**Avis de Soutenance**

Monsieur Ahmad BRAYDI

Acoustique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Outil d'aide à la décision en maintenance prévisionnelle et contrôle non destructif sur des phénomènes d’encrassement et de bouchage d’installations industrielles en milieu contraint*

dirigés par Monsieur Olivier BAREILLE et Monsieur Mohsen ARDABILIAN

Soutenance prévue le ***vendredi 14 février 2025*** à 14h30
Lieu :   Amphithéâtre 203, Bâtiment W1 (2e étage) à l'École Centrale de Lyon sur le site d'Ecully
Salle : 203

**Composition du jury proposé**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| M. Olivier BAREILLE  | INSA Rouen Normandie - LMN  | Directeur de thèse  |
| M. Mohsen ARDABILIAN  | École Centrale de Lyon - LIRIS  | Co-encadrant de thèse  |
| M. Fabrice MERIAUDEAU  | Université de Bourgogne  | Examinateur  |
| M. Fabien NEVEU  | Heverett Group  | Examinateur  |
| Mme Elke DECKERS  | Faculty of Engineering Technology - KU Leuven  | Rapporteure  |
| M. Walid LARBI  | Conservatoire National des Arts et Métiers - LMSSC  | Rapporteur  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Mots-clés :**  | Maintenance prédictive,Contrôle non destructif,Apprentissage automatique et profond,Bouchage de pipelines,Pronostics et surveillance de la santé,Vibroacoustique |

|  |
| --- |
| **Résumé :**   |
| Les pipelines sont essentiels pour le transport de ressources telles que l'eau, le pétrole et le gaz, tout en soutenant les activités industrielles grâce à la fourniture d'énergie pour la production, la création de produits et le chauffage. Ils assurent également le transport sécurisé de matériaux dangereux, stabilisant les infrastructures critiques dans divers secteurs. Cependant, les pipelines rencontrent des problèmes tels que l'encrassement, les fissures, les fuites, la corrosion, les déformations structurelles et la fatigue des matériaux, causant des perturbations importantes. Sur le site d'Orano/La Hague, exploité par une multinationale française spécialisée dans l'énergie nucléaire et le recyclage des combustibles, ces défis sont aggravés par des conditions difficiles et un accès limité. L'encrassement fréquent entraîne plus de 3 400 heures de maintenance annuelle, perturbant les opérations, retardant les processus et augmentant les risques de dommages. Ces inefficacités accroissent la consommation d'énergie et les coûts opérationnels, affectant la productivité et la durabilité. Une détection rapide et précise des obstructions est donc cruciale, et des solutions non destructives, prédictives et préventives sont nécessaires pour garantir la fiabilité. Cette thèse propose une approche globale de surveillance des pipelines, intégrant des méthodes vibroacoustiques et des techniques avancées d’apprentissage automatique. Elle vise à améliorer la détection précoce et la prédiction des défauts grâce à la modélisation par éléments finis, des expériences contrôlées et des cadres pronostiques innovants. Ces solutions, adaptées aux environnements industriels comme Orano/La Hague, mettent l'accent sur une surveillance robuste et précise. Une approche numérique simule la propagation des ondes acoustiques et le comportement vibratoire dans des pipelines remplis d'air soumis à différentes conditions d'obstruction. En utilisant des modèles 3D, elle analyse l’évolution des paramètres vibroacoustiques selon les scénarios, apportant des informations précieuses sur les effets des blocages. La recherche propose également des stratégies basées sur l’apprentissage automatique pour évaluer l’état des pipelines. Des expériences contrôlées, combinant des techniques actives et passives, ont généré des ensembles de données essentiels pour développer et valider des modèles avancés, garantissant une détection précise et fiable des défauts. Une approche hybride combine des méthodologies centrées sur les modèles et les données, optimisant la précision des détections grâce à des hyperparamètres rigoureusement sélectionnés. Une autre technique innovante utilise les émissions acoustiques des bulles pour détecter les obstructions. En analysant leurs signatures acoustiques distinctes, elle permet une détection et une caractérisation précises des obstructions, facilitant une intervention précoce. Un cadre d’apprentissage multitâche asymétrique, intégrant des transformers de vision, des LSTM et des CNN, traite différents types de signaux (acoustiques et d'accélération) de manière indépendante. Ce modèle évalue simultanément la sévérité et la forme des obstructions ainsi que les débits d’air. Validé sur des données bruitées et réalistes, il démontre sa robustesse dans des conditions industrielles complexes. Enfin, cette thèse explore le chiffrement homomorphique total (FHE) pour sécuriser le traitement des données. En protégeant les informations sensibles comme les signaux acoustiques, cette approche garantit la confidentialité des données, essentielle dans les environnements industriels. Cette recherche améliore la surveillance des pipelines en combinant analyse vibroacoustique, apprentissage automatique et traitement sécurisé des données. Elle offre des solutions fiables pour la maintenance prédictive, renforçant la durabilité et ouvrant la voie à de futures innovations. |
|   |