

Fiche Projet PHM

INTÉRÊT GÉNÉRAL

1. Titre du projet

Valorisation business des Services basés sur la PHM et le HUMS

2. Contexte et objectif

Le projet s'inscrit dans la continuité des travaux réalisés sur les modèles de dégradation en 2024, sur le Big Data 2019 et le HUMS (Health and Usage Monitoring System) en 2016.

Le PHM (Prognostics and Health Management) tel que nous le concevons inclut le HUMS (cf. définitions données en annexe à titre d'exemple).

Aujourd'hui, la plupart des études sur les solutions PHM se concentrent essentiellement sur la faisabilité technique, sans prendre en compte la pertinence économique et stratégique. Il est difficile de démontrer la preuve de cette valeur au niveau Client : **Pourquoi adopter ces solutions ? Quand les mettre en place ? Quelles sont les réelles conditions de succès ?** Notre projet vise à répondre à ces questions en structurant une analyse rigoureuse et en développant des outils d'aide à la décision.

Objectif :

Le projet consiste à montrer comment les analyses socio-technico-économiques permettent d'identifier les besoins réels, estimer la valeur apportée aux entreprises et définir des critères de décision pour justifier les investissements liés à la mise en œuvre de la PHM. Dit différemment, il nous faut travailler sur la chaîne de valeur à partir de besoins Client, de propositions de catalogues de Services, pour définir des méthodes et outils afin de guider la décision, et les architectures. On s'intéresse à deux cas différents : celui d'un système neuf pour lequel la conception permet de prendre en compte la démarche PHM dès la conception, et celui d'un système existant qui n'avait pas bénéficié d'une telle réflexion.

3. Résultats attendus

Les résultats attendus sont les suivants :

- État de l'art bibliographique et normatif
- Un rapport de mise en œuvre pratique sur des cas d'application
- Un guide méthodologique
- Un résumé sous la forme d'un article pour un futur lambda-mu et un jeu de diapositives

4. Constitution de l'équipe projet

L'équipe projet est constituée des personnes suivantes :

- Chef de projet : Son rôle est de diriger le projet et d'assurer la participation des experts aux travaux.
- Experts :
 - Les experts seront fournis par les souscripteurs, leur participation aux travaux sera à la charge des souscripteurs.
 - Les experts s'engagent à participer aux travaux durant toute la durée du projet (estimation de leur charge : 2h / mois en réunion d'avancement + travaux selon le programme du projet).
 - Les experts auront une bonne connaissance des politiques et des problématiques technico-économiques maintenance, soutien et services dans leur entreprise.
 - Leur rôle sera d'apporter des données, des documents, des problématiques et solutions, d'avoir une activité de vérification et de validation ou de prendre en charge des aspects du projet.
- Animateur des travaux (prestataire)
 - Son rôle sera de :
 - ⇒ Organiser, planifier et gérer les réunions de travail entre experts ainsi que les réunions d'avancement ;
 - ⇒ Recueillir, synthétiser et mettre en forme les éléments fournis par les experts ;
 - ⇒ Réaliser les livrables du projet décrits dans le cahier des charges.
 - Ses travaux seront financés par le projet.
 - Un appel d'offres sera lancé pour déterminer la meilleure proposition.
 - L'animateur des travaux devra avoir de bonnes connaissances en PHM et dans la mise en œuvre de politiques technico-économiques de maintenance, soutien et services.

5. Programme des travaux

Ce programme est donné à titre indicatif. Il sera précisé dans un cahier des charges adapté aux besoins des souscripteurs.

Tâche 1 : Recueil et formalisation des besoins et cas d'usages

Tâche 2 : Recueil des méthodologies disponibles et de l'état de l'art bibliographique et normatif

Les méthodologies recueillies adresseront notamment les problématiques liées :

- à la complexité des systèmes et systèmes de systèmes hôtes,
- à la prise en compte des performances des systèmes PHM, de leur coûts (la notion de coûts pourra être étendue aux coûts écologiques), de leur fiabilité et de leur maintenabilité,
- à l'apport de la modélisation en soutien des analyses technico-économiques, à sa représentativité et à son applicabilité,
- à la manière d'évaluer l'utilité des solutions PHM.

