

## Sur les Approximation dans les Systèmes Réparables de Fiabilité avec Maintenance Préventive

F. RAHMOUNE<sup>1</sup>

Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes LAMOS  
Université de Béjaïa 06000, Algérie.  
email : foughah@yahoo.fr

**Résumé** Comme pour toute théorie, on opère selon des modèles. Dans ce travail, nous avons prouvé, pour la première fois, l'applicabilité de la méthode de stabilité forte aux systèmes réparables de fiabilité avec maintenances préventives qui peuvent être vus comme des systèmes de files d'attente avec vacances et source finie, où la perturbation a concerné la structure du service. Le système  $M/G/1//N$  avec vacances multiples du serveur et service exhaustif nous a servi d'illustration. Nous avons prouvé le fait de la stabilité. Ceci nous permet de constater la possibilité d'approximer les caractéristiques stationnaires et non stationnaires du système  $M/G/1//N$  avec maintenances préventives par celles du système  $M/G/1//N$  classique.

**Mots-Clés** : Maintenances Multiples, Modélisation, Système avec vacances du serveur, Chaîne de Markov induite, Stabilité, Approximation.

Comme pour toute théorie, en théorie de fiabilité on opère selon des modèles [2]. Les méthodes probabilistes élémentaires utilisées pour les systèmes non réparables s'avèrent insuffisantes pour étudier des systèmes réparables. Pour l'analyse de ces derniers, on fait appel à ces méthodes de modélisation les plus répandues [3, 9]. L'un des objectifs de ce travail est de montrer que le calcul de la fiabilité de certains systèmes complexes se ramène à des problèmes de phénomènes d'attente. Supposons par exemple que la capacité d'un atelier de réparation est  $N \geq 1$ , ce qui signifie que  $N$  éléments défectueux au maximum peuvent être remis en service à la fois. Si  $N$  est inférieur au nombre d'éléments du système (ce qui est souvent le cas), une file d'attente de composants tombés en panne peut se former, on est alors en présence d'un "**phénomène d'attente**" [7]. Il existe cependant une différence importante entre les phénomènes d'attente habituels et ceux qui interviennent dans l'étude des systèmes réparables de fiabilité. Pour les premiers, on admet implicitement qu'il existe un nombre infini de clients potentiels, ce qui implique que le taux d'arrivée de ces clients est indépendant de l'état dans lequel le système se trouve. On parle alors de système de file d'attente ouvert. Les seconds, que l'on appelle systèmes fermés, sont destinés à servir un nombre fini de clients potentiels, dont chacun peut solliciter le service de réparation offert plus d'une fois. L'intensité du flux d'arrivée peut alors varier en fonction de l'état dans lequel se trouve le système.

Afin d'élever la fiabilité des systèmes complexes, il existe des méthodes adéquates, telles que la "**redondance**", et aussi ce qu'on appelle "**maintenance préventive**" [8, 4, 5]. La redondance est l'une des méthodes qui permet d'augmenter la fiabilité du système sujet à des pannes. Elle consiste à faire fonctionner en parallèle plusieurs éléments remplissant la même fonction. Le problème de redondance a été pris en considération par Aïssani lors de l'étude du système  $M/G/1$  avec rappels et serveur non fiable [1]. Une autre technique est celle des maintenances préventives qui consiste en l'inspection du système en question pour des éventuelles réparations préventives ou remplacement afin d'élever la fiabilité du système et de pallier aux pannes, à des instants aléatoires.

Ceci nous permettra en premier lieu d'introduire la modélisation des systèmes de fiabilité avec maintenance préventive par les systèmes de files d'attente avec vacances, où les périodes de maintenance sont simulées par celles des vacances du serveur. Nous nous intéressons plus exactement, aux systèmes de files d'attente à source finie et vacances du serveur. Dans de tels modèles, le serveur prend occasionnellement une vacance d'une durée aléatoire, qui peut être utilisée pour accomplir une ou plusieurs tâches secondaires, comme elle peut modéliser une période d'oisiveté du serveur [11, 10, 6]. L'étude de tels systèmes est sans aucun doute très importante pour les applications pratiques, car les vacances du serveur influent beaucoup sur les caractéristiques du système considéré. En particulier, plus les durées de vacances du serveur sont longues, plus le nombre d'utilisateurs dans la file est élevé et plus la durée d'attente de chaque usager dans la file est longue.

En second lieu, dans ce travail, nous avons prouvé pour la première fois l'applicabilité de la méthode de stabilité forte aux systèmes réparables de fiabilité avec maintenance préventive qui peuvent être vus comme des systèmes de files d'attente avec vacances et source finie, où la perturbation a concerné la structure du service. Le système  $M/G/1//N$  à vacances multiples du serveur et service exhaustif nous a servi d'illustration. Nous avons prouvé le fait de la stabilité. Ceci nous permet de constater la possibilité d'approximer les caractéristiques stationnaires et non stationnaires du système  $M/G/1//N$  avec maintenances préventives par celles du système  $M/G/1//N$  classique. Nous avons obtenu également les estimations quantitatives de stabilité avec un calcul exact des constantes.

## Références

1. A . Aïssani. An  $M^X/G/1$  Retrial Queue with Unreliable Server and Vacations. *Proceedings 17th European Simulation Multiconference*, 175-180, 2003.

2. A . Aïssani. *Modèles Stochastiques de la Théorie de Fiabilité*. Office des Publications Universitaires, Alger, 1992.
3. J. L. Bon. *Fiabilité des Systèmes (Méthodes Mathématiques)*. Edition Masson, 1995.
4. T. K. Das. *Analysis of Patrolling Repairman Systems*. PhD thesis, Texas and M. University, College Station, Texas, 1989.
5. T. K. Das and M. A. Woltman. Analysis of Asymmetric Patrolling Repairman Systems. *Eur. Jour. Oper. Res*, 64, 45-60.
6. B. T. Doshi. *Single Server Queues With Vacations*. In Stochastic Analysis of Computer and Communication Systems, Amsterdam, Elsevier Science Edition, 217-265, 1990.
7. M. Roussignol and D. Flipo. Files d'Attente et Fiabilité. Technical report, Université des Sciences et Technologies de Lille, 2002-2003.
8. A. L. Scherr. An Analysis of Time-Shared Computer Systems. In *Research Monograph 36*. The MIT Press, Cambridge, Mass, 1967.
9. D. Stoyan. *Comparison Methods For Queueing Models and Others Stochastic Models*. Wiley edition, 1983.
10. H. Takagi. *M/G/1//N* Queues with Server Vacations and Exhaustive Service. *Operations Research*, Vol. 42, N°5, 926-939, Octobre 1994.
11. T. H. Takine, H. Takagi, Y. Takahashi, and T. Hasewaga. Analysis of Asymmetric Single-Buffer Polling and Priority Systems. *Performance Evaluation*, 11 :253-264, 1990.