

DIAGNOSTIC DES MACHINES TOURNANTES PAR ANALYSE DES SIGNATURES VIBRATOIRES EN UTILISANT L'APPRENTISSAGE MACHINE

Par

BOUCHOUACHI Badr-Eddine
Étudiant en maîtrise en ingénierie

BAHOURA Mohammed
Directeur de recherche

AVRIL 2025

TABLE DES MATIÈRES

01

INTRODUCTION

02

PROBLÉMATIQUE

03

OBJECTIFS

04

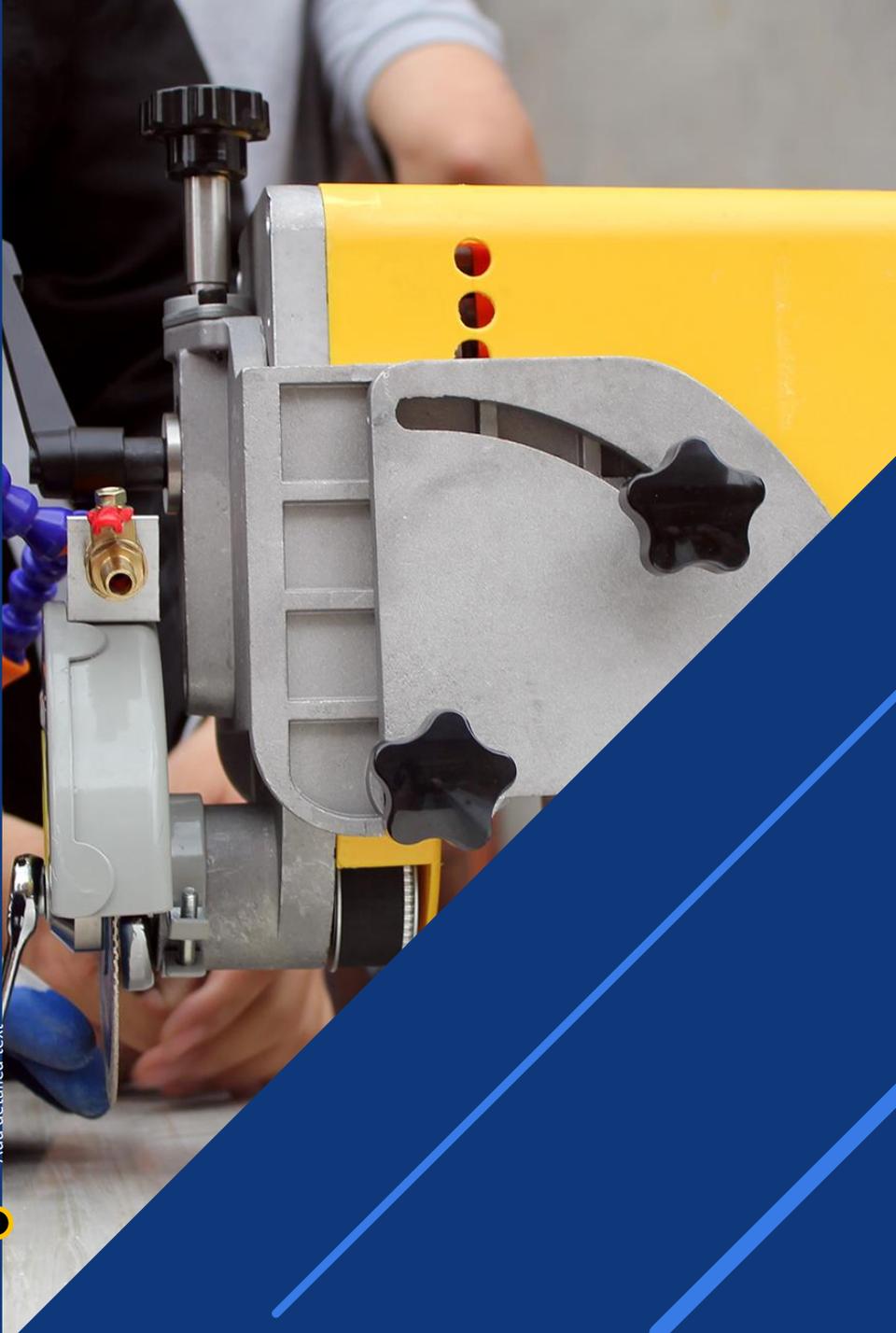
MÉTHODOLOGIE

05

DESCRIPTION DE LA BASE DE DONNÉES

06

RÉALISATIONS ET CONCLUSION



INTRODUCTION

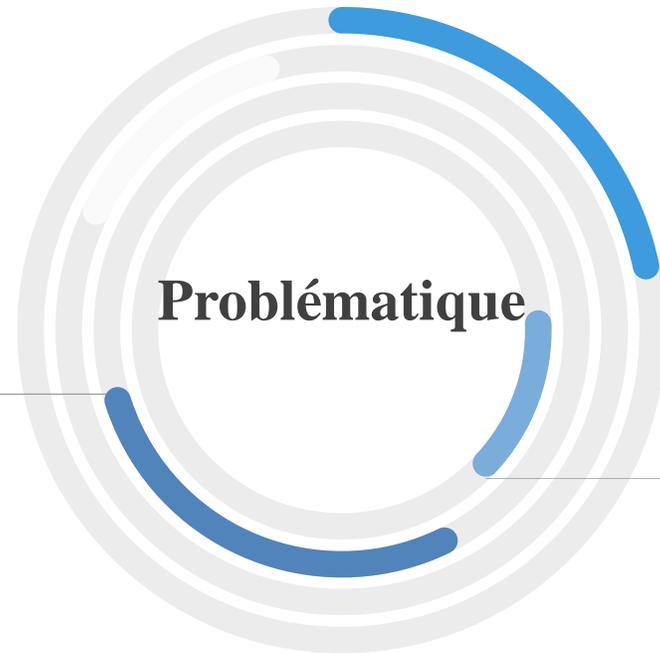
La maintenance prédictive des machines tournantes, dans le contexte de l'industrie 4.0, vise à améliorer leur fiabilité tout en réduisant les coûts liés aux arrêts de production. Ces machines, souvent soumises à des variations de conditions opérationnelles, génèrent des signaux complexes nécessitant un traitement avancé pour un diagnostic précis. Ce projet explore l'utilisation de techniques d'apprentissage automatique et de données multi-capteurs pour développer des modèles robustes adaptés aux environnements industriels exigeants.

Problématique

Click here to add

Optimisation des algorithmes d'apprentissage automatique .

3



Problématique

1

Fiabilité des machines tournantes face aux défaillances imprévues .

