



Proposition de Thèse de doctorat en Automatique et Génie Industriel (CNU 61)

Développement d'un modèle de pilotage et d'amélioration continue de la performance intégrant les risques éthiques dans les systèmes industriels du Futur

INFORMATIONS GENERALES

Universités/Laboratoires : Université Savoie Mont Blanc France/LISTIC et Université Polytechnique Hauts-de-France/LAMIH UMR CNRS 8201

Date de démarrage et durée : 1^{er} octobre 2024 pour une durée de 3 ans.


Equipe d'encadrement

Responsable scientifique : Lamia Berrah

Lamia Berrah, *Professeur des Universités*, LISTIC/USMB  lamia.berrah@univ-smb.fr

Damien Trentesaux, *Professeur des Universités*, LAMIH UMR CNRS 8201/UPHF  Damien.Trentesaux@uphf.fr

Encadrement :

Jose-Fernando Jimenez Gordillo, *Maitre de conférences*, CNU 61, SYMME/USMB  jf.jimenez@univ-savoie.fr

Employeur : USMB

Type de contrat : CDD Doctorant/Contrat doctoral

Durée du contrat : 36 mois

Quotité de travail : temps complet

Rémunération : La rémunération est d'un minimum de 2100 € mensuel

Inscription en doctorat : Université Savoie Mont Blanc, école doctorale SIE

DESCRIPTION DU SUJET DE THESE

Contexte scientifique

Cette thèse se place dans le contexte du projet ANR ETHICS40 (ANR-23-CE10-0014) dont les partenaires sont le LAMIH (coordination), l'Université Savoie Mont Blanc - LISTIC et SYMME, l'Université Grenoble Alpes - CERAG et la Société NTN Europe située à Annecy.

Cette thèse sera menée en partenariat avec Paul Reaidy, *Professeur des Universités*, CERAG - Grenoble INP-UGA, et Cécilia Daquin, *Maîtresse de Conférences* au LAMIH.



L'usage des technologies modernes dans les systèmes industriels est en expansion au vu des spécificités techniques qu'elles permettent de réaliser, de la traçabilité des données qu'elles offrent, et du soulagement des opérateurs humains, des tâches fastidieuses ou répétitives, qu'elles rendent possibles. Les systèmes

industriels du Futur se caractérisent par une autonomie ou une coordination de l'homme avec la machine ainsi qu'une profusion de données pouvant conduire à des décisions mal maîtrisées, induisant des enjeux éthiques.

Ayant pour but de faire face à ces enjeux éthiques, et de protéger l'humain et l'environnement des risques potentiellement associés, les entreprises se dotent de démarches et de règles qu'elles enrichissent et adaptent en permanence à son contexte (économie circulaire, Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE), Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD), etc.). Cependant, les réponses fournies par les cadres et législations en vigueur restent très partielles et évoluent moins vite que les technologies. Par exemple, le RGPD ne s'applique qu'en Europe et ne traite que de l'engagement des traitements menés sur les données par le collecteur. La RSE couvre essentiellement les volets stratégiques, financiers (« business ») et légaux. Ces réponses traitent séparément et dans des formats différents certains aspects mentionnés auparavant et couvrent partiellement l'activité industrielle.

Le projet ETHICS40 s'intéresse au management de ces enjeux éthiques et ambitionne, en partenariat avec le fabricant de roulements NTN Europe, le développement d'un outil nommé ETHICS4IF (Ethical Risk Assessment and Management for Industry of the Future), permettant l'identification et l'intégration des risques éthiques au pilotage et à l'amélioration de la performance industrielle. Destiné aux acteurs en interaction avec les systèmes industriels (opérateurs, managers, etc.), ETHICS4IF intégrera les différents points de vue liés aux risques éthiques (humain, système industriel, entreprise, société, environnement). Les règles et pratiques de gestion éthiques déduites de l'analyse des risques seront définies en cohérence avec les règles de déontologie en vigueur dans l'entreprise et dans un respect des lois associées à l'usage du numérique. ETHICS40 répond à un besoin important des industriels en migration vers l'Usine du Futur. Il offrira à la communauté scientifique un outil contribuant à rendre opérationnelle l'éthique en génie industriel.

