

Proposition d'un sujet de thèse de doctorat

MODÉLISATION ET OPTIMISATION DES STRATÉGIES DE MAINTENANCE SELECTIVE POUR LES SYSTÈMES ORIENTÉS MISSION

Abdelhakim KHATAB

Université de Lorraine, Laboratoire d'Informatique de Production et de Maintenance (LGIPM)

[abdelhakim.khatab@univ-lorraine.f](mailto:abdelhakim.khatab@univ-lorraine.fr)

Contexte :

De nombreux systèmes industriels sont conçus pour être exploités selon une série de missions telles qu'entre deux missions consécutives, le système observe une période d'arrêt programmé. Dans la littérature, de tels systèmes sont dits « systèmes orientés mission » (*mission-oriented systems*). De tels systèmes existent aussi bien dans le domaine civil que militaire. Pour améliorer les performances du système à accomplir sa prochaine mission, ses composants sont sujets à des actions de maintenance effectuées pendant les arrêts programmés. Par exemple, les avions sont soumis à une maintenance entre deux vols, et les équipements militaires sont entretenus entre deux combats. Dans les transports publics, des actions de maintenance peuvent être effectuées sur les bus à la fin de leur service quotidien. Dans le transport maritime, les activités de maintenance sont effectuées sur les bateaux de pêche une fois au quai entre deux missions. Cependant, il est souvent impossible de maintenir tous les composants du système en raison des ressources limitées en maintenance (temps et budget alloués, nombre de réparateurs, etc.) Il est donc nécessaire d'optimiser le nombre de composants à maintenir et le niveau des actions de maintenance à effectuer sur ces composants. Ce type de problème de maintenance est connu dans la littérature sous le nom de problème de maintenance sélective (SMP: selective maintenance problem).

Dans la dernière décennie, plusieurs travaux qui traitent du problème de maintenance sélective sont proposés dans la littérature. Cependant, ce problème reste largement ouvert, en particulier, pour le cas des systèmes de systèmes. En effet, plusieurs domaines industriels exploitent des systèmes de systèmes orientés mission (flotte de véhicule, arsenal militaire, etc.) Pour améliorer leurs performances et réduire le risque de défaillance lors d'une mission, des stratégies de maintenance sélective doivent être considérées. C'est dans ce cadre que s'inscrivent les travaux de recherche de ce projet de thèse. Ils visent à apporter des solutions viables et robustes quant au problème d'optimisation de la maintenance sélective des systèmes de systèmes orientés mission. Ce problème est un challenge scientifique car il donne lieu à toute une série de problèmes méthodologiques nouveaux et multidisciplinaires.

Objectif :

L'objectif général de ce projet de thèse de doctorat consiste à contribuer à l'élaboration d'un cadre formel pour l'optimisation mono et multicritères de la maintenance sélective de systèmes complexes orientés-mission. Les systèmes considérés sont constitués de composants hétérogènes et de technologies différentes. Ces composants, se dégradent d'une manière aléatoire ; ils sont sujet à des défaillances aléatoires. Ces processus de dégradation sont corrélés aux conditions d'exploitation du système. En effet, les systèmes de systèmes investis opèrent selon des missions de profils différents.

En se basant sur nos travaux antérieurs et sur les travaux existants dans la littérature, ce projet a pour objectif de développer des modèles d'optimisation de la maintenance sélective des systèmes de systèmes. Ces modèles, stochastiques de nature, considéreront des critères de performance tels que de fiabilité, de disponibilité, d'énergie ou encore économique (coûts engendrés par les activités de maintenance, perte en production, profit, etc.) Ces modèles intégreront les interactions entre systèmes et les ressources limitées en maintenance ainsi que les caractéristiques de l'environnement d'exploitation qui impactent la fiabilité des composants. Les modèles d'optimisation résultants sont généralement NP-difficiles. De ce fait, il sera question de développer des méthodes de résolution efficaces pour l'identification des stratégies optimales de maintenance sélective. Ces méthodes de résolution seront soit exactes soit approximatives. Pour la première catégorie, des méthodes de génération de colonne, de décomposition (Dantzig-Wolf) ou de relaxation lagrangienne pourraient être exploitées.