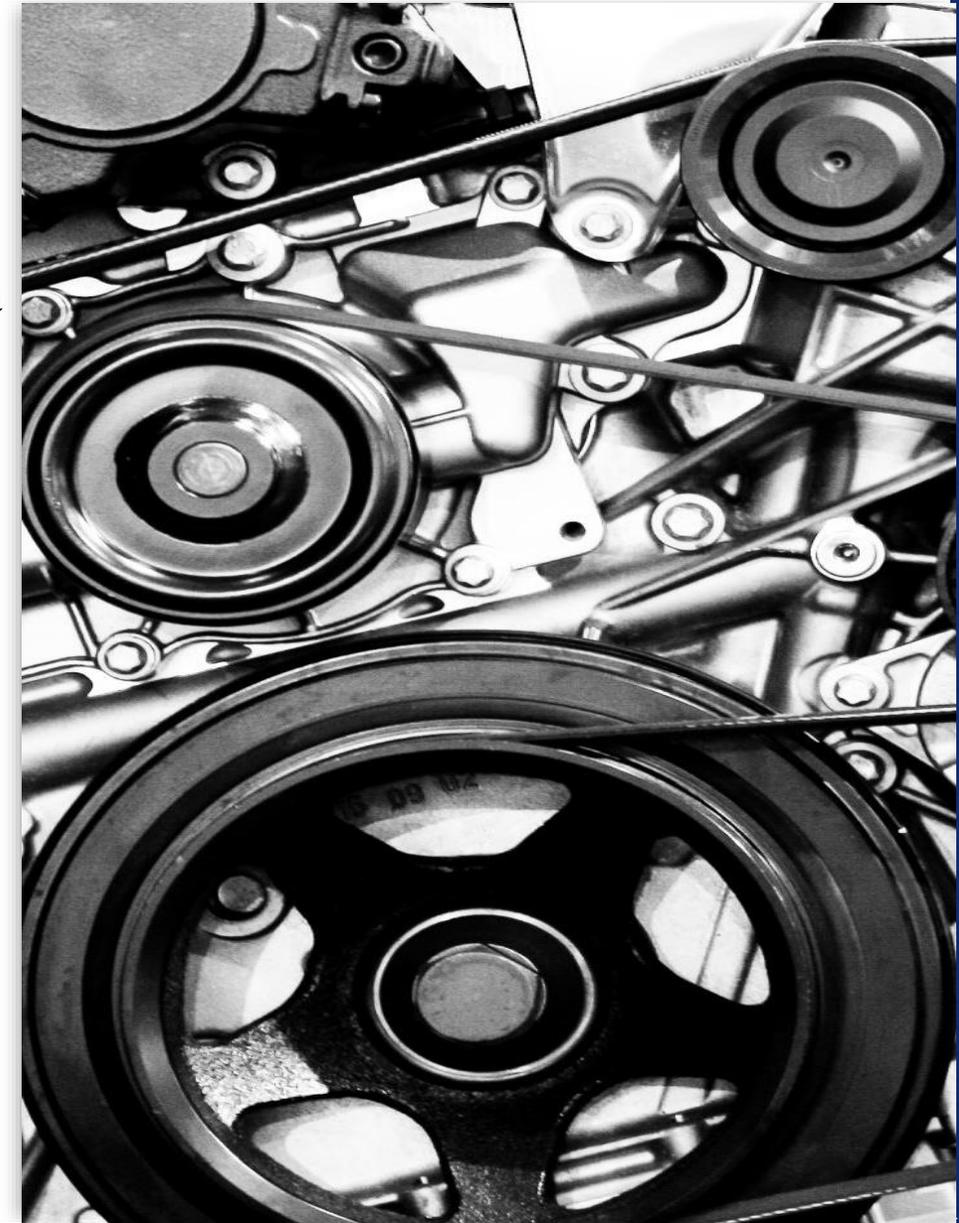
2

Difficulté à traiter les signaux vibratoires et acoustiques bruités .



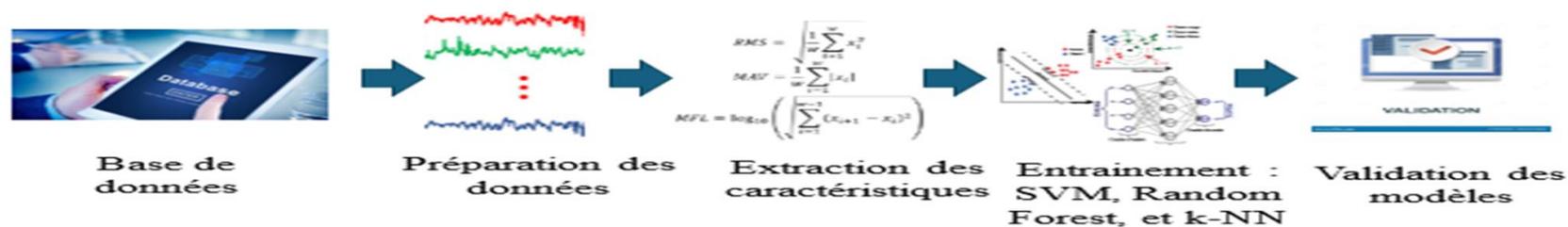
Objectifs

- Développer des modèles d'apprentissage machine et les optimiser pour une détection en temps réel;
- Évaluer et comparer l'efficacité des algorithmes d'apprentissage automatique (SVM, Random Forest, kNN) pour la détection et la classification des défauts mécaniques et électriques dans les moteurs à induction, à partir des signaux vibratoires et acoustiques collectés sur le banc d'essai SpectraQuest ;
- Développer une interface de surveillance temps réel pour visualiser les signaux vibratoires/acoustiques et afficher les prédictions de défauts, puis tester sa robustesse face à des variations soudaines de charge ou de vitesse sur le banc SpectraQuest.