Force est de constater que d'un autre côté les réponses opérationnelles relevant du concept d'éthique (issu de la philosophie morale) dans le domaine de l'industrialisation et l'exploitation des systèmes industriels restent rares. Ce manque de vision globale et d'offre opérationnelle face aux besoins des entreprises est flagrant. Avec une vision pluridisciplinaire, les acteurs du projet ETHICS40 ambitionnent de travailler sur ce manque. Ils envisagent de montrer que la gestion des risques éthiques, dans le cadre de l'évolution vers des usines plus connectées, ne peut se faire indépendamment des exigences relevant du pilotage et de l'amélioration continue de la performance des systèmes industriels, garant de la viabilité industrielle des entreprises. Par ailleurs, la notion de performance doit être revue pour intégrer un volet éthique appliquée à l'usage des systèmes cyber-physiques, de l'internet des objets, du big data et du cloud computing dans un contexte industriel. Le contexte considéré est ainsi celui de l'exploitation des systèmes industriels du Futur pour lesquels il y a une méconnaissance des risques éthiques, une absence de cadrage éthique pour le pilotage et l'amélioration continue de la performance, et un manque de règles et d'outils opérationnels pour gérer ces risques éthiques.

Objectifs de la thèse

La question de recherche étudiée dans cette thèse porte sur la manière dont les enjeux éthiques doivent être intégrés au pilotage et à l'amélioration continue de la performance des systèmes industriels connectés. Il s'agira de réviser la notion de performance telle qu'elle est actuellement définie, « courttermiste » et techno-centrée, pour y intégrer les risques éthiques liés à l'utilisation des technologies modernes qui impactent l'organisation du travail et la gestion des données. L'identification de ces risques, de différentes natures, technologiques, organisationnels, managériaux, etc., et se situant à différents niveaux (humain, entreprise, société et



environnement), fera l'objet d'une thèse du projet ANR et servira de point d'entrée à la révision du modèle de performance. Les risques éthiques seront pris en compte dans la définition de l'ensemble des objectifs, moyens et actions associées aux démarches d'amélioration continue de la performance, de même que leur impact sur cette dernière sera estimé et le niveau de « maturité éthique » sera évalué et amélioré.

L'objet de cette thèse est de proposer un modèle de pilotage et d'amélioration de la performance qui prend en compte les risques éthiques dans les systèmes industriels du Futur, en réponse aux questions suivantes :

- Est-il possible de prendre en compte les risques éthiques de manière opérationnelle et d'aller dans le sens de l'amélioration de la performance industrielle ?
- Est-il possible d'évaluer la pertinence d'une démarche éthique et son impact sur la performance industrielle ?

Partant de travaux préliminaires menés par les partenaires, l'approche consistera à construire une réflexion qui distingue les situations où la dimension éthique peut être considérée comme un critère de performance que l'on manipule comme les autres critères, de celles où elle ne peut pas l'être. Les risques éthiques identifiés dans le cadre du projet se traduiront par des règles permettant des ajustements dans la déclaration des objectifs et l'utilisation des moyens en vue de la prévention des risques identifiés. Ils se traduiront par des comportements déontologiques (par exemple, des règles immuables) ou utilitaristes (par exemple, des décisions à prendre selon des critères) à appliquer selon la situation et des indicateurs de performance à intégrer dans le système d'indicateurs de performance conventionnel, fondé essentiellement sur des indicateurs de Coût, Qualité et Délai. Une évaluation d'un degré d'éthique sera également effectuée permettant de faire évoluer la pratique éthique

Missions principales et organisation de la thèse

La mission principale est ainsi de concevoir le modèle de pilotage et d'amélioration de la performance puis d'aider à son développement sous la forme du prototype logiciel ETHICS4IF. Dans ce modèle, on peut imaginer plusieurs aspects : l'analyse de la définition de la performance industrielle au regard de l'éthique, la proposition du modèle intégrant l'éthique et l'évaluation de la « maturité éthique ». Il consistera en un système d'indicateurs de performance associé à un ensemble de règles de pilotage et d'amélioration continue de la performance.

