

Optimisation de combinaisons de stratégies de maintenances par simulation stochastique

Selma Khebbache¹, Michel Batteux¹

¹ Institut de Recherche Technologique SystemX - 91120 Palaiseau, France
{selma.khebbache,michel.batteux}@irt-systemx.fr

Mots-clés : *Maintenance, Optimisation, Simulation Stochastique.*

1 Introduction

La maintenance de systèmes industriels de production est un des enjeux actuels majeurs, et la gestion de leurs maintenances est un facteur important de compétitivité. Une bonne stratégie de maintenance permet une disponibilité élevée du système, tout en minimisant les coûts liés aux interventions. Il est pour cela possible d'utiliser différents types de maintenances : les maintenances correctives qui réparent le système après les occurrences de défaillances, et les maintenances préventives qui interviennent sur le système avant ces occurrences.

De premiers travaux [1] ont montré la faisabilité et l'application d'une approche de couplage entre la simulation stochastique de modèles de systèmes à événements discrets et un algorithme génétique d'optimisation [2]. Concrètement la simulation est contrôlée par l'optimisation via des itérations successives. À chaque itération, l'optimisation fournit une population d'ensembles de valeurs à la simulation : des intervalles de maintenances planifiées pour un ensemble de composants du système considéré. La simulation utilise ces valeurs comme paramètres lors des simulations stochastiques, afin de produire des résultats statistiques (temps moyens de disponibilité). Ces statistiques sont alors réutilisées par l'optimisation à l'itération suivante pour produire de nouveaux membres de la population affinés en fonction d'un critère d'optimisation (le temps de disponibilité), et des statistiques.

Dans cette communication, nous comparons, pour un même exemple de système, le cas où toutes les maintenances de tous les composants sont préventives, et le cas où certains composants ont des maintenances préventives et les autres ont des maintenances correctives.

2 Exemple de système applicatif

L'exemple de système applicatif, montré en Figure 1, est constitué de cinq composants avec un comportement identique : ils sont en fonctionnement et peuvent tomber en panne suivant une loi exponentielle de paramètre $\lambda = 2.0e-4$. Ces cinq composants ont soit tous des maintenances préventives, soit U1, U2 et U3 des maintenances préventives, et U4 et U5 des maintenances correctives. Les paramètres des planifications des maintenances préventives sont fournis par l'algorithme génétique d'optimisation.

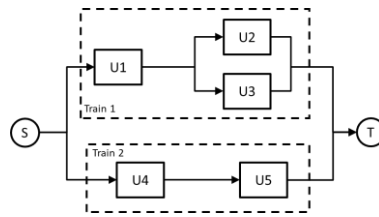


FIG. 1 – Exemple d'un système avec cinq composants

3 Résultats

La Figure 2 montre les courbes des temps de disponibilités, représentés par l'axe des ordonnées, qui convergent en fonction du nombre d'itérations représenté par l'axe des abscisses. La courbe bleue représente le cas où toutes les maintenances sont préventives et la courbe orange le cas où certaines maintenances sont correctives. Dans les deux cas, la convergence de l'algorithme apparaît aux alentours de la 60^{ème} itérations (passage de la valeur 6488,33 à 6488,35 pour la courbe bleue, et de la valeur 5166,88 à 5167,21 pour la courbe orange), ce qui ne se voit pas sur la figure car l'échelle des ordonnées est trop importante. Nous observons de plus que lorsque tous les composants ont une maintenance préventive, le temps de disponibilité du système est plus important.

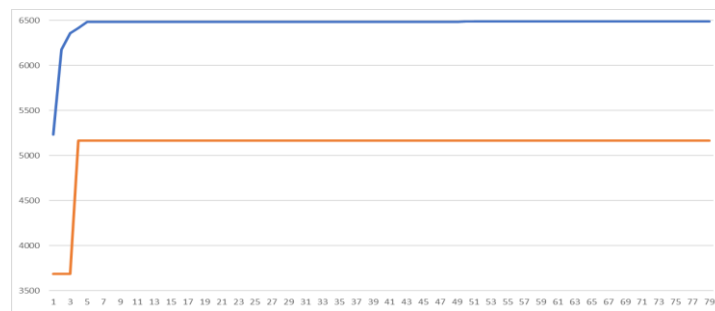


FIG. 2 – Courbes des temps de disponibilités

4 Conclusions et perspectives

Cette communication montre la comparaison de l'optimisation de stratégies de maintenances, par simulation stochastique, dans un cas où tous les composants du système sont maintenus préventivement, et dans l'autre cas où seuls certains sont maintenus préventivement et les autres sont maintenus correctivement. Cela nous permet d'évaluer les optimisations de différentes combinaisons de stratégies de maintenances. Pour la suite de nos travaux, nous envisageons de considérer d'autres type de maintenances (comme des maintenances conditionnelles), ainsi que prendre en compte plusieurs critères d'optimisation (coûts et disponibilité), enfin d'évaluer l'approche sur d'autres exemples de systèmes.

Références

- [1] Michel Batteux, Selma Khebbache and Yani Souami. *Simulation of complex system based on optimization methods for Maintenance scheduling*. In proceedings of the 31st European Safety and Reliability Conference (ESREL), Sep 2021, Angers, France.
- [2] John H. Holland. *Adaptation in natural and artificial systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. University of Michigan press, 1975.