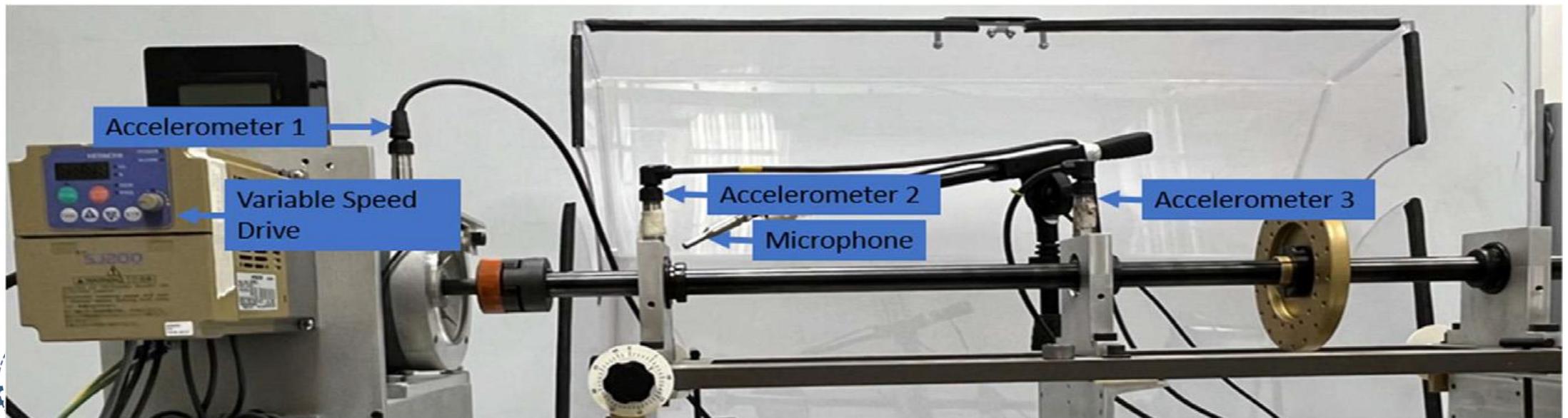
Méthodologie

1. Recherche bibliographique
2. Collecte et prétraitement des données :
 - Base de données : Utilisation de la base de données UOEMD-VAFCVS (University of Ottawa)
 - Prétraitement des signaux :
 - ❖ Segmentation : Découpage des signaux en fenêtres de 1000 points (≈ 0.024 s à 42 kHz).
 - ❖ Normalisation : Standardisation pour uniformiser les échelles.
 - ❖ Réduction de bruit : Filtrage passe-bande (5–20 kHz) pour éliminer les interférences EMI.
3. Extraction des caractéristiques : Dans le domaine temporel, le domaine fréquentiel et le domaine temps-fréquence
4. Classification : par méthode d'apprentissage automatique (SVM, Random Forest, et k-NN)
5. Validation des modèles : Tests, validation et métriques (Précision, Rappel, F1-score)
6. Étude de la possibilité de déploiement en Temps Réel .



