



Avis de Soutenance

Monsieur LUN SHAO

Acoustique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Un cadre de substitution unifié pour des informations sur la fiabilité des systèmes mécaniques basées sur les données

dirigés par Monsieur Mohamed ICHCHOU

Soutenance prévue le **mardi 25 mars 2025** à 14h30

Lieu : 36 Avenue Guy de Collongue 69134 Écully

Salle : Amphi 203 - Bâtiments W1

Composition du jury proposé

M. Mohamed ICHCHOU	Ecole Centrale de Lyon	Directeur de thèse
M. Abdelkhalak EL HAMI	INSA de Roenun	Rapporteur
M. Sergio DE ROSA	University Di Napoli II	Rapporteur
Mme Olga KLINKOVA	ISAE-Supméca	Examinatrice
M. Alexandre SAIDI	École centrale de Lyon	Co-directeur de thèse
M. Abdelmalek ZINE	École centrale de Lyon	Co-directeur de thèse

Mots-clés : Fiabilité structurelle, apprentissage automatique, modélisation de substitution, quantification de l'incertitude, amortisseur de masse réglé,

Résumé :

Les structures d'ingénierie modernes, des systèmes simples à un seul degré de liberté (SDOF) aux configurations complexes continues ou à plusieurs degrés de liberté (MDOF) et enfin aux systèmes continus, sont confrontées à des incertitudes dimensionnelles élevées en raison des charges variables, des propriétés des matériaux et des conditions environnementales. Les approches traditionnelles, telles que la simulation de Monte Carlo, peuvent devenir extrêmement coûteuses lors de la simulation d'un grand espace de paramètres ou de la modélisation d'un comportement structurel complexe. Dans ce travail, nous résolvons ces problèmes en utilisant des méthodes probabilistes avec des modèles d'apprentissage automatique. Ces modèles incluent Random Forests, Gradient Boosting, XGBoost et Neural Networks. Ils peuvent prédire les réponses structurelles avec moins de calcul. Par conséquent, il est plus facile d'étudier l'incertitude et la sensibilité. Cet article décrit un cadre d'étude de la dynamique et de la fiabilité des structures. Il combine la modélisation théorique des systèmes continus avec des tests expérimentaux sur des cadres en acier. Une structure de type poutre avec des degrés de liberté infinis est analysée à l'aide de la méthode Rayleigh-Ritz. Des équations aux dérivées partielles sont utilisées pour tenir compte de la masse, de la rigidité et de l'amortissement. Des amortisseurs de masse accordés (TMD) sont ajoutés pour réduire les vibrations résonnantes. Des méthodes d'échantillonnage telles que l'échantillonnage par hypercube latin et la simulation de Monte Carlo sont utilisées pour évaluer la fiabilité sous des charges incertaines. Des modèles d'apprentissage automatique tels que Random Forest et Neural Networks sont formés



comme substituts pour prédire les probabilités de défaillance. Ces modèles montrent comment les paramètres du système interagissent de manière non linéaire. La structure est testée sur une charpente en acier à deux étages dans un laboratoire. Un vibreur mécanique applique des forces dynamiques avec différentes caractéristiques, telles que l'aplatissement, la moyenne quadratique (RMS), l'asymétrie et le facteur de crête. Les mesures de force et d'accélération enregistrent les réponses de la structure. Des modèles d'apprentissage automatique, notamment Random Forest, Gradient Boosting, XGBoost et Neural Networks, sont formés sur ces caractéristiques. Les résultats des tests ont démontré que : 1) Les amortisseurs de masse accordés améliorent les performances structurelles et réduisent le risque de défaillance sous des charges dynamiques. 2) Les modèles d'apprentissage automatique avec extraction de caractéristiques statistiques surpassent les méthodes traditionnelles et offrent des avantages pratiques.