Pour la catégorie de méthodes approximatives de résolution, les algorithmes méta-heuristiques (génétique, Tabou, recuit simulé, grand déluage, etc.) pourraient être investis. Les résultats obtenus des deux catégories de méthodes de résolution seront par la suite comparés à ceux obtenus par des modèles de simulation. Enfin, les modèles ainsi que les différentes méthodes de résolution développés seront appliqués à des systèmes complexes réels issus des domaines de transport ou de production d'énergie.

Mots clés : Système orienté mission, Maintenance sélective, Fiabilité, Optimisation, processus stochastiques

Références bibliographiques :

- Cao, W., X. Jia, Q. Hu, J. Zhao, and Y. Wu: 2018, 'A literature review on selective maintenance for multi-unit systems'. *Quality and Reliability Engineering International* pp. 1-22.
- Cassady, C. R., S. J. Mason, S. Ormon, K. Schneider, C. Rainwater, M. Carrasco, and J. Honeycutt: 2003, 'Fleet-level selective maintenance and aircraft scheduling'. Technical report, Arkansas University Fayetteville Dept. of Industrial Engineering.
- Chaabane, K., A. Khatab, C. Diallo, E.-H. Aghezzaf, and U. Venkatadri: 2020, 'Integrated imperfect multimission selective maintenance and repairpersons assignment problem'. *Reliability Engineering & System Safety* 199, 106895.
- Dao, C. D. and M. J. Zuo: 2017, 'Selective maintenance of multi-state systems with structural dependence'. *Reliability Engineering and System Safety* 159, pp. 184-195.
- Diallo, C., U. Venkatadri, A. Khatab, and Z. Liu: 2018, 'Optimal selective maintenance decisions for large serial k-out-of-n: G systems under imperfect maintenance'. *Reliability Engineering & System Safety* 175, pp. 234-245.
- Diallo, C., U. Venkatadri, A. Khatab, Z. Liu, and E.-H. Aghezzaf: 2019, 'Optimal joint selective imperfect maintenance and multiple repairpersons assignment strategy for complex multicomponent systems'. *International Journal of Production Research* 57(13), pp. 4098-4117.
- Feng, Q., W. Bi, Y. Chen, Y. Ren, and D. Yang: 2017, 'Cooperative game approach based on agent learning for fleet maintenance oriented to mission reliability'. *Computers & Industrial Engineering* 112, pp. 221-230.
- Khatab, A. and E.-H. Aghezzaf: 2016, 'Selective maintenance optimization when quality of imperfect maintenance actions are stochastic'. *Reliability Engineering & System Safety*, 150, pp. 182-189.
- Khatab, A., E. H. Aghezzaf, C. Diallo, and I. Djelloul: 2017, 'Selective maintenance optimization for series/parallel systems alternating missions and scheduled breaks with stochastic durations'. *International Journal of Production Research* 55(10), pp. 3008-3024.
- Maillart, L. M., C. R. Cassady, C. Rainwater, and K. Schneider: 2009, 'Selective maintenance decision-making over extended planning horizons'. *IEEE Transactions on Reliability* 58(3), pp. 462-469.
- Khatab, A., Diallo, C., Aghezzaf, E.H., U. Venkatadri : 2020, 'Optimization of the integrated fleet-level imperfect selective maintenance and repairpersons assignment problem'. *Journal of Intelligent Manufacturing*, <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01672-0>.

Profil et compétences recherchées :

- Master recherche en génie industrielle/recherche opérationnelle
- Théorie de la fiabilité et la gestion de la maintenance
- Intelligence Artificielle (algorithmes évolutionnaires, méthodes d'apprentissage, etc.)
- Algorithmie et programmation (bon niveau)
- Une bonne maîtrise de la langue anglaise

Le candidat doit également être capable de travailler de manière autonome, créative avec un esprit d'équipe.

Financement : Contrat doctoral

Collaboration (possible) : Université de Gand (Belgique), Université de Dalhousie (Canada)

Candidature : via la plateforme ADUM (www.adum.fr), Université de Lorraine, école doctorale IAEM, Laboratoire d'Informatique de Production et de Maintenance (LGIPM).

Date de début de la thèse : Octobre 2021 **Contact :** A. Khatab, Université de Lorraine, Laboratoire d'Informatique de Production et de Maintenance (LGIPM). Metz. (abdelhakim.khatab@univ-lorraine.fr)