



Mines Saint-Etienne
Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (CNRS
UMR 6158)
Institut Henri FAYOL

Post-doctorant ou Post-doctorante en Science de données pour le diagnostic de
systèmes industriels dans un contexte de données multimodales et *temps réel*
- CDD 12 mois,

Mots clés : apprentissage statistique et automatique ; optimisation ; détection d'anomalies et défauts ; traitement du signal

Mines Saint-Etienne est une Ecole de l'Institut Mines-Télécom (IMT), 1er groupe public d'écoles d'ingénieurs et de management de France. L'IMT est un EPSCP (grand établissement) sous la tutelle du Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique.

L'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (Mines Saint-Etienne) est chargée de missions de formation, de recherche et d'innovation, de transfert vers l'industrie et de culture scientifique, technique et industrielle.

Mines Saint-Etienne représente : 2 400 élèves-ingénieurs et chercheurs en formation, 480 personnels (150 Chercheurs et Enseignants-chercheurs), un budget consolidé de 46 M€, 3 campus dédiés à i/ l'industrie à Saint-Etienne et Lyon (région AURA) ii/ la microélectronique et les objets connectés à Gardanne (Métropole Aix-Marseille Provence, région SUD) et iii/ l'ingénierie pour la santé à Saint-Etienne ; 6 unités de recherche ; 5 centres de formation et de recherche ; un centre de culture scientifique technique et industrielle leader en France « La Rotonde » (> 50 000 visiteurs / an). Le Times Higher Education nous classe 300-400e au niveau mondial en "Engineering & Technology" (1er établissement d'enseignement supérieur et de recherche dans ses deux régions d'appartenance) et 1er établissement Français pour les Objectifs de Développement Durable (ODD) 11 – Villes et communautés durables et 13 – Lutte contre les changements climatiques. Notre environnement de travail se caractérise par un taux d'encadrement enseignants par étudiants et des taux d'environnement fonctions support par chercheur et doctorants par chercheur élevés, ainsi que des moyens expérimentaux et de modélisation/simulation numérique au meilleur niveau. Membre de l'association T.I.M.E. qui regroupe les meilleures Universités de Technologie, Mines Saint-Etienne est, par son appartenance à l'Institut Mines-Telecom, membre de l'Université Européenne EULIST.

La stratégie de Mines Saint-Etienne pour les 5 prochaines années est orientée vers l'accompagnement des entreprises et des organisations aux changements induits par les transitions écologique, numérique et générationnelle et vers le soutien à la souveraineté nationale et européenne en micro-électronique ; par la formation, la recherche, le transfert de technologies et l'éducation aux sciences.

Le Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS), Unité Mixte de Recherche (UMR 6158) en informatique, et plus généralement en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), est le laboratoire d'accueil. Le LIMOS est principalement



rattaché à l'Institut des Sciences de l'Information et de leurs Interactions (INS2I) du CNRS et de façon secondaire à l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS). Il a pour tutelles académiques l'Université Clermont Auvergne (UCA) et Mines Saint-Etienne (MSE). Il est également membre de Clermont Auvergne INP.

Créé en 2011, l'Institut Henri Fayol, centre de formation et de recherche de Mines Saint-Etienne, s'intéresse aux transformations actuelles à l'aune des transitions numérique, écologique et industrielle qui sont au cœur de l'efficacité, de la résilience et de la durabilité de l'industrie et des territoires du futur. Pour cela, l'institut déploie une stratégie pluridisciplinaire mettant en synergie des compétences fortes en génie mathématique et industriel, en informatique et systèmes intelligents, en génie de l'environnement pour les organisations, en management responsable et innovation en lien avec EVS UMR 5600, LIMOS UMR 6158 et COACTIS Unité de Recherche en gestion.

Au sein de cet institut, le département Génie Mathématique et Industriel (GMI) s'intéresse aux modèles de décision et à la science des données en mobilisant ses compétences fortes en modélisation statistique, en optimisation et en recherche opérationnelle, pour la conception et l'optimisation de systèmes réels et complexes.

