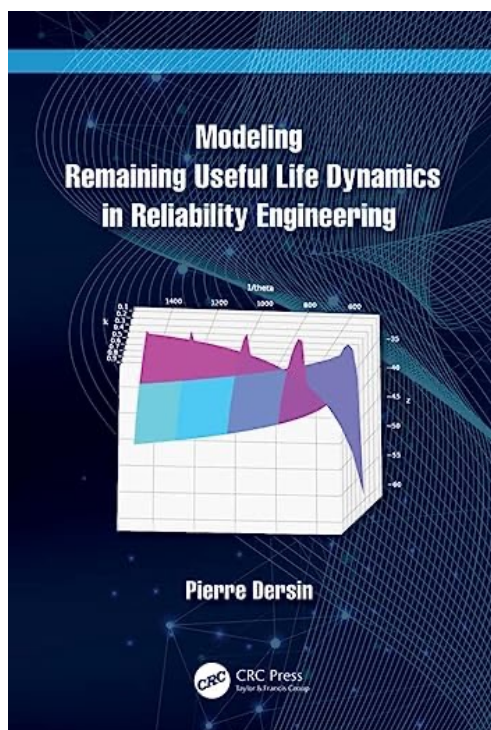


Modélisation de la dynamique de la durée de vie résiduelle (RUL) en ingénierie de la fiabilité



L'IMdR invite un auteur :
Pierre Dersin

10 octobre 2023
10h30 – 12h00
en ligne TEAMS

L'inscription est ouverte et gratuite
pour tous mais obligatoire en ligne :

www.imdr.eu

BIOGRAPHIE :

Pierre Dersin est titulaire d'un doctorat en génie électrique (« Ph.D. in Electrical Engineering ») du Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA, USA, et d'un Master en Recherche Opérationnelle du même institut, ainsi que d'un diplôme de licence en sciences mathématiques de l'ingénieur civil de l'Université Libre de Bruxelles (ULB).

Il a exercé chez Alstom les fonctions de Directeur « RAM » (Fiabilité-Disponibilité-Maintenabilité) au niveau mondial de 2007 à 2021 et celles de Directeur PHM ("Prognostics & Health Management") de 2015 à 2021.

Avant de rejoindre ALSTOM, il avait exercé aux Etats-Unis en tant qu'ingénieur et chercheur dans le domaine de la fiabilité des grands réseaux électriques et ensuite, dans la société FABRICOM (groupe Suez) dans le domaine du diagnostic des systèmes industriels .

Depuis 2019, il est Professeur Adjoint à l' Université Technologique de Luleå (Suède), dans la Division « Ingénierie d' Exploitation et de Maintenance » (Drift och Underhåll).

En janvier 2022, il a fondé une micro-entreprise de conseil, Eumetry sas, à Louveciennes (Yvelines, France), dans les domaines de la sûreté de fonctionnement, de la maintenance prévisionnelle (PHM) et de l'IA.

RÉSUMÉ

Dans le contexte de la transformation numérique, les deux dernières décennies ont vu évoluer significativement la pratique et la théorie de la maintenance industrielle : les technologies de l'information et de la communication permettent maintenant de surveiller, au besoin en temps réel, des objets connectés, et de substituer à la maintenance traditionnelle—préventive systématique et corrective, une maintenance prévisionnelle, basée sur l'estimation et la prévision de « l'état de santé » des actifs à maintenir.

A cet égard, une aide précieuse à la décision est l'estimation de la durée résiduelle, « remaining useful life » (RUL), d'un équipement ou d'un système, à savoir la durée résiduelle de fonctionnement correct avant défaillance, en l'absence de maintenance. Cette grandeur est dynamique (fonction du temps), et aussi aléatoire car entachée par des erreurs d'observation et affectée par la connaissance imparfaite des modèles de dégradation et de l'évolution future du profil de mission. Ne pas tenir compte de ces aspects aléatoires conduit forcément à des risques non maîtrisés – soit intervenir trop tard et ne pas éviter la défaillance, soit intervenir trop tôt et pratiquer ainsi une surmaintenance coûteuse.

L'objectif du présent ouvrage est de contribuer à l'étude de la dynamique de la RUL est à celle de l'incertitude autour de son estimation. Pour ce faire, on n'a pas exploité la modélisation physique ni l'apprentissage automatique (« machine learning »), objets déjà d'une littérature abondante. On a au contraire essayé de tirer parti de résultats classiques – quoique parfois méconnus-- de la théorie de la fiabilité. Toutes ces approches sont complémentaires.

L'évolution temporelle de la RUL est caractérisée par sa dérivée, vue comme un taux de dégradation. La durée de vie résiduelle moyenne, (Mean Residual Life, MRL), beaucoup étudiée par les fiabilistes dès le début de leur discipline, apporte un éclairage utile. Dans un premier temps, on se concentre sur la famille des distributions de durées de vie caractérisée par un MRL fonction linéaire du temps, donc une sorte de taux de dégradation moyen constant. Dans ce cas particulier, on construit, par une formule explicite, un intervalle de confiance pour la RUL. On exprime explicitement le taux moyen de dégradation en fonction du coefficient de variation du temps avant défaillance (ces deux grandeurs évoluant en sens opposé : plus la dégradation est rapide, moins l'instant de défaillance est incertain).

Ensuite, on montre que, pour une très large famille de distributions, on peut définir une *transformation du temps* de telle sorte que, dans le temps transformé, la distribution ait un MRL linéaire. On se ramène ainsi au cas précédent, une fois identifiée la transformation. On peut ainsi construire des intervalles de confiance, fonctions du temps, pour la RUL. On montre que la transformation laisse invariants les moments des deux premiers ordres, donc l'espérance (MTTF) et la variance, ce qui permet de déterminer cette transformation.

Le procédé est illustré sur des distributions usuelles, telles que Weibull, Gamma, ou encore sur les temps de premier passage de certains processus stochastiques (tels que les processus de Wiener). La métrique définie par cette transformation du temps fait l'objet d'un chapitre dédié ; on y démontre notamment qu'elle permet d'obtenir une borne supérieure du taux moyen de dégradation. Un chapitre est ensuite consacré à l'estimation statistique à partir de données de terrain. Un autre décrit un modèle dynamique d'optimisation de la maintenance prévisionnelle prenant en compte explicitement le risque de défaillance.

On mentionne au cours de l'ouvrage un certain nombre d'applications industrielles ; notamment, une étude de cas concerne des LED (diodes électroluminescentes), et une autre, un système comportant des redondances.

Enfin, quelques perspectives sont esquissées pour des recherches futures, notamment le lien avec l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond.

Chaque chapitre, hormis l'introduction et la conclusion, est suivi d'une série d'exercices.

Le public visé est celui des ingénieurs praticiens de la maintenance, des chercheurs, et des professeurs et étudiants en fiabilité, sûreté de fonctionnement et maintenance.

GRATUIT, OUVERT A TOUS
Inscription en ligne obligatoire www.imdr.eu

Pour toute information, n'hésitez pas à nous contacter : secretariat@imdr.eu