Les travaux débiteront par un état de l'art sur les cadres proposés pour le pilotage et l'amélioration continue de la performance des systèmes industriels du Futur (KPI, Performance Measurement and Management Systems, Lean management, etc.). Cet état de l'art sera accompagné d'une étude sommaire des grands principes de la prise en compte de l'éthique appliquée à l'ingénierie (principaux paradigmes et leur mode d'application).

Sur la base de l'analyse de cette revue de littérature, une révision de la notion de performance sera proposée dans un premier temps, conduisant à une définition enrichie par la dimension éthique. S'en suivra une proposition d'intégration des risques éthiques, le long des quatre niveaux décisionnels du pilotage (stratégique, tactique, opérationnel et temps-réel) et conformément à ses trois éléments fondamentaux (objectifs, moyens, résultats). Des approches telles que le Balanced Scorecard de Kaplan & Norton pourront servir de point de départ à la construction du système d'indicateurs de performance.

Les propositions seront complétées, testées et validées auprès du partenaire industriel NTN Europe, sous contrôle du consortium support du projet, afin de construire des proof-of-concepts à valider avant consolidation dans le prototype final.

Mots clés : éthique opérationnelle, industrie du futur, intelligence artificielle, performance industrielle, pilotage et amélioration continue, outil logiciel.

Bibliographie pour démarrer

Berrah L., Cliville V., Trentesaux D., Chapel C. (2021). Industrial Performance: An Evolution Incorporating Ethics in the Context of Industry 4.0. *Sustainability*, 13(16), 9209.



Dalenogare L.S., Benitez G.B., Ayala N.F., & Frank A.G. (2018). The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, 204, 383-394.

Gupta H., Kumar A., & Wasan P. (2021). Industry 4.0, cleaner production, and circular economy: An integrative framework for evaluating ethical and sustainable business performance of manufacturing organizations. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126253.

Droit, R.P. (2009). *L'éthique expliquée à tout le monde*, Seuil.

Jimenez J.F., Berrah L., Trentesaux D., & Chapel C. (2022). Towards the ethical awareness integration on industrial performance management systems. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 3232-3237

Trentesaux D., & Caillaud E. (2020). Ethical stakes of Industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 17002-17007

Wang, Z., Sheu, J. B., Teo, C. P., & Xue, G. (2022). Robot scheduling for mobile-rack warehouses: Human-robot coordinated order picking systems. *Production and Operations Management*, 31(1), 98-116.

CONTEXTE DE TRAVAIL

Co-dirigée, la thèse bénéficiera à la fois du contexte de travail des laboratoires LISTIC et LAMIH.

Le laboratoire LISITIC (Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance) est une Unité de Recherche de l'Université Savoie Mont Blanc (USMB). Ses travaux portent sur la modélisation, la spécification et le développement de théories, d'algorithmes et de systèmes pour gérer les connaissances, qui trouvent leur application dans de multiples domaines dont le génie industriel. Depuis plus de 20 ans, le LISTIC travaille sur le développement d'un cadre pour l'expression de la performance, la définition des indicateurs et la mise en œuvre des démarches d'amélioration continue. Il a engagé un partenariat fort avec les entreprises de la région (Fournier, Entremont, Maped, SOMfy, Staubli, Mecalac, etc.) dont l'entreprise NTN Europe sur cette thématique. Le LISTIC travaille également en partenariat avec le laboratoire SYMME (SYstème et Matériaux pour la MEcatronique) de l'USMB sur les aspects rattachés aux notions de smart manufacturing et de mécatronique.