Contexte scientifique et industriel

Le diagnostic des systèmes est essentiel à la gestion efficace des opérations industrielles, contribuant à maintenir la rentabilité, la fiabilité et la sécurité des processus de production. En effet, ces systèmes sont au cœur des processus de production et de fabrication, où la moindre défaillance peut entraîner des effets et perturber l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement (pannes - retards - dégradation de la qualité, etc.). Pour réaliser le diagnostic, il est nécessaire d'avoir accès à différents types de données. Ces données dites multimodales, sont de natures hétérogènes souvent associées à divers types de grandeurs ou formats (signaux, images, bases de données, etc.) provenant de sources de données variées (capteurs de température, capteurs de vibration, etc.). Cependant, à ce jour, l'exploitation complète soit intégrée de ces différentes modalités de données reste un défi. Pourtant, cette intégration permettrait une détection plus rapide et précise des anomalies et une prise de décision plus informative.

L'objectif de ce projet est de développer une méthodologie exploitant l'hétérogénéité et la multimodalité des données pour diagnostiquer les systèmes industriels. Cette approche exploiterait le potentiel de l'analyse temps-fréquence, la détection d'anomalies, le transport optimal et l'apprentissage statistique.

Missions

Dans le cadre de ce projet, le candidat ou la candidate devra réaliser les missions suivantes :

- La collection des données en utilisant la plateforme *IT'm factory* de l'École des Mines de Saint-Étienne, suivie par la phase de prétraitement [7].
- L'appropriation des outils d'analyse fréquentielle et d'analyse temps-fréquence afin de les adapter pour extraire les caractéristiques des signaux [2,4,5] : approches formelles et/ou algorithmiques.

- L'appropriation des outils pour aligner et fusionner les informations provenant de différentes modalités de données [1,9] et notamment les approches liées du *transport optimal*
- Le développement d'une méthodologie de détection d'anomalies multimodales [3,6,8,10]
- La validation expérimentale et test de approches développées
- La valorisation de ce travail par des publications dans les conférences du domaine ou revues.

Mots clés : *Diagnostics de systèmes industriels, Apprentissage statistique, Multimodalité des données, Hétérogénéité des données, Détection des anomalies, Analyse temps-fréquence, Transport optimal, Fusion des données.*

Références

1. Amina Alaoui-Belghiti, Sylvain Chevallier, and Eric Monacelli. *Unsupervised Anomaly Detection Using Optimal Transport for Predictive Maintenance*. Springer International Publishing, 2019, pp. 686–697.
2. El.H. Bouchikhi, V. Choqueuse, M.E.H. Benbouzid, J.F. Charpentier, and G. Barakat. *A comparative study of time-frequency representations for fault detection in wind turbine*. In IECON 2011 - 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society.
3. Anis S. Hoayek, Gilles R. Ducharme, and Zaher Khraibani. *Distribution-free inference in record series*. *Extremes*, vol. 20, no. 3, pp. 585–603, February 2017.
4. Kar Hou Hui, Lim Meng Hee, M. Salman Leong, and Ahmed M. Abdelrhman. *Time-frequency signal analysis in machinery fault diagnosis: Review*. *Advanced Materials Research*, vol. 845, pp. 41–45, December 2013.
5. A. Marina Kreme, Valentin Emiya, Caroline Chaux, and Bruno Torresani. *Time-frequency fading algorithms based on Gabor multipliers*. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, vol. 15, no. 1, pp. 65–77, January 2021.
6. Dana Lahat, Tülay Adalı, and Christian Jutten. *Multimodal data fusion: An overview of methods, challenges, and prospects*. *Proceedings of the IEEE*, vol. 103, no. 9, pp. 1449–1477, 2015.
7. Chunquan Li, Yaqiong Chen, and Yuling Shang. *A review of industrial big data for decision making in intelligent manufacturing*. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, vol. 29, pp. 101021, May 2022.
8. Anis Hoayek Michel Kamel and Mireille Batton-Hubert. *Anomaly detection based on system log data*. *International Conference on Linked Data Quality and Anomaly Detection*, 2023.
9. Gabriel Peyré and Marco Cuturi. *Computational optimal transport*. 2018.