Tâche 3 : Mise en œuvre pratique sur des cas d'usages

Les cas d'usages recueillis dans la tâche 1 seront traités par les méthodologies identifiées dans la tâche 2, qui pourront être adaptées ou faire l'objet de développements complémentaires permettant de mieux évaluer la valeur apportée par les HUMS.

Tâche 4 : Elaboration d'un guide méthodologique

En parallèle de la tâche 3 et en s'appuyant sur l'état de l'art bibliographique, un guide sera élaboré afin de présenter de façon pratique le cheminement méthodologique et les différents outils permettant d'estimer la valeur apportée par la PHM et de décider de sa mise en œuvre en fonction des objectifs et des conditions des différentes applications.

Tâche 5 : Conclusions et perspectives

Il s'agira de rédiger la synthèse de fin de projet et créer les éléments de communication.

6. Durée

18 mois

7. Montant de la souscription

- Membres IMdR : 9 900 € HT (sur la base de 6 souscripteurs)
- Non-membres IMdR : 9 900 € HT + prix de l'adhésion annuelle relative au collègue souscripteur

8. Références bibliographiques

- ReLife, bibliothèque Python open-source pour la gestion des actifs basée sur la théorie de la fiabilité, RTE, <https://github.com/rte-france/relife>
- Laura Truchot, Analyse technico-économique adaptée aux actifs des parcs d'énergie renouvelable. Ecole de Technologie Supérieure. Université du Québec. 10 septembre 2024.
- Turnbull, A., & Carroll, J. (2021). Cost Benefit of Implementing Advanced Monitoring and Predictive Maintenance Strategies for Offshore Wind Farms. *Energies*, 14(16), 4922. <https://doi.org/10.3390/en14164922>
- Gouriveau, R. et al., "From Prognostics and Health Management to Predictive Maintenance", J.Wiley & Sons, 2016
- Atamuradov, V, Medjaher, K., Dersin, P., Lamoureux, B., Zerhouni, N., "Prognostics and Health Management for Maintenance Practitioners-Review, Implementation and Tools Evaluation", *International Journal of Prognostics and Health Management* 8 (Special Issue on Railways & Mass Transportation): 31, December 2017.
- Saxena, A., Celaya, J.Saha, B., Goebel, K., "Metrics for Offline Evaluation of Prognostic Performance", *International Journal of prognostics & Health Management*, March 2021.

- Zio, E., "Prognostics and Health Management (PHM): Where Are We and Where Do We (need to) Go in Theory and Practice", Reliability Engineering and System Safety, 218, Part A, 2022.
- Galar, D., Goebel, K., Sandborn, P., & Kumar, U., "Prognostics and remaining useful life (rul) estimation: Predicting confidence". CRC Press, 2021.
- Dersin, P., "Modeling Remaining Useful Life Dynamics in Reliability Engineering", CRC Press, 2023.
- Olga Fink, Qin Wang, Markus Svensén, Pierre Dersin, Wan-Jui Lee, Melanie Ducoffe, "Potential, challenges and future directions for deep learning in prognostics and health management applications". Engineering Applications of Artificial Intelligence, Vol. 92, 2020.
- M.Arias Chao, C. Kulkarni, K. Goebel, and O. Fink (2022). "Fusing physics-based and deep learning models for prognostics". Reliability Engineering & System Safety 217, 2022.
- Dersin, P., & Rocchetta, R., "Analysis of RUL dynamics and uncertainty via time transformation". Reliability Engineering & System Safety, 111730, 2025.
- Handbook of RAMS in Railway Systems- Theory and Practice, Q. Mahboob & E. Zio editors, CRC Press, 2nd Edition to appear, (1st Edition 2018), Ch. 6 "PHM in Railways"
- V. Jägare, "A Challenge-driven Framework for Innovations in Railways". Doctoral Thesis, Operation & Maintenance Engineering, Lulea University of Technology, 2022

Annexe : définitions IEEE 1856

Health management : The process of decision-making and implementation of actions based on the estimate of the state of health derived from health monitoring and expected future use of the system.

Remaining useful life (RUL) : The length of time from the present time to the estimated time at which the system (or product) is expected to no longer perform its intended function within desired specifications.

Prognostics : The process of predicting an object system's RUL by predicting the progression of a fault given the current degree of degradation, the load history, and the anticipated future operational and environmental conditions to estimate the time at which the object system will no longer perform its intended function within the desired specifications.