Colloque sur l'Optimisation et les Systèmes d'Information
COSI'2015
Oran, 01-03 Juin 2015

Optimisation du renouvellement des systèmes réparables sujets à plusieurs types de maintenance imparfaite

Laggoune Radouane*, Ait Mokhtar El Hassene*, Razik Meddour* 2, Fares Boudjema*, Aissani Djamil**
*** LaMOS; *Faculté de Technologie*
Université de Bejaia
r_laggoune@yahoo.fr,

Résumé: Ce travail a pour objectif de proposer une approche permettant l'optimisation du cycle de renouvellement de systèmes réparables recevant périodiquement plusieurs types de révisions partielles. Les effets des différentes révisions partielles sont intégrés en supposant que chaque type de révision réduit l'intensité de défaillance d'une quantité proportionnelle à l'effort de maintenance consenti. La résolution du problème consiste à calculer le nombre de répétitions du sous-cycle des révisions partielles qui minimiserait le coût total par unité de temps, ce qui nous permet par la suite de déduire le cycle optimum de renouvellement de l'équipement. L'approche a été illustrée par une application à une turbopompe de la compagnie algérienne du pétrole « SONATRACH ».

Mots clefs: Optimisation, théorie de renouvellement, efficacité de la maintenance, Processus de Poisson Non Homogène, analyse de sensibilité.

Introduction:

Selon les pratiques industrielles, au cours de son cycle de vie un équipement reçoit plusieurs types de révisions partielles ayant chacune sa propre périodicité et sa propre efficacité; allant d'une simple révision, effectuée beaucoup plus fréquemment et ayant un impact peu significatif sur la fiabilité du système, jusqu'à la révision générale, moins fréquente, et ayant un impact important. Ce cycle se répète un certain nombre de fois et au bout du compte le système est renouvelé par un neuf. Un intérêt croissant est accordé, ces dernières années, aux modèles de maintenance [1 - 3]. Il est à noter qu'il est important de construire des modèles réalistes des effets des actions de maintenance et de les intégrer dans l'optimisation de la maintenance des systèmes réparables. Dans ce travail, nous avons proposé une politique de maintenance préventive périodique imparfaite avec réparation minimale à la défaillance. L'efficacité de la maintenance est généralement représentée par un ou plusieurs paramètres [4, 5]. Dans ce travail nous nous sommes concentrés sur les modèles de réduction de l'intensité de défaillance, où nous avons considéré plusieurs types de maintenance imparfaite (révisions partielles).

1. Efficacité de la maintenance

A. Les modèles de bases [4]

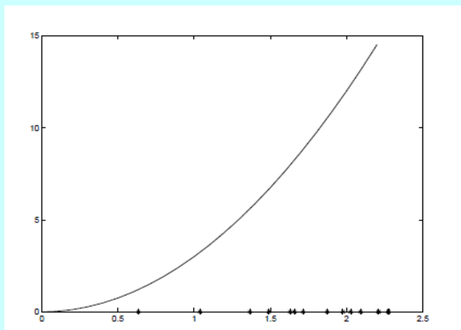


Fig 1: Intensité de défaillance dans le cas ABAO

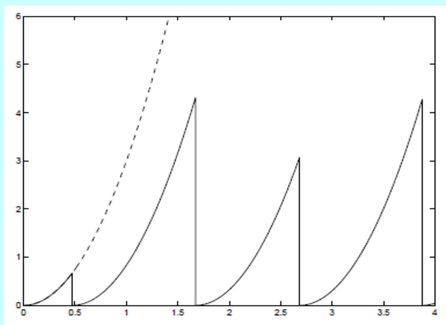


Fig 2: Intensité de défaillance dans le cas AGAN

B. Maintenance imparfaite

Dans le souci d'être plus réaliste, de nombreuses études ont montré que l'effet réel de la PM (maintenance en général) est quelque part entre les deux cas extrêmes (ABAO et AGAN), ce qui est désigné par ''maintenance imparfaite'' [4, 5].

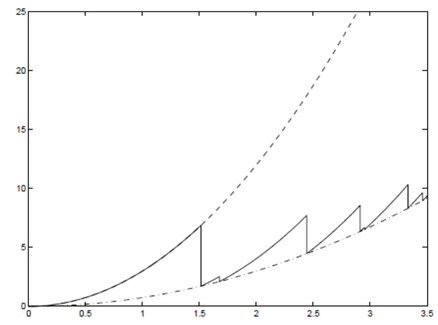


Fig 3: Intensité de défaillance dans le cas de la maintenance imparfaite

2. Politique de PM périodique avec réparation minimale à la défaillance

Selon les pratiques industrielles, au cours de son cycle de vie un équipement reçoit plusieurs types de révisions partielles ayant chacune sa propre périodicité et sa propre efficacité; allant d'une simple révision, effectuée beaucoup plus fréquemment et ayant un impact peu significatif sur la fiabilité du système ; jusqu'à la révision générale, moins fréquente, et ayant un impact important sur la fiabilité du système. Ce cycle se répète un certain nombre de fois et au bout du compte le système est renouvelé par un neuf. Nous avons repris la politique de PM périodique avec réparation minimale à la défaillance introduite dans [6], tout en relaxant dans le présent travail l'hypothèse d'exponentialité des défaillances en supposant une distribution de Weibull:

$$C(k,T)=\frac{C_{\min}.\sum_{i=1}^{k}H_i(T)+(k-1)C_p+C_{ov}}{kT}$$

3. Construction du modèle

Le système étudié reçoit quatre types de PM périodiques (révisions partielles) à intervalles de temps différents et avec des effets différents:

