

**Pôle des Etudes Doctorales**  
**Centre des Etudes Doctorales Sciences et Techniques et Sciences Médicales**

## **AVIS DE SOUTENANCE DE THESE DE DOCTORAT**

**Monsieur IDIRI Soulaïmane**  
**Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du **Doctorat****



**Formation Doctorale : Sciences et Techniques de l'Ingénieur**  
**Discipline : Intelligence Artificielle**  
**Spécialité : Génie Électrique et Intelligence Artificielle**

**Le 25/04/2026 à 10H00 à la Salle des Conférences, Bâtiment « F », Faculté  
des Sciences et Techniques de Tanger, UAE**

**Sous le thème**

**Intelligence Artificielle appliquée à la maintenance prédictive des véhicules intégrant  
un système embarqué**

**Devant le jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
Pr. REKLAOUI Kamal	FST de Tanger, UAE	Président
Pr. EL HAJI Essaid	FP de Larache, UAE	Rapporteur
Pr. EL MOKHTARI Karim	FST de Tanger, UAE	Rapporteur
Pr. GABER Jaafar	Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, France	Rapporteur
Pr. AZMANI Monir	FST de Tanger, UAE	Examineur
Pr. EL BOUHDIDI Jaber	ENSA de Tétouan, UAE	Examineur
Pr. AZMANI Abdellah	FST de Tanger, UAE	Directeur

*Structure de recherche : Laboratoire « Intelligent Automation & BioMedGenomics »*

## Résumé



Dans un contexte industriel marqué par la transformation numérique, l'augmentation de la complexité des systèmes techniques et des exigences accrues en matière de disponibilité, de sécurité et de performance, la maintenance des engins mobiles constitue un enjeu stratégique majeur. Les arrêts non planifiés, les défaillances critiques et les coûts associés à une maintenance réactive ou insuffisamment anticipée impactent directement la continuité des opérations industrielles et logistiques. Par ailleurs, l'intégration croissante de systèmes embarqués, de capteurs et de réseaux de communication génère des volumes importants de données hétérogènes, dont l'exploitation demeure encore partielle dans de nombreux contextes industriels. Face à ces défis, la transition vers des approches de maintenance prédictive et prescriptive apparaît comme une nécessité afin d'anticiper les défaillances, d'optimiser les décisions de maintenance et d'améliorer la fiabilité globale des engins mobiles.

Afin de répondre à ces enjeux, cette thèse propose une approche globale fondée sur l'automatisation intelligente des processus appliquée à la maintenance des engins mobiles. Les travaux s'appuient sur l'exploitation des données issues des systèmes embarqués, notamment celles véhiculées par le bus CAN, combinée à des méthodes avancées de modélisation, d'analyse probabiliste et d'apprentissage automatique. Une analyse approfondie des architectures fonctionnelles des véhicules et de leurs sous-systèmes a permis d'identifier les paramètres critiques influençant les mécanismes de dégradation et de défaillance, constituant ainsi une base solide pour le développement des modèles proposés ?

Une première contribution concerne la modélisation du risque de défaillance des systèmes de refroidissement des véhicules à l'aide d'un réseau bayésien flou. Cette approche probabiliste permet de représenter les dépendances entre les variables critiques, d'intégrer les incertitudes inhérentes aux données réelles et de combiner connaissances expertes et données mesurées. L'analyse de scénarios et l'interprétation des résultats offrent un outil d'aide à la décision permettant d'évaluer le niveau de risque et de soutenir des stratégies de maintenance plus anticipatives.

Une seconde contribution porte sur la maintenance prédictive des moteurs à travers la modélisation de la contre-pression des gaz d'échappement et de son impact sur la perte de puissance. Une approche méthodologique intégrée a été développée, combinant acquisition de données embarquées, génération de données synthétiques et apprentissage profond. Des modèles basés sur des architectures LSTM et GRU ont été conçus et évalués afin de prédire les dérives de fonctionnement et d'anticiper les dégradations des performances moteur. Les résultats expérimentaux montrent la pertinence de ces modèles pour la prédiction temporelle de paramètres critiques et leur contribution à une maintenance proactive.

Afin de concrétiser les contributions scientifiques de cette thèse, un cadre méthodologique cohérent et opérationnel a été mis en place, intégrant les différentes briques de modélisation, d'analyse et de prédiction au sein d'un processus de maintenance intelligente. Cette approche favorise une meilleure compréhension du comportement des engins mobiles, une anticipation des défaillances et une amélioration de la prise de décision en maintenance. Les travaux réalisés ouvrent ainsi des perspectives prometteuses pour le déploiement de solutions de maintenance prédictive et prescriptive dans des environnements industriels réels, contribuant à l'amélioration de la fiabilité, de la disponibilité et de la sécurité des systèmes mobiles.

**Mots clés :** Maintenance prédictive, véhicules intelligents, Système de refroidissement, Système d'échappement, Données CAN ; Intelligence artificielle ; Apprentissage profond ; raisonnement probabiliste, Réseaux bayésiens flous.