

(English version below)

Thèse - Intelligence Artificielle pour l'Optimisation de la Résilience Structurale sous Contraintes Vibratoires Sévères : Application aux Essais de Fatigue des Véhicules Militaires

Contexte et objectifs du projet :

Ce projet de thèse vise à proposer une nouvelle méthode pour les essais environnementaux en ingénierie mécanique (norme NF X 50-144). La recherche exploitera l'intelligence artificielle (IA) pour améliorer les analyses vibratoires, offrant de nouvelles perspectives sur la résilience des systèmes complexes dans des conditions extrêmes, avec un accent sur les applications de défense.

L'analyse vibratoire est essentielle pour garantir la durabilité et la fiabilité des véhicules militaires et de leurs systèmes embarqués, tels que l'armement, les communications et les technologies de capteurs. Ces systèmes subissent des contraintes vibratoires intenses et variables dans des environnements opérationnels divers, tels que des terrains accidentés ou des scénarios dynamiques, que les approches actuelles, basées sur des hypothèses simplifiées, peinent à appréhender pleinement. Ce projet explorera des solutions basées sur l'IA pour relever ces défis, améliorant la capacité à prédire la fatigue et les performances mécaniques grâce à des techniques avancées comme la classification des signaux non stationnaires et des approches innovantes de modélisation.

La recherche s'appuiera sur le potentiel des outils tels que les auto-encodeurs et autres méthodes d'apprentissage, pour traiter des données vibratoires complexes et révéler des signatures que les méthodes traditionnelles négligent. En affinant l'évaluation et l'interprétation de ces signaux, le projet vise à proposer des solutions plus robustes et adaptables pour analyser le comportement des systèmes. Alors que l'IA devient un pilier des technologies de défense de demain, ce travail se positionne à l'avant-garde de l'innovation, contribuant à la fois au progrès scientifique et aux avancées stratégiques en résilience militaire.

Proposé en collaboration avec Inria, l'Université d'Angers et la DGA Techniques Terrestres, ce **doctorat constitue une opportunité unique pour des candidats passionnés par l'IA, l'ingénierie mécanique et la défense**. Les résultats renforceront directement la fiabilité des véhicules militaires, avec des implications plus larges pour des secteurs comme l'aéronautique et l'automobile, influençant potentiellement les normes utilisées par des organisations de premier plan. Basé entre Rennes et Angers, le projet combine un accès à des ressources de pointe et une équipe multidisciplinaire, permettant de contribuer de façon significative à ce domaine stratégique.

Institution(s) d'accueil :

Inria est l'Institut National de Recherche en Sciences et Technologies du Numérique. Centre d'excellence scientifique, il pilote actuellement l'Agence des Programmes Numériques français et se positionne en première ligne de la numérisation en Europe tout en menant des recherches de classe mondiale dans diverses disciplines : informatique, mathématiques et logiciels de simulation. Collaborations internationales et industrielles, recherche de rupture, développement logiciel, intelligence artificielle, technologies quantiques et cybersécurité, ainsi que startups deep tech constituent l'ADN de l'institut. Inria se classe 16e mondial au classement AI Research et est le premier institut européen pour la recherche de pointe en sciences numériques.

LERIA (Laboratoire d'Études et de Recherche en Informatique d'Angers) est une unité de recherche dynamique de l'Université d'Angers, regroupant environ 40 membres, dont 23 enseignants-chercheurs et une communauté active de doctorants et collaborateurs. Son axe scientifique se situe à l'intersection de l'intelligence artificielle et de l'optimisation, couvrant des modèles théoriques de représentation des connaissances et de raisonnement jusqu'aux algorithmes avancés pour résoudre des problèmes combinatoires complexes. En reliant recherche fondamentale et applications concrètes, LERIA contribue activement à l'innovation académique et industrielle en informatique intelligente.