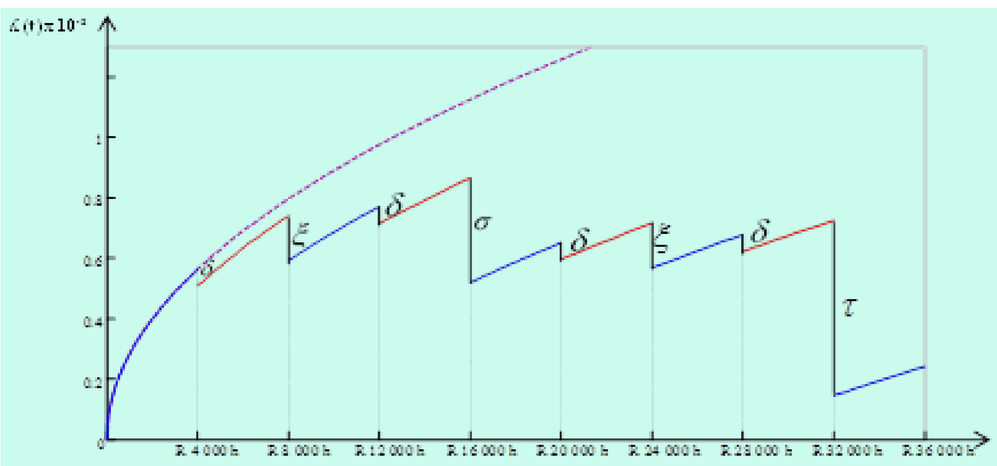
- Le premier type est effectué chaque T avec un effet égale à δ.
- Le second type est effectué chaque 2T avec un effet égale à σ.
- Le troisième type est effectué chaque 4T avec un effet égale à ε.
- Le quatrième type est effectué chaque 8T avec un effet égale à τ.

La fonction des coûts s'écrit :

$$C(n,T)=\frac{C_{\min}.(\frac{\beta}{\eta^{\beta}}).(8nT)^{\beta}-C_{\min}.8nT\left[(\frac{8n}{4}).\delta+(\frac{8n}{8}).\xi+(\frac{8n}{16})\sigma+(\frac{8n-8}{16}).\tau\right]+(8n-1)C_p+C_{ov}}{8nT}$$

4. Application

L'analyse des différents supports d'information du service « maintenance » de l'entreprise, nous ont permis d'obtenir les données (inputs) nécessaires à notre problème d'optimisation. La fonction MLE de Matlab nous a permis de trouver les paramètres de la loi de Weibull ajustée sur l'équipement (β=1.5 et η = 3051). Les réductions de l'intensité de défaillance obtenues par les effets des différentes révisions périodiques sont illustrées par:



Conclusions

Le problème d'optimisation abordé traite de la minimisation de l'espérance du coût de maintenance par unité de temps sans contraintes, avec le nombre de révisions partielles comme variable de décision. Le PLP « Power Law Process» a été mis à profit pour construire notre modèle de maintenance, un modèle de réduction d'intensité de défaillance a été introduit pour modéliser l'efficacité des maintenances périodiques imparfaites (révisions). L'application conduite sur une turbopompe de la compagnie algérienne du pétrole « Sonatrach » nous a permis de conclure qu'il serait plus économique de procéder au renouvellement de cet équipement au bout de 40 révisions partielles (tout type confondu), ce qui est équivalent à un cycle de 18 ans de service. Par ailleurs l'analyse de sensibilité a révélé que l'amélioration de la qualité de la maintenance engendrerait un prolongement de la durée d'exploitation sans augmentation significative des coûts,

Références bibliographiques

1. Wang, H. "A Survey of Maintenance Policies of Deteriorating Systems", European Journal of Operational Research, Vol. 139, pp 469–489, 2002.
2. Laggoune R., Chateauneuf A. & Aissani D. "Impact of few failure data on the opportunistic replacement policy for multi- component systems". Reliability Engineering & System Safety, Vol. 95, pp. 108-119, 2010.
3. Laggoune R., Chateauneuf A. & Aissani D. "Preventive maintenance scheduling for a multi-component system with non-negligible replacement time". International Journal of Systems Science, Vol. 41: 7, pp. 747-761, 2010.
4. Doyen L, Gaudoin O. Classes of imperfect repair models based on reduction of failure intensity or virtual age. Reliability Engineering & System Safety. 84, 45–56 (2004)
5. Brown M, Proschan F. Imperfect repair. Journal of Applied Probability. 20, 851–859 (1983)
6. Ait Mokhtar H, Laggoune R, Chateauneuf A et Aissani D. Modélisation de l'efficacité de la maintenance pour l'optimisation de cycle de renouvellement des systèmes réparables. Actes de COSI' 2014. 8-10 Juin 2014, Bejaia (Algérie).