

## DEPARTEMENT PMDM : PROCES METALLURGIE DURABILITE MATERIAUX

## PROPOSITION THESE DE DOCTORAT

TITRE	<b>Rupture et comportement thermo-hydro-mécanique des assemblages métallurgiques hétérogènes : couplage de la modélisation numérique et le contrôle non-destructif pour la durabilité des structures en service</b>
CONTEXTE  OBJECTIFS /DESCRIPTION	<p>Le challenge consiste à améliorer la durabilité et la fiabilité des matériaux métalliques et de leurs assemblages, en développant des méthodes numériques et expérimentales originales de <b>détection de l'endommagement</b> ainsi que de pronostic de la dégradation de propriétés mécaniques sur des assemblages soumis à des sollicitations Thermo-Hydro-Mécaniques (THM) à différentes échelles de la structure.</p> <p>Les objectifs spécifiques de cette thèse consistent à développer un <b>système de surveillance en temps réel et de diagnostic automatique</b> de l'occurrence de défauts de mécanismes et de leur intégrité structurale depuis la conception jusqu'à la fin du cycle de vie. Cette thèse vise à intégrer la <b>modélisation numérique</b> comme une approche plus fidèle des conditions de service réelles, en développant de nouveaux outils à l'échelle macroscopique couplés aux résultats expérimentaux.</p> <p>Les techniques de reconnaissance et d'apprentissage par réseaux de neurones seront développées pour diverses applications (procédés métallurgiques, conditions de service, ...). Les champs d'applications privilégiés dans cette étude seront les <b>assemblages métallurgiques hétérogènes</b> en service, ce qui permettra d'inclure l'effet des opérations de maintenance (soudures, réparations, remplacement d'un composant de l'assemblage, ...) et d'ajouter dans les paramètres de surveillance les effets des conditions de service (température, humidité, ...) et la dégradation des liaisons d'interfaces de contact. Des limites de sévérité de la vibration seront étudiées en fonction de la dégradation et la durée de vie résiduelle sera estimée.</p> <p>L'objectif de la thèse sera de déterminer quelles typologies de système de surveillance permettent d'assurer un diagnostic optimisé de l'intégrité structurale des assemblages et des procédés métallurgiques en service.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Etat de l'art</b> : Réaliser un état des lieux des solutions existantes et en développement pour le contrôle de l'état de santé des assemblages et des procédés métallurgiques : la détection, le diagnostic et le pronostic (prédiction de vie résiduelle).</li><li>- <b>Rupture et comportement thermo-hydro-mécanique des assemblages métallurgiques : modélisation numérique</b> : Un modèle de simulation des vibrations dues à des chargements mécaniques a déjà été élaboré (Hamdi et al. 2021), pour des défauts ponctuels. Le logiciel sera amélioré et adapté aux assemblages métallurgiques aux échelles micro/macroscopique, en incluant l'effet de la rigidité de l'ancrage et en modélisant des défauts dus au climat et aux attaques biochimiques (pollution de l'air, humidité, ...).</li></ul> <p>L'effet des chargements thermo-hydro-mécaniques sur les liaisons inter/intra éléments de l'assemblage sera inclus dans le modèle afin de tenir compte de la variation des fréquences</p>

	<p>naturelles avec la vitesse et l'occurrence des conditions de service réelle (affinement du modèle par les données expérimentales spécifique à la structure).</p> <p>Une modélisation multi-échelle (élément de renfort, structure, ouvrage d'art), sera privilégiée pour diagnostiquer l'usure ponctuel et à long termes des composants de l'assemblage (effet des liaisons de surface, des vibrations dues à l'usure des éléments de jonction structurels, ...).</p> <p>Le vieillissement et la dégradation ponctuel seront modélisés par éléments finis en enlevant au fur et à mesure les éléments trop contraints suite à un impact localisé. Le logiciel permettra de calculer les vibrations dues à des défauts connus ainsi que les efforts d'impact. Il permettra d'introduire du bruit dans les signaux vibratoires pour vérifier l'efficacité des techniques de "dé-bruitage", vérifier l'effet de la dégradation des composants structurels et pour réaliser rapidement l'apprentissage des méthodes d'intelligence artificielles de diagnostic.</p> <p>- <b>Couplage de la modélisation numérique et CND : Approche du « Model Updating »</b> : Cette phase de la thèse a pour but de développer de nouvelles approches de détection et de diagnostic de défauts qui soient fiables, même dans des milieux bruités, cyclo-stationnaires ou instationnaires, et qui répondent aux questions de durée de vie des mécanismes en fonction de la sévérité de la dégradation résultantes.</p> <p>Les résultats expérimentaux serviront à affiner le modèle numérique. Ceci permettra de prendre en compte le caractère aléatoire et la variabilité spatiale des propriétés des matériaux, des mécanismes de dégradation, des actions environnementales et des erreurs de mesure/modèle à travers des couplages mécano-fiabilistes. Ces couplages ont pour buts ultime de déterminer les paramètres les plus influents dans la durée de vie des structures en service et d'optimiser leur conception.</p> <p>- <b>Développement de nouveaux critères de dégradation</b> : Suite aux corrélations entre les essais et les modèles, une méthodologie de détection de fissures sera développée. De nouveaux critères doivent être développés pour appréhender l'effet non linéaire de la création et la propagation des fissures sur le comportement dynamique de la structure. Le modèle de simulation de défauts permettra de développer les nouveaux critères et les résultats seront validés à l'aide des essais expérimentaux.</p> <p>- <b>Pronostic de la vie résiduelle des assemblages</b> : Développer une stratégie fiable pour le calcul de la vie résiduelle des structures en service, en se servant du modèle numérique développé. Les contraintes mécaniques seront calculées et la durée de vie résiduelle des éléments de l'assemblage sera estimée.</p>
<b>Mots clefs :</b>	Contrôles non Destructifs, Intelligence artificielle, modélisation numérique/expérience, assemblages métallurgiques hétérogènes
<b>RESPONSABLE(S)</b>	<p>Dr Seif Eddine HAMDY – Maître de Conférence ( <a href="mailto:Seif-Eddine.Hamdi@u-bourgogne.fr">Seif-Eddine.Hamdi@u-bourgogne.fr</a> )  En collaboration avec Dr Jean-Christophe KNEIP ( <a href="mailto:jean-christophe.kneip@u-bourgogne.fr">jean-christophe.kneip@u-bourgogne.fr</a> )</p> <p>Directeur de thèse : Pr Jean-Marie JOUVARD ( <a href="mailto:jean-marie.jouvard@u-bourgogne.fr">jean-marie.jouvard@u-bourgogne.fr</a> )  Laboratoire ICB – Département PMDM  UMR 6303 CNRS/Université Bourgogne Franche-Comté  1 Allée des Granges Forestier – 71100 Chalon-sur-Saône</p>
<b>MOYENS / LIEU</b>	Laboratoire ICB (Site IUT Chalon sur Saône)
<b>PROFIL DU CANDIDAT</b>	<p>Le candidat, avec une formation en physique appliquée, doit avoir des compétences en modélisation numérique et en traitement du signal. Une expérience en contrôle non destructif serait appréciée. Il devra par ailleurs avoir un goût et des aptitudes pour les approches expérimentales.</p> <p>Qualités attendues : autonomie, esprit d'initiative, curiosité scientifique, compétence rédactionnelle, rigueur.</p>