

Regroupement dynamique des opérations de maintenance avec la prise en compte de structure complexe

Ibrahima Ba¹, Selma Khebbache¹, Laurent Bouillaut², Michel Batteux¹

¹ Institut de Recherche Technologique SystemX, France

{selma.khebbache, michel.batteux}@irt-systemx.fr

² Université Paris-Est, IFSTTAR, GRETTIA, F-93166 Noisy-le-Grand, France

laurent.bouillaut@ifsttar.fr

Mots-clés : *Maintenance, essais particuliers, méta-heuristiques*

1 Introduction

La problématique traitée dans cet article est de regrouper plusieurs tâches de maintenance préventive pour un système complexe donné. En d'autres termes, on vise à agencer dans le temps les opérations de maintenance préventive sur les composants du système de sorte à subir le moins de perte de performance possible. Ce problème a été traité pour la première fois par Wildeman et *al.* [2] et récemment par Vu et *al.* [1]. Notre contribution est d'effectuer le regroupement des maintenances en utilisant une stratégie basée sur l'algorithme des essaims particuliers (PSO pour *Particle Swarm Optimisation*).

2 Définition du problème

Le problème est donc de regrouper plusieurs opérations de maintenance à la même date afin d'améliorer la disponibilité d'un système. L'idée est de considérer que le regroupement entraîne une diminution du nombre d'arrêts du système. En conséquence, les coûts fixes liés à l'entrée en atelier sont réduits. En contrepartie, le coût total de maintenance est pénalisé par des maintenances préventives effectuées avant leurs dates optimales. Une maintenance effectuée trop tôt entraîne une réduction de la durée de vie du composant.

Dans ce travail, nous nous sommes appuyés sur la démarche de Vu et *al.* [1] où une fonction de pénalité a été introduite afin d'évaluer pour chaque composant, le coût additionnel lié au déplacement de la maintenance de sa date optimale. Nous avons proposé une méta-heuristique afin de déterminer la structure groupante optimale (ou sous-optimale) qui respecte les contraintes du système. Nous avons suivi la même démarche proposée par Vu et *al.* [1]. Cette démarche est composée de trois phases pour la stratégie de regroupement :

1. Phase 1 d'analyse de la structure du système : phase où l'on étudie les propriétés du système pour identifier les relations entre ses composants, ainsi que les groupes critiques, et composants critiques à prendre en compte lors de la politique de maintenance.
2. Phase 2 d'optimisation individuelle de maintenance : phase où l'on établit un plan provisoire de maintenance basé sur le cycle des maintenances préventives nominales de chaque composant et sur le modèle de coût.
3. Phase 3 d'optimisation du regroupement des opérations de maintenance : l'idée principale de cette phase est d'effectuer simultanément plusieurs opérations de maintenance préventive afin d'économiser les coûts de maintenance.

Notre contribution se situe en cette phase 3. Nous avons proposé une stratégie de regroupement basée sur l'algorithme des essaims particuliers (PSO pour *Particle Swarm Optimisation*).

Nous l'avons adapté selon nos besoins. Globalement, nous avons considéré un ensemble de groupements possibles et la particule correspond à une matrice binaire dont les éléments sont à 1 si un composant appartient à un groupe, et à 0 sinon. Pour la vélocité, nous utilisons une autre matrice de probabilité d'appartenance d'un composant à un groupement, en vérifiant certaines contraintes. La fonction fitness est une équation de profit économique calculée dans [1].

3 Résultats numériques

Nous avons testé notre algorithme sur la structure complexe qui est représentée dans la figure 1, puis nous l'avons comparé avec celle de Vu et *al.* [1] qui utilise un algorithme génétique.

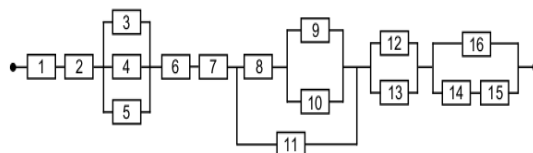


FIG. 1 – Diagramme de fiabilité d'une structure à 16 composants

La figure 2 montre les plans des maintenances individuelles et de regroupement. À gauche suivant notre étude et à droite suivant celle de Vu et *al.*. Les résultats montrent que le PSO est plus performant que l'algorithme génétique. Nous obtenons trois structures groupantes avec des temps correspondants à 83, 178 et 275 unités de temps, et un profit total de 613.45. Avec l'algorithme génétique, les temps correspondent à 161, 254 et 300 unités de temps avec un profit total de 582.02.

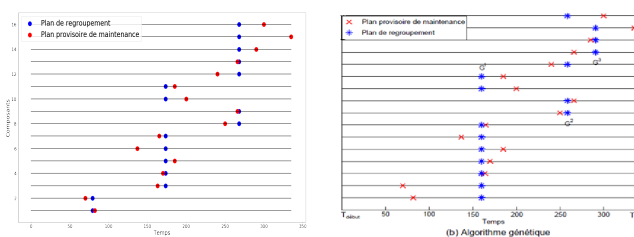


FIG. 2 – Plan individuel, plan de regroupement

4 Conclusions et perspectives

Nous avons proposé dans ce travail une approche du regroupement des tâches de maintenance basée sur l'algorithme des essais particuliers (PSO). Selon les résultats, notre algorithme améliore le profit économique. La vitesse de convergence du PSO est meilleure que celle de Vu et *al.*. Comme suite de ce travail, nous envisageons de proposer une approche exacte pour la stratégie de regroupement.

Références

- [1] Hai Canh Vu, Phuc DO, Anne Barros, Christophe Bérenguer. *Maintenance grouping strategy for multi-component systems with dynamic contexts*. Reliability Engineering and System Safety, 233-249, 2014.
- [2] R.E. Wildeman, R. Dekker, A.C.J.M Smit A dynamic policy for grouping maintenance acitivities. *European Journal Of Operational Research*, 530–551, 1997.