Le LAMIH UMR CNRS 8201 (Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industriel et Humain) est une unité mixte de recherche entre l'Université Polytechnique Hauts-de-France (UPHF) et le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Le LAMIH dispose d'une identité reconnue sur les thématiques du transport, de la logistique industrielle, de la mobilité et du handicap. L'association avec le CNRS et le Label CARNOT montrent que l'ensemble de la palette de la recherche scientifique est décliné au LAMIH ; de l'amont (IRP, FR CNRS, chaires internationales...) à l'aval (mise en œuvre de laboratoires communs LAMIH/Industriels, dépôts de brevets, création de start-up...) en passant par des plateformes d'essais très importantes et parfois uniques connectées avec des industriels majeurs (Alstom-Bombardier, Airbus Helicopters, Toyota, Renault...). Depuis toujours tourné vers l'International, le LAMIH compte nombre de partenaires de renom tels que : TU Delft, Université de Montréal, Georgia Tech, Tsukuba University, Northwestern Polytechnical University, PennState, Universitat Politècnica de València (UPV), Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Northumbria University, University of Cambridge, RWTH Aachen University, etc.

CONTRAINTES ET SPECIFICITES

Hébergée à Annecy, cette thèse nécessitera des déplacements réguliers, tout au long de la thèse, chez les partenaires à Valenciennes et à Grenoble, ainsi que chez le partenaire industriel sur Annecy.

Des séjours à l'étranger, dans des universités partenaires pourront être organisés. Une bonne maîtrise de l'anglais est ainsi nécessaire pour communiquer, publier et présenter les résultats lors de conférences internationales et dans des revues internationales.



INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Compétences et profil du candidat

Le candidat doit détenir, ou être sur le point de terminer un diplôme de master ou ingénieur au moment de sa candidature. L'inscription en thèse sera conditionnée à l'obtention de ce diplôme.

Le profil idéal est celui d'un ingénieur ou d'un master dans les domaines du génie industriel, mais cela n'est pas rédhibitoire. Il est par contre important que le candidat, même s'il n'a pas suivi de modules d'enseignement en lien avec l'éthique, soit sensibilisé à une vision pluridisciplinaire des métiers de l'ingénierie et du monde technique prenant en compte la dimension humaine.

Le candidat retenu devra avoir de solides compétences techniques dans les domaines du génie industriel et des outils scientifiques et méthodologiques utilisés. Il doit présenter une appétence certaine concernant les outils méthodologiques en génie industriel, en démarches d'amélioration de la performance et de construction de tableaux de bord. Des compétences techniques dans les domaines du numérique (Internet des objets, systèmes d'information, intelligence artificielle, etc.) pourront être mobilisées durant la thèse.

Autonome, curieux, rigoureux et force de proposition, le candidat doit montrer un intérêt réel à s'engager dans des recherches innovantes de haut niveau. De bonnes compétences rédactionnelles sont requises (français, anglais). Relevant du contexte du projet ANR ETHICS40, cette thèse requiert du candidat une capacité à savoir travailler en équipe pluridisciplinaire et à respecter les échéances décidées collégalement.

Candidature

La procédure de candidature se fait par voie électronique à : lamia.berrah@univ-smb.fr

Elle contiendra :

1. CV détaillé comprenant expérience et connaissances professionnelles pertinentes ;
2. Lettre de motivation et d'intérêt pour la recherche (avec les noms et adresses e-mail d'au moins deux personnes de référence), en expliquant les raisons du souhait de poursuite en doctorat, en exposant les centres d'intérêts académiques, leur lien avec les études menées et les objectifs futurs ;
3. Notes de Master (M1 M2) ou d'école ingénieur (L3, M1, M2) et tout document jugé utile (lettres de recommandation, références des responsables de cours, appréciations obtenues lors des stages réalisés, etc.).

A l'issue d'une première sélection sur dossier, les candidats sélectionnés seront auditionnés par les encadrants de la thèse. Des auditions par voie de visioconférence peuvent être organisées.