

Stage de M2R ou de fin d'école d'ingénieur

« Vers une approche d'IA physiquement informée pour la maintenance prédictive dans les systèmes de gestion technique du bâtiment »

Détails pratiques liés au stage :

- **Durée** : 6 mois, à partir de Février/Mars 2026.
- **Lieu** : Laboratoire PIMM, ENSAM, Paris.
- **Equipe d'accueil** : équipe DISCOH (voir <https://pimm.artsetmetiers.fr/equipes/discoh>)
- **Poursuite en thèse**: Possibilité de poursuivre en thèse CIFRE si les résultats sont concluants
- **Salaire**: Gratification légale
- **Partenaires industriels**: BRIO Energy (<https://brio.energy/>)

Contexte

La maintenance prédictive constitue aujourd'hui un enjeu majeur dans la gestion intelligente des équipements industriels. L'« *Electric Signature Analysis* » (ESA), combinée aux techniques d'apprentissage automatique, offre une voie prometteuse pour détecter précocement les anomalies et estimer la durée de vie résiduelle des systèmes. Dans le cadre de la gestion technique du bâtiment (GTB), le défi est de développer des modèles robustes et explicables capables de traiter des signatures électriques variées (charges R/L/C et hybrides, taux de distorsion harmonique (THD), charges actives et réactive,) tout en s'intégrant dans un environnement opérationnel qui est la plateforme SkySpark).

Objectifs scientifiques

L'objectif de ce stage est d'explorer le potentiel de l'analyse de signatures électriques (ESA) comme marqueur du vieillissement et des défauts des équipements électriques, en l'associant à des approches d'apprentissage automatique physiquement informée. Le projet consistera à sélectionner et caractériser des indicateurs ESA pertinents (déséquilibres, dérives lentes, harmoniques, etc.), puis à expérimenter et comparer plusieurs méthodes de détection d'anomalies (algorithmes supervisés, non supervisés, et approches hybrides associant règles physiques et IA). Le travail attendu est de proposer un cadre méthodologique opérationnel, intégrant un indice de santé équipement et une première amorce de prédiction de durée de vie résiduelle (Remaining Useful Life, RUL), avec une validation sur données réelles issues de sites pilotes. Les résultats permettront d'illustrer les apports de l'IA hybride ESA-ML en termes de fiabilité pour la maintenance prédictive.

Méthodologie

Le stagiaire devra analyser et exploiter un jeu de données déjà disponible afin de développer et valider une approche de maintenance prédictive. Les étapes clés comprendront :

- La compréhension et la préparation des données fournies.
- L'identification et l'extraction d'indicateurs ESA pertinents (déséquilibre de courant, THD, déviation de puissance, cycles de charge, etc.).
- Le développement, l'entraînement et la comparaison de modèles de détection d'anomalies (algorithmes supervisés, non supervisés et approches hybrides intégrant des règles ESA explicables).
- L'intégration des résultats sous forme d'un indice de santé des équipements et de tableaux de bord permettant un suivi opérationnel.
- La validation des modèles sur les données réelles fournies et l'évaluation de leurs performances (précision, rappel, matrice de confusion, utilité et pertinence des alertes).

Profil recherché :

Nous recherchons un ou une candidat.e curieux.se et issu.e d'une formation d'ingénieur généraliste avec une spécialisation autour des données ou de l'IA ou bien d'un Master 2 Recherche ayant un lien avec l'IA, l'analyse de données et possédant de bonnes notions en électricité.

Ce stage s'articule entre la recherche et l'industrie et se concentrera sur le déploiement et la comparaison de méthodologies issues de l'état de l'art et appliquées sur des données réelles. Il est important de savoir coder, documenter le code produit, et communiquer aisément avec les intervenants académiques et industriels associés au stage.

Processus de candidature :

Merci d'envoyer votre CV, lettre de motivation et vos relevés de notes à :

- **Marc REBILLAT**, marc.rebillat@ensam.eu
- **Fakhreddine ABABSA**, fakhreddine.ababsa@ensam.eu
- **Sylvain GULLY**, sylvain.gully@brio.energy