10. Perna Sarkar and V Chilukuri. *Time-frequency analysis tool for intelligent condition monitoring diagnostics*. In 2022 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT), pp. 1–5, 2022.

Profil du candidat

Le candidat devra être titulaire d'un doctorat en mathématiques appliquées, ou en sciences de données en lien avec l'apprentissage statistique. Une expérience sur les techniques de détection d'anomalies et en analyse temps-fréquence sera tout particulièrement appréciée

Les compétences attendues concernent :

- L'analyse et le traitement des données.
- Connaissance solide en traitement du signal
- Les Sciences des données, l'apprentissage automatique (*machine learning*)
- Une compréhension du domaine industriel serait un atout supplémentaire

Il est également attendu que le candidat démontre :

- Sa capacité à traiter différents types de données : quantitatives, qualitatives et/ou textuelles.
- Sa maîtrise d'au moins un langage de programmation, tel que Python.
- Des compétences en implémentation et industrialisation des différents algorithmes développés seraient fortement appréciées.

Conditions de recrutement

- Ces missions s'exerceront sur le **Campus de Saint-Etienne (42)**.
- **La durée du contrat assurée est un CDD de 12 mois, potentiellement renouvelable pour une durée de 6 mois supplémentaire.**
- Date de prise de fonction souhaitée : **1^{er} juillet 2024**
- La rémunération sera fixée selon le profil du candidat, en fonction des règles définies par le cadre de gestion de l'Institut Mines Télécom.
- Catégorie II – Métier P – Post-doctorant selon le Cadre de gestion

Modalités de candidature

Les dossiers de candidature devront comprendre :

- Une lettre de candidature,
- Copie du diplôme de doctorat
- Un curriculum vitae faisant état des activités de recherche et développement, des différents compétences et connaissances dans le domaine cité ci-dessus (10 pages maximum),
- A la discrétion des candidats, des lettres de recommandation



Les dossiers de candidature sont à déposer sur la plateforme RECRUITEE **au plus tard le 15 mai 2024** suivant ce lien :

<https://institutminestelecom.recruitee.com/o/post-doctorant-ou-post-doctorante-en-science-de-donnees-pour-le-diagnostic-de-systemes-industriels-dans-un-contexte-de-donnees-multimodales-et-temps-reel-cdd-12-mois-2>

Les candidats retenus pour un entretien seront informés dans les meilleurs délais et l'audition sera en mode visioconférence.

Dans le cadre de sa politique Égalité, Diversité et Inclusion, l'École des Mines de Saint Etienne est un employeur soucieux de l'équité de traitement entre les candidatures.

Les postes offerts au recrutement sont ouverts à toutes et tous avec, sur demande, des aménagements pour les candidates et candidats en situation de handicap.

Pour en savoir plus

Pour tous renseignements sur le poste, s'adresser à :

- Directeur de l'Institut Fayol : Olivier Boissier, boissier@emse.fr , tel : +33 (0)4 77 42 66 14
- Pr. Mireille Batton-Hubert, EMSE/FAYOL. Mireille.BATTON-HUBERT@emse.fr tel :+33 (0)4 77 42 00 93.
- Dr. Marina Krémé, EMSE/FAYOL. Marina.kreme@emse.fr tel :+33 (0)4 77 42 93 48

Pour tout renseignement administratif, s'adresser à :

- Julie JAFFRE, julie.jaffre@emse.fr, tel : + 33 (0)4 77 42 00 17

Liens utiles : <https://www.mines-stetienne.fr/>