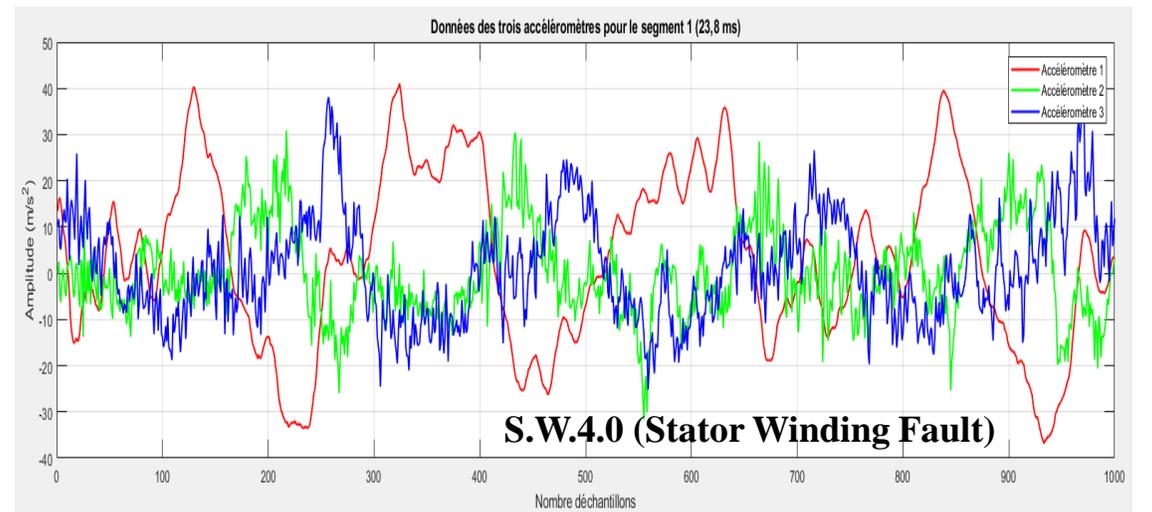
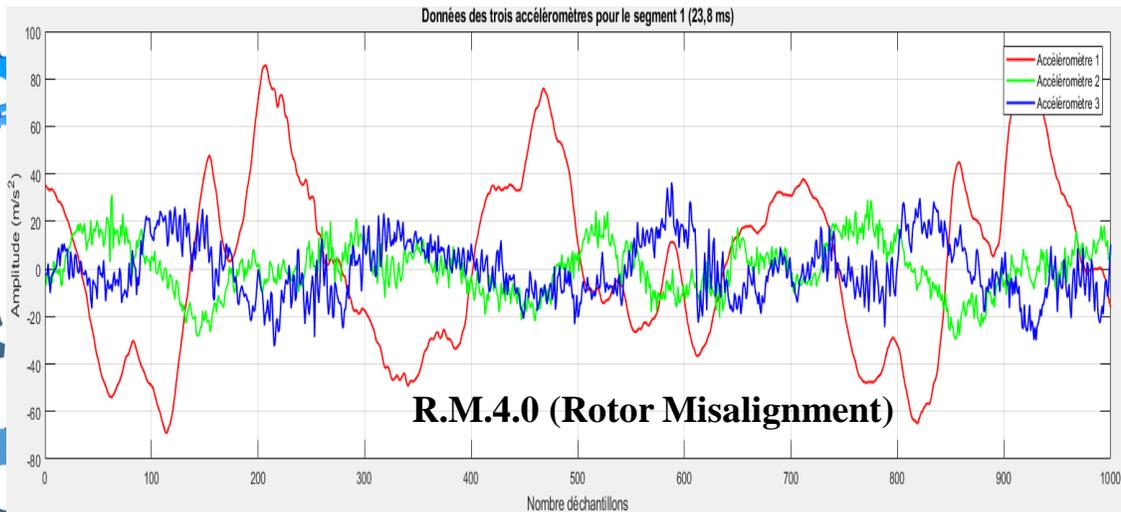