DGA TT (Direction Générale de l'Armement - Techniques Terrestres) est le centre français de défense dédié au soutien et à l'évaluation des systèmes militaires terrestres. Ses équipes se spécialisent dans les systèmes de combat, l'ergonomie, l'armement, la protection, la robotique et la dynamique des véhicules. Avec des sites majeurs à Bourges et Angers, l'établissement d'Angers se concentre sur la caractérisation et les essais en conditions réelles des véhicules militaires, notamment leur comportement dynamique et leur résistance à des environnements hostiles. S'étendant sur plus de 150 hectares, le site dispose de pistes spécialisées et d'installations de pointe pour simuler des conditions mécaniques et climatiques extrêmes, garantissant la fiabilité des équipements dans les scénarios les plus exigeants.

Avantages :

Le chercheur recruté rejoindra une équipe multidisciplinaire comprenant des scientifiques permanents établis, des étudiants en Master, doctorants et post-doctorants (30 personnes). Le programme de formation vise à préparer les candidats à des postes scientifiques, en académie ou en industrie, dans un environnement intensif en recherche favorisant l'excellence scientifique (chercheurs de renommée mondiale et plus de 65 prestigieuses bourses ERC) et l'entrepreneuriat (plus de 220 startups créées et un Inria Startup Studio dédié). Vous aurez également accès à un vaste portefeuille de formations sur les sciences et technologies numériques, la programmation scientifique ou l'intelligence artificielle. Le candidat pourra partager son temps entre Rennes et Angers grâce à un programme flexible. Il sera recruté par Inria au sein du Campus Scientifique de Beaulieu à l'Université de Rennes, Bretagne (France), une ville moyenne (220 000 habitants) proche de Paris et de la mer, avec une vie étudiante intense (25 % de la population). Rennes (1^{re} ville étudiante de France en 2024 et 8^e en Europe pour la qualité de vie en 2019) et Angers (1^{re} ville française où il fait bon vivre en 2022) offrent une qualité de vie exceptionnelle, une riche histoire, une culture dynamique et une économie florissante.

Profil du candidat :

Ce doctorat, mêlant intelligence artificielle et résilience mécanique pour les véhicules militaires, s'adresse à des diplômés de Master (ou en voie de l'être) motivés, avec les qualifications suivantes :

- **Domaines d'études** : Les profils idéaux possèdent des compétences en mécanique computationnelle, IA/science des données et/ou calcul scientifique avancé. Les candidats peuvent provenir de divers cursus de niveau Master ou Grande Ecole d'Ingénieur, incluant traitement du signal, l'apprentissage automatique, la mécanique computationnelle (vibrations, fatigue ou dynamique), l'ingénierie des véhicules (par ex., mécatronique), la physique ou les mathématiques appliquées. Une expérience en programmation de méthodes numériques avec des langages de haut niveau (Matlab, Python, Julia, etc.) est indispensable.
- **Excellence académique** : Un parcours d'excellence et de bonnes notes en Master. Les candidats doivent être capables de travailler en autonomie et être excellents en résolution de problèmes.
- **Compétences informatiques** : Une aisance dans le maniement de logiciels, le développement

d'algorithmes avancés et dans la manipulation de concepts théoriques ou analytiques.

- **Citoyenneté** : Doit être citoyen de l'UE en raison de l'aspect Défense du projet.
- **Passion et motivation** : Enthousiasme pour l'IA, les applications en défense et les technologies de pointe en ingénierie.

Procédure de candidature et de sélection :

Soumettez vos **documents de candidature** sur : <https://jobs.inria.fr/public/classic/fr/offres/2025-08786>. Les candidatures seront examinées au fil de l'eau.

- 1) Les candidats présélectionnés seront conviés à un entretien en ligne, puis invités à fournir des relevés de notes complémentaires, un diplôme et au moins une lettre indiquant approximativement leur classement dans leur promotion.
- 2) Dès que le meilleur candidat sera identifié, l'offre sera retirée de la plateforme de candidature.
- 3) La candidature sera ensuite évaluée par un Comité de Sélection de la Défense. Les résultats finaux seront communiqués rapidement, et le doctorat débutera en octobre 2025.

