrittlement par l'hydrogène, découle principalement de l'interaction de l'hydrogène en tant que soluté avec des hétérogénéités métallurgiques, qui ont tendance à s'accumuler aux joints de grains. Ces interactions ont un impact négatif sur les propriétés mécaniques du matériau, pouvant provoquer des fractures prématurées à caractère intergranulaire, associées à des mécanismes de plasticité, résultant d'une réduction de l'énergie de cohésion des joints de grains sous l'influence de l'hydrogène. Afin de mieux comprendre l'interaction de l'hydrogène avec les hétérogénéités microstructurales, une étude multi-échelle est menée sur différents types de microstructures du nickel. La recherche se concentre sur les mécanismes de plasticité contribuant à la dégradation du nickel, en explorant spécifiquement les effets de durcissement et de ramollissement induits par l'hydrogène et leurs conséquences sur la fracture intergranulaire. L'étude portera sur trois types de microstructures de nickel : les monocristaux, les bicristaux et les polycristaux, dans le cadre d'une approche expérimentale. La première partie de cette étude sera dédiée aux monocristaux de nickel, afin d'éviter toute influence des joints de grains, ce qui permettra d'analyser spécifiquement l'effet de l'hydrogène sur différentes orientations cristallographiques. Les propriétés élastiques et plastiques seront évaluées à l'aide de la nanoindentation (à l'échelle microscopique) et des essais de traction (à l'échelle macroscopique). Cette phase vise à fournir des informations sur la nature anisotrope de la diffusion de l'hydrogène et son impact sur l'endommagement, en évaluant le module élastique du nickel pour chaque orientation et en analysant l'activité des dislocations pendant la déformation plastique. La deuxième partie se concentrera sur les bicristaux de nickel, en examinant quatre types spécifiques de joints de grains. Des essais de traction seront utilisés pour étudier la contribution des joints de grains aux mécanismes d'endommagement en évaluant les défauts causés par l'hydrogène à proximité de ces joints, en relation avec une éventuelle transmission du glissement à travers le joint de grain. De plus, le durcissement et l'activité des dislocations seront discutés afin de mieux comprendre les effets de l'hydrogène. La dernière partie portera sur les polycristaux, où les effets combinés des différentes caractéristiques des joints de grains et des orientations cristallographiques seront étudiés. Diverses concentrations d'hydrogène seront explorées pour comprendre leur impact sur le degré d'embrittlement en relation avec la fraction de joints de grains à coïncidences spécifiques (Coincident Site Lattice). Cette partie de l'étude examinera le durcissement, les modes d'endommagement et les motifs de dislocations, dans le but de fournir des éléments de compréhension sur l'initiation et la propagation des fissures intergranulaires, ainsi que sur la fracture induite par l'hydrogène.