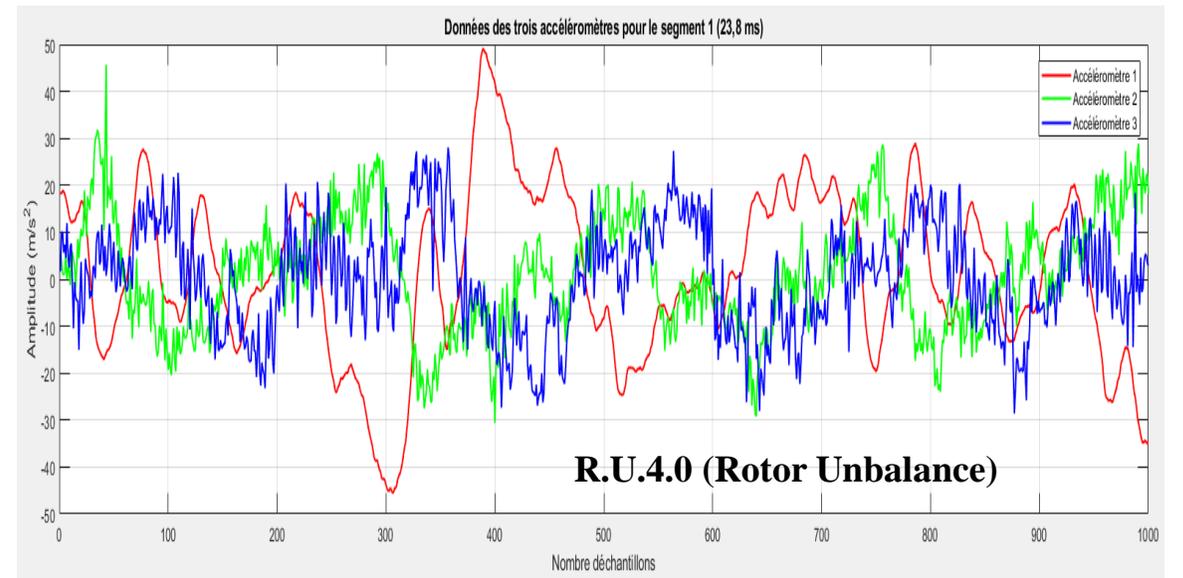
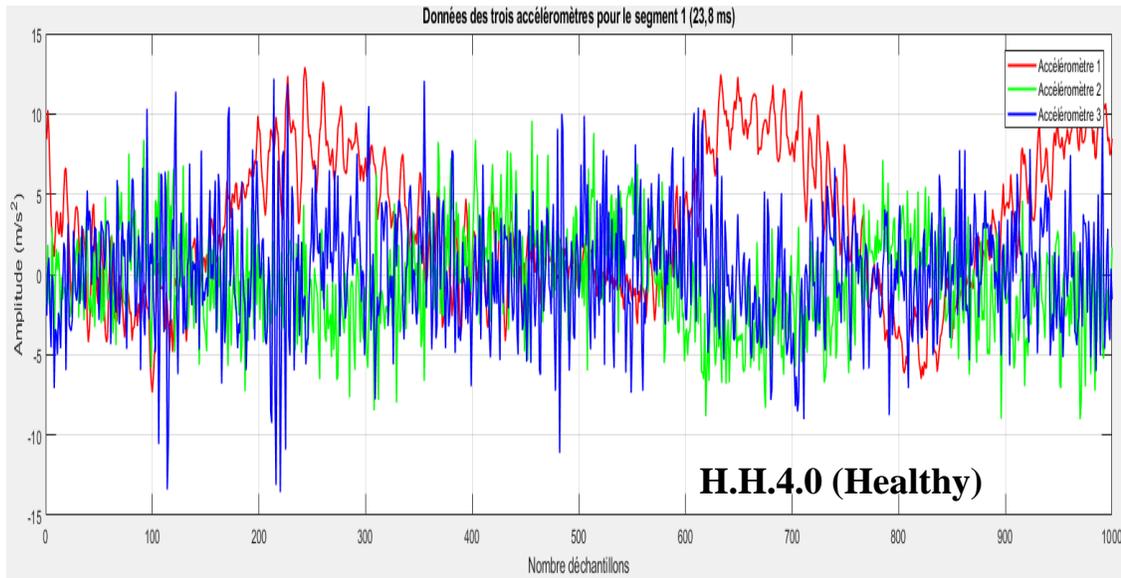
Description de la Base de Données