Documents de candidature :

- Champ '**CV**' : Un curriculum vitae détaillé (indiquant votre nationalité et votre pays de résidence actuel).
- Champ '**Motivation**' : En une page maximum, décrivez votre intérêt pour ce poste et parlez-nous de votre réalisation la plus significative.
- Champ '**Recommandation**' : Votre dernier relevé de notes de Master.
- Champ '**Autres documents**' : Bulletins de notes et tout autre document supplémentaire appuyant votre candidature.

Détails :

Durée: 3 ans (Oct. 2025 – Sep. 2028).

Localisation : Inria – I4S (Rennes) et LERIA and DGA (Angers), France

Contact :

- **Christophe Droz**, Chercheur, Inria, Campus Scientifique de Beaulieu. Av. Général Leclerc, 35042 Rennes (christophe.droz@inria.fr).
- **Nicolas Gutowski**, Maître de conférences, LERIA, Univ. Angers. 40 Rue de Rennes, 49100 Angers (nicolas.gutowski@univ-angers.fr).

PhD - Artificial Intelligence for Structural Resilience Optimization under Severe Vibratory Stress: Application to Fatigue Testing of Military Vehicles

Context and objectives of the project:

This PhD project, titled "Artificial Intelligence for Optimizing the Mechanical Resilience of Systems under Severe Vibratory Stress: Application to Fatigue Testing of Military Vehicles" aims to advance the methodologies of the NF X 50-144 standard, a key framework for environmental testing in mechanical engineering. The research will harness artificial intelligence (AI) to improve vibration analyses, offering new insights into the resilience of complex systems under extreme conditions, with a focus on defense applications.

Vibration analysis plays a vital role in ensuring the durability and reliability of military vehicles and their embedded systems, such as armament, communication, and sensor technologies. These systems face intense and variable vibrational stresses from diverse operational environments, including rugged terrains and dynamic scenarios, which current testing approaches, based on simplified assumptions, often fail to fully capture. This project will explore AI-driven solutions to address these challenges, enhancing the ability to predict fatigue and mechanical performance through advanced techniques like classification of non-stationary signals and innovative modeling and classification approaches.

The research will tap into the potential of AI tools, such as autoencoders and other learning frameworks, to process complex vibration data and uncover patterns which traditional methods overlook. By refining how we assess and interpret these signals, the project aims to deliver more robust and adaptable solutions for evaluating system behavior. As AI becomes a cornerstone of future defense technologies, this work will position you at the forefront of innovation, contributing to both scientific progress and strategic advancements in military resilience.

Offered in collaboration with Inria, the University of Angers, and DGA Land Techniques, this PhD provides a unique platform for candidates passionate about AI, mechanical engineering, and defense. The outcomes will directly enhance the reliability of military vehicles, with broader implications for industries like aerospace and automotive, potentially shaping standards used by leading organizations. Based between Rennes and Angers, the project combines access to cutting-edge resources with a multidisciplinary team, offering an exceptional opportunity to make a meaningful impact in a high-stakes field.

Hosting institution(s):

Inria is the National Research Institute for Digital Science and Technology. This center for scientific excellence is currently directing the *French Digital Programs Agency* and is on the frontline of digitalization in Europe while conducting world-class research covering a wide range of disciplines: computer science, mathematics, and simulation software. International and industrial collaborations, ground-breaking research, software development, artificial intelligence, quantum- and cyber technologies and deep tech startups are the DNA of the institute. Inria ranks 16th worldwide at the AI Research ranking while being the number one European institute for frontier research in digital sciences.

LERIA (Laboratory for Computer Science Research in Angers) is a dynamic research unit of the University of Angers, bringing together around 40 members, including 23 faculty researchers and a vibrant community of PhD

students and collaborators. Its scientific focus lies at the intersection of Artificial Intelligence and Optimization, with research spanning from theoretical models for knowledge representation and reasoning to advanced algorithms for solving complex combinatorial problems. Bridging fundamental research and real-world applications, LERIA actively contributes to both academic and industrial innovation in intelligent computing.

