

## Introduction

Depuis une trentaine d'années, plus d'une douzaine d'écoles thématiques ont été dédiées à la corrosion des matériaux sous toutes ses formes. Cependant, parmi toutes ces écoles, une seule a été consacrée spécifiquement aux couplages mécanique – environnement : l'école CSC de Carcans-Maubuisson organisée en 1989 par Didier Desjardins et Roland Oltra. Pourtant, la compréhension et la modélisation des processus de dégradation des matériaux métalliques (aciers inoxydables, alliages d'aluminium, alliages à base de nickel) résultant du couplage entre une sollicitation mécanique et un environnement (fragilisation par l'hydrogène (FPH), corrosion sous contrainte (CSC), fatigue corrosion (FC)) constituent des enjeux majeurs en termes de sécurité des installations et de durabilité des structures qui intéressent de nombreux secteurs industriels tels que l'énergie, l'aéronautique, la chimie ou encore l'industrie pétrolière.

Il est maintenant clairement établi que les premiers stades de l'endommagement des structures en environnement sévère sont étroitement liés aux hétérogénéités des champs mécaniques locaux, eux-mêmes corrélés à la microstructure du matériau. Pour cette raison, les approches multi-échelles, que ce soit sur le plan expérimental ou de la modélisation, ont été largement développées. Ainsi, depuis plus de 25 ans, d'importantes avancées scientifiques ont été générées grâce au développement de diverses techniques d'analyse locale dans les domaines de la mécanique, la métallurgie, l'électrochimie, le dosage d'hydrogène. Les données acquises ont, d'une part fourni des éléments de validation concernant l'origine des mécanismes d'endommagement en situation de couplage et, d'autre part, contribué au développement de modèles physiquement fondés décrivant les phénomènes d'endommagement, de l'échelle atomique jusqu'à l'échelle de la structure en passant par l'échelle mésoscopique caractéristique de la microstructure.

Ces problèmes de couplages mécanique – microstructure – corrosion suscitent un intérêt croissant de la part d'une communauté scientifique provenant de domaines variés tels que la mécanique, l'électrochimie, la chimie et la métallurgie, associé à un réel besoin industriel et sociétal. Cette communauté s'est mobilisée tout entière pour organiser en octobre 2018 une École thématique du CNRS intitulée M2Corr dédiée à ces problématiques de couplage. Ainsi, des experts issus de différents établissements universitaires et de secteurs industriels variés ont dressé l'état de l'art des développements scientifiques et technologiques relatifs à la durabilité des matériaux et des structures soumis à des sollicitations mécaniques et environnementales couplées ou découplées. Les aspects expérimentaux, théoriques et numériques ont été abordés à différentes échelles. Les cours dispensés lors de cette école ont été résumés dans cet ouvrage qui incite ses lecteurs à poursuivre les recherches dans ce domaine transdisciplinaire en leur fournissant les outils et les démarches scientifiques les plus avancés permettant :

- d'appréhender les phénomènes de couplage *via* la compréhension des mécanismes associés, et d'identifier les variables du premier ordre parmi celles liées à l'état mécanique, au matériau ou à l'environnement chimique ;

- de proposer des stratégies permettant de maîtriser et/ou prolonger la durée de vie des structures en situation de couplage multiprocessus.

Constitué de 22 chapitres, cet ouvrage a pour ambition de faire référence dans la communauté scientifique étudiant les couplages mécanique – microstructure – corrosion car il permettra en un seul volume de dresser le bilan des dernières avancées dans le domaine qui nous intéresse ici. Bien entendu, il est clair qu'en 25 pages, il était impossible pour chaque thème traité de rentrer dans le détail des mécanismes, des concepts, des méthodes et techniques d'étude. La méthodologie commune, partagée par tous les auteurs, a été plutôt de guider le lecteur dans l'identification des notions absolument nécessaires à maîtriser pour pouvoir aborder sereinement ces problématiques de couplage et être en mesure de proposer des solutions pérennes pour la durabilité des structures. De plus, les auteurs se sont tous attachés à sélectionner pour les lecteurs une liste importante de références bibliographiques pour guider ces derniers dans leurs approfondissements futurs.

Enfin, nous espérons que vous, lecteurs, vous trouverez un intérêt dans la lecture de cet ouvrage et que vous pourrez déceler à travers les lignes, la passion qui anime tous les auteurs dans l'exercice de leur métier. Ce plaisir qui a accompagné les auteurs dans l'écriture, nous espérons avoir pu vous le faire partager tout au long de ces 22 chapitres.