La base de données UOEMD-VAFCVS (University of Ottawa Electric Motor Dataset – Vibration and Acoustic Faults under Constant and Variable Speed Conditions) contient des signaux vibratoires et acoustiques de 8 moteurs triphasés, enregistrés à 42 kHz sous différentes vitesses (constantes et variables) et charges. Elle inclut 8 classes de défauts mécaniques/électriques, avec 128 fichiers de 420 000 échantillons chacun (10 secondes). Les données brutes (.csv/.mat) permettent l'entraînement de modèles ML pour la maintenance prédictive.



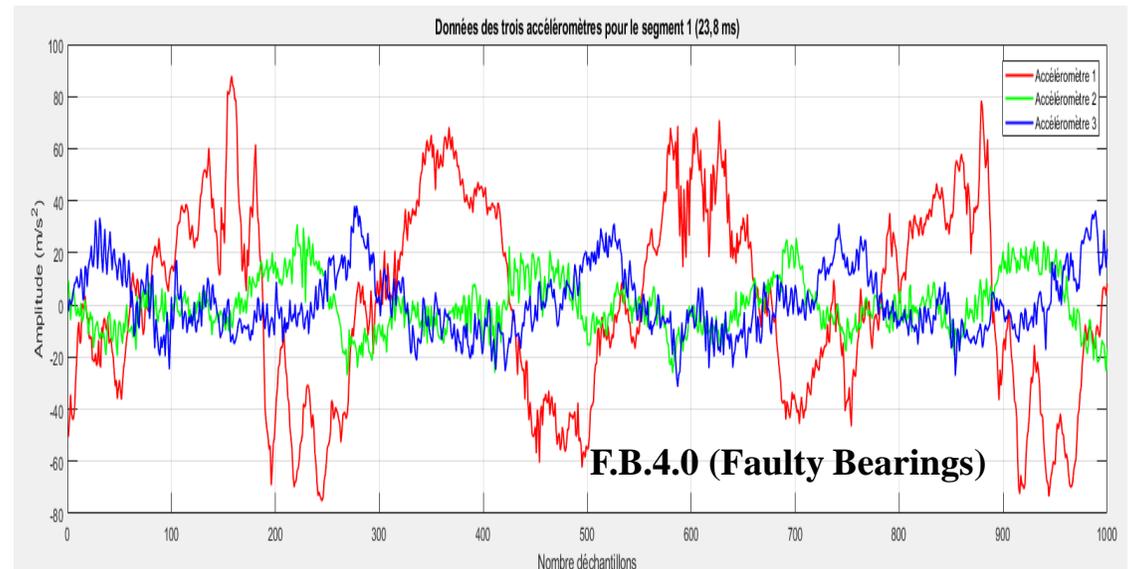
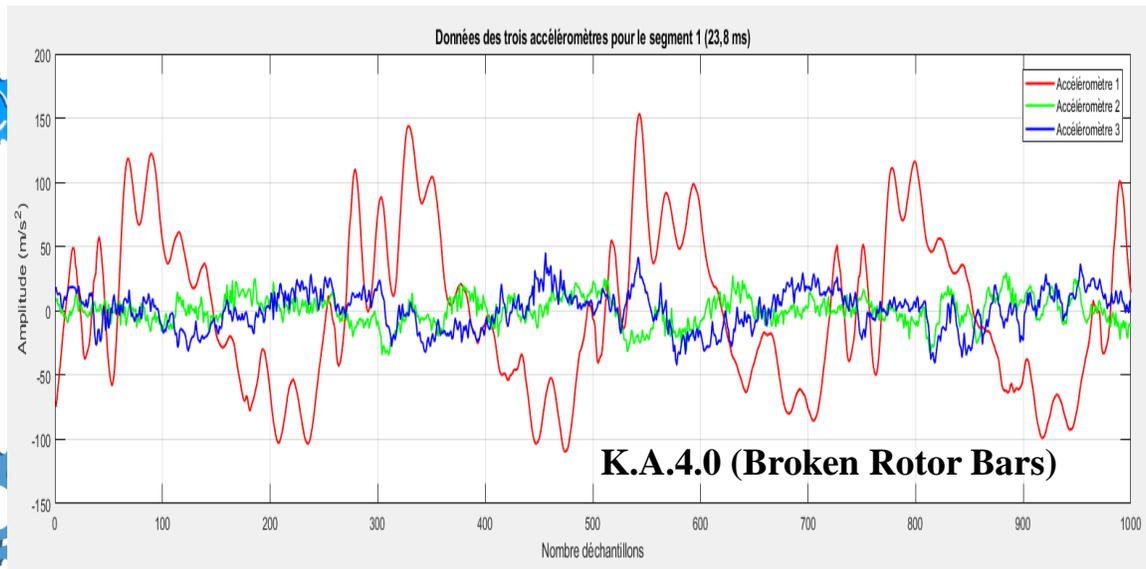
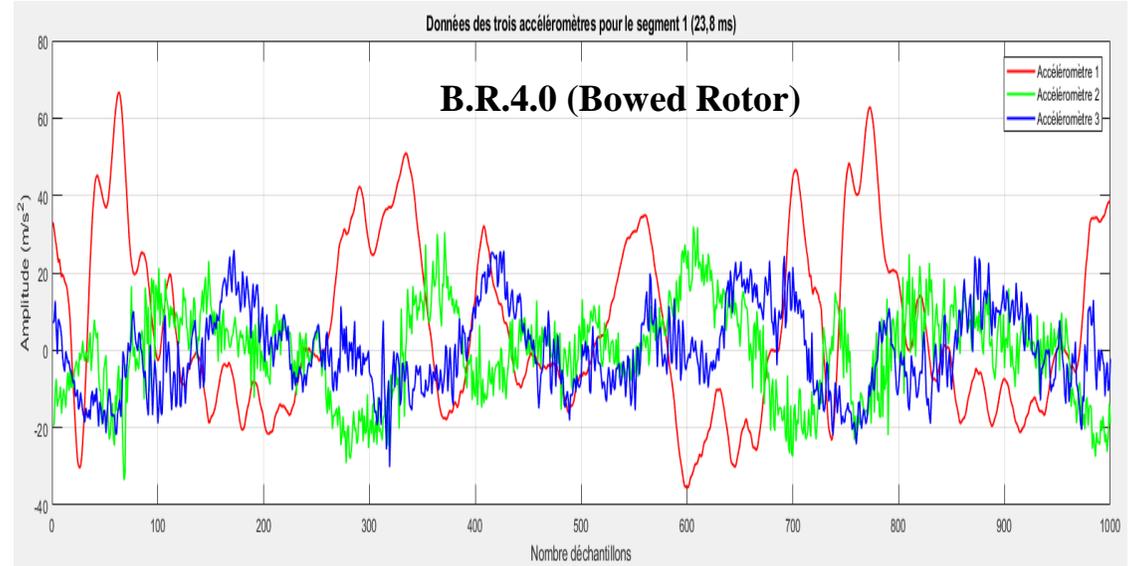
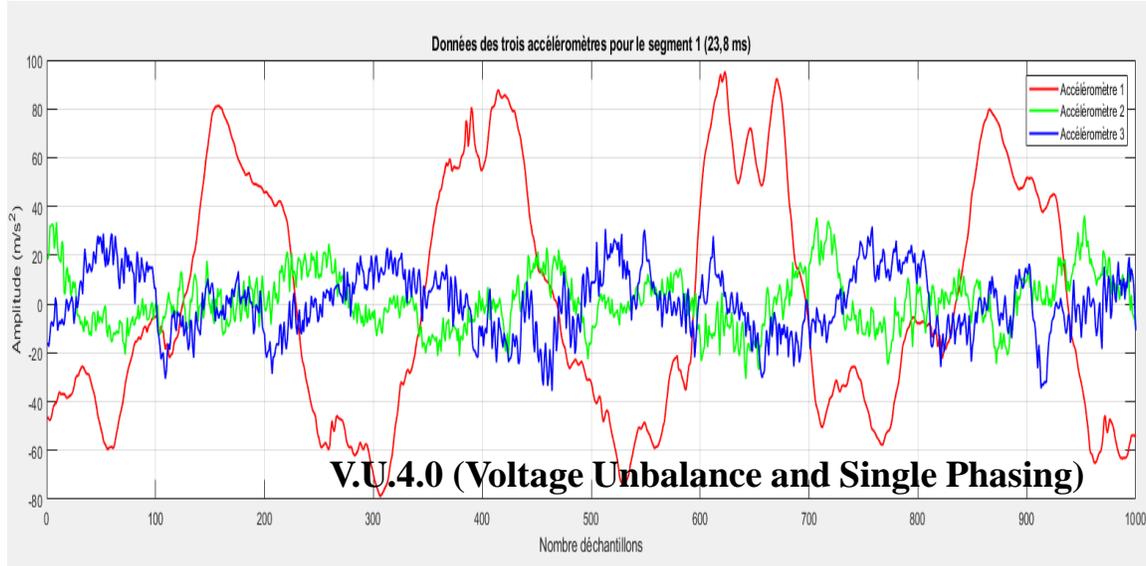
Réalisations et conclusion

Click here to add



Réalisations et conclusion

Click here to add



Réalisations et conclusion

L'étude porte sur l'analyse comparative de 8 classes de fonctionnement moteur (1 healthy et 7 scénarios de défauts) à travers leur signature vibratoire. Pour cette analyse ciblée, nous nous concentrons sur trois cas représentatifs à 60 Hz. Le fonctionnement normal (H-H-4-0) montre des vibrations faibles et régulières. Les défauts mécaniques comme le rotor voilé (B-R-4-0) créent des oscillations anormales dans les basses fréquences, tandis que les problèmes électriques tels que les enroulements défectueux (S-W-4-0) génèrent des perturbations hautes fréquences. Ces signatures uniques permettent un diagnostic précis des pannes. La méthode offre une base solide pour développer des systèmes de surveillance industrielle automatisée, capable de distinguer les différents types de défaillances et d'optimiser les interventions de maintenance.



Merci!

Avez-vous des questions?

Badr-Eddine.Bouchouachi@uqar.ca
bouchouachibadreddine@gmail.com

+1 514 224 4378

BOUCHOUACHI Badr-Eddine