DGA TT (French Procurement Agency - Land Techniques) is the French defense center dedicated to supporting and evaluating all land-based military systems. Its teams specialize in combat systems, ergonomics, weaponry, protection, robotics, and vehicle dynamics. With key sites in Bourges and Angers, the Angers facility focuses on the characterization and real-world testing of military vehicles, including their dynamic behavior and resistance to harsh environments. Spanning over 150 hectares, the site offers specialized tracks and state-of-the-art facilities to simulate extreme mechanical and climatic conditions - ensuring that equipment performs reliably under the most demanding scenarios.

Benefits:

The recruited researcher will join a multi-disciplinary team involving established, **full-time research scientists** of all ages, MSc, PhD and postdocs (~30 ppl). The training programme intends to prepare candidates for scientific positions, either in academia or industry, by working in a research-intensive environment which fosters both scientific excellence (world-class researchers and over 65 prestigious ERC grants) and entrepreneurship (over 200 startups launched and a dedicated Inria Startup Studio). You will also have access to an extensive portfolio of training courses on digital science and technology, scientific programming or Artificial Intelligence. The candidate will have the opportunity to share his time in Rennes and Angers, through a flexible programme. He will be recruited by Inria in the Beaulieu Scientific Campus of University of Rennes, Bretagne (France), a medium town (~220.000 inhabitants) close from Paris and from the sea, with an intense student life (25% of the population). and Angers (France's top city to live in, 2022) and Rennes (1st student city in France, 2024, and 8th in Europe for quality of life, 2019) both offer an exceptional quality of life, a rich history, vibrant culture, and a thriving economy.

Candidate profile:

This PhD, blending AI and mechanical resilience for military vehicles, seeks motivated MSc (or soon-to-be) graduates with the following qualifications:

- **Graduation Topics:** Ideal profiles are those with backgrounds in computational mechanics, AI/data science and/or advanced scientific computing. Candidates can come from various MSc-level curriculums involving signal processing, machine learning, computational mechanics (vibration, fatigue, or structural dynamics), vehicle engineering (e.g., mechatronics), physics or applied mathematics. Experience in implementing numerical methods in high-level programming languages (Matlab, Python, Julia, ...) is essential.
- **Academic Excellence:** Outstanding curriculum with top-class grades, reflecting a strong academic track record. Candidates are expected to possess outstanding problem-solving abilities and a proven aptitude for teamwork.
- **Computer Literacy:** Proficiency in navigating advanced algorithms and theoretical concepts, with strong analytical skills.
- **Citizenship:** Should be an EU citizen due to the defense-related nature of the project.
- **Passion and Drive:** Enthusiasm for AI, defense applications, and advancing engineering solutions.

Application & selection procedure:

- 1) Submit your **initial application documents** at: <https://jobs.inria.fr/public/classic/fr/offres/2025-08786>
These initial applications will be screened on a rolling basis.
- 2) Shortlisted candidates will be invited to an online interview and then be asked to provide complementary transcripts, diploma and at least one letter mentioning the student's approximate ranking within their class.
- 3) As soon as the best candidate has been identified, the offer will be removed from the application platform.
- 4) The application will be evaluated by a Defense Selection Committee. Final results will be communicated shortly and the PhD will begin in Oct. 2025.

Initial application documents:

- Field 'CV': A detailed curriculum vitae (indicating your nationality and current country of residence).
- Field 'Motivation': In one page or less, please outline your interest in this position and tell us about your most significant achievement.
- Field 'Recommendation': A recent/MSc 2 academic transcript.
- Field 'Other documents': Grades for the last three semesters and any additional document to support your application.

Details:

Duration: 3 years (Oct. 2025 – Sep. 2028).

Location: Inria – I4S (Rennes) and LERIA and DGA (Angers), France

Contact:

- **Christophe Droz**, Researcher, Inria, Beaulieu Scientific Campus. Av. Général Leclerc, 35042 Rennes (christophe.droz@inria.fr).
- **Nicolas Gutowski**, Associate Professor, LERIA, Univ. Angers. 40 Rue de Rennes, 49100 Angers (nicolas.gutowski@univ-angers.fr).