

**Sujet de stage – Niveau Master 2  
2022 – 2023**

---

**Encadrement :** Sylvain Verron sylvain.verron@univ-angers.fr  
**Titre :** **Evaluation de techniques statistiques au pronostic de systèmes**  
**Mots clés :** Pronostic, Statistiques, Fiabilité  
**Laboratoire :** LARIS EA 7315  
**Equipe :** **SFD - Sûreté de fonctionnement et aide à la Décision**

---

**Contexte :**

De nos jours les procédés industriels sont de plus en plus complexes. Ils intègrent beaucoup d'actionneurs et de capteurs fournissant des mesures sur certains attributs du système. Une étude de ces mesures peut permettre de décider de l'état de fonctionnement du procédé à l'instant présent. Un champ de recherche classique est l'analyse de ces mesures pour effectuer de la détection et du diagnostic de fautes. Un champ de recherche plus récent est l'utilisation conjointe de ces données du système et de données de fiabilité classiques, dans le but d'estimer le plus précisément possible la durée de vie résiduelle du système : c'est le pronostic. Ainsi, à chaque instant de l'utilisation du système, on estime sa RUL (Residual Useful Lifetime). La connaissance de cette RUL peut notamment servir pour l'optimisation de la maintenance du système (maintenance prédictive). Pour l'estimation de la RUL, les méthodes proposées sont classiquement classées en deux approches [1], les méthodes basées sur un modèle (model-based) et les méthodes basées sur les données (data-driven ou signal-based), mais il est également possible de trouver des approches hybrides [2].

**Sujet de l'étude :**

Le sujet de recherche proposé porte sur l'évaluation de techniques permettant de modéliser au mieux la dégradation du système, et ainsi de prévoir la RUL d'un système. Ces techniques pourront être :

- pour les méthodes à base de modèle : filtre de Kalman, filtre à particules, etc.
- pour les méthodes à base de données : séries temporelles (ARMA, etc.), algorithme de Machine Learning (kNN, SVM, Analyse discriminante, etc.).

Un aspect intéressant pourrait être de coupler ces outils à des modélisations fiabilistes classiques (loi de durée de vie basée sur certains principes physiques) afin d'augmenter la précision de l'estimation de la RUL.

Concrètement, le candidat effectuera sous Matlab, notamment grâce à la « Predictive Maintenance Toolbox » des comparaisons entre les différentes techniques déjà implémentées (tout en étant force de proposition par rapport à la littérature) [4] sur des cas tests utilisés par d'autres chercheurs. Ces cas tests seront notamment ceux des PHM (Pronostic and Health Management) Challenges, ainsi que les cas tests que la NASA tient à disposition de la communauté scientifique [5] : données sur des roulements, des batteries, des moteurs, des outils de coupe (fraisage), etc.

**Références :**

- [1] Vachtsevanos, G., Lewis, F., Roemer, M., Hess, A. et Wu, B. Intelligent Fault Diagnosis and Prognosis for Engineering Systems, John Wiley & Sons, Inc. 2007.
- [2] Wen-An Yang, Maohua Xiao, Wei Zhou, Yu Guo, Wenhe Liao, "A Hybrid Prognostic Approach for Remaining Useful Life Prediction of Lithium-Ion Batteries", Shock and Vibration, vol. 2016, 2016.
- [3] <https://fr.mathworks.com/products/predictive-maintenance.html>
- [4] X. Si, W. Wang, C. Hu et D. Zhou, Remaining useful life estimation – A review on the statistical data driven approaches. European Journal of Operational Research Vol. 210, pp. 1-14, 2011.
- [5] <https://www.nasa.gov/content/prognostics-center-of-excellence-data-set-repository>