

6

Politique d'inspection périodique pour un système à deux niveaux de dégradation

B.CHERFAOUI, R.LAGGOUNE

Unité de Recherche LaMOS
Université de Béjaïa, Béjaïa 06000, Algérie
Tél. (213) 34 81 37 08,
email : bachircherfaoui2015@gmail.com

Résumé Ce travail concerne l'optimisation de la maintenance et de l'inspection pour un système à plusieurs niveaux de dégradation. Le système est sujet à deux types de dégradation à savoir une dégradation continue modélisée par un processus Gamma et des chocs modélisé par un processus de Poisson non homogène. Notre objectif c'est de minimiser le coût total de maintenance en minimisant l'intervalle d'inspection et le seuil de remplacement préventif.

Mots clés : Dégradation ; coût total de maintenance ; politique d'inspection ; optimisation.

6.1 Introduction

Tout système passe par plusieurs états intermédiaires entre le fonctionnement nominal et la panne. Ces états sont appelés niveaux de dégradation. En effet, afin de connaître le niveau de dégradation du système à chaque instant, nous devons effectuer des contrôles et des inspections. Plusieurs travaux ont été réalisés sur ce sujet, on peut citer le travail de Laggoune et al.[1] où les auteurs ont modélisé la dégradation du système, subissant une inspection périodique, ils ont considéré la disponibilité comme critère d'optimisation. Alors que Deloux et al.[2] ont modélisé la dégradation par un processus gaussien basé sur une inspection périodique afin de minimiser les coûts de maintenance. Dans ce travail, l'idée est de dégager des conclusions sur l'impact des différents paramètres d'un système sur la politique inspection/remplacement optimale au sens économiques lorsque le processus de dégradation est modélisé par le processus gamma homogène.

6.2 Modèle de dégradation DTS(Degradation threshold shock)

Considérant un système sujet à une dégradation continue monotone et subissant en même temps des chocs. La dégradation passe par deux niveaux essentiels à savoir le niveau L qui est le seuil critique qui entraîne l'arrêt de système et le niveau B qui est le seuil de remplacement préventif. Afin de modéliser ces deux phénomènes nous optons pour le modèle proposé par Huynh et al.[3] appelé modèle DTS. Pour cela, nous considérons la variable aléatoire x_t représentant le niveau de dégradation du système à l'instant t et on note $x_{t \geq 0}$ le processus de dégradation, qui est un processus gamma. Le processus de choc est quant à lui modélisé par un processus de poisson non homogène noté N_t . La fonction de survie de dégradation et de choc est donnée par les équations 6.1 et 6.2 respectivement

$$R_{\tau_B}(t) = 1 - F_{\tau_B}(t) = 1 - P(\tau_B \leq t) = 1 - P(x_t \geq B) = 1 - \frac{\Gamma(\alpha t, A\beta)}{\Gamma(\alpha t)}, \quad (6.1)$$

$$R_s(t) = P(x_t < B_s, N_t = 0) + P(x_t \geq B_s, N_t = 0) \quad (6.2)$$

Où B_s est le niveau de changement d'intensité de choc, $\Gamma(\alpha t, \beta)$ la loi Gamma de paramètre de forme α et de paramètre d'échelle β .

6.3 Politique d'inspection périodique ($\Delta T, B$)

La politique $(\Delta T, B)$ est une politique d'inspection/remplacement conditionnelle périodique. La règle de décision à une inspection $T_i = i\Delta T (i = 1, 2, \dots, n)$ est conditionnée par l'état du système et le niveau de dégradation inspecté x_{T_i} . Nous

proposons ici de minimiser le coût global par unité de temps engendré par non seulement les coûts de maintenance, mais aussi la perte engendrée par l'indisponibilité du système et cela en fonction de la politique $(\Delta T, B)$ adoptée. Notons que ce coût est calculé de la manière suivante :

$$C_{\infty}^{\Delta T, B}(\Delta T, B) = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{C^{\Delta T, B}(t)}{t} \quad (6.3)$$

où $C^{\Delta T, B}(t)$ est le coût de maintenance cumulé au temps t .

6.3.1 Résultats et Discussions

L'exécution de programme implémenté sur Matlab nous a fourni les résultats suivants : Concernant le cas réel nous constatons qu'il faut faire une inspection générale sur le système chaque 2 mois, et un remplacement préventif si le système atteint 60 de sa dégradation. Pour la deuxième application nous avons présenté plusieurs situations où dans chaque situation on varie un paramètre et on fixe les autres pour voir l'impact de chaque paramètre sur le couple $(\Delta T_{opt}, B_{opt})$ et le coût de la maintenance. A partir des résultats numériques obtenus, on constate que :

- La totalité des paramètres de modèle traités ont un impact sur la politique optimale. et bien évidemment sur le coût qui lui est associé.
- L'augmentation de certains paramètres (α et β), entraîne une variation considérable de coût de maintenance et de couple $(\Delta T_{opt}, B_{opt})$. tandis que l'augmentation des autres (L et B_S) n'engendre qu'une légère variation de couple $(\Delta T_{opt}, B_{opt})$, et des coûts de maintenance.

6.4 Conclusion

L'idée de ce travail est de clarifier l'influence des paramètres d'un système en dégradation continue monotone sur une politique d'inspection/remplacement lorsque sa dégradation est modélisée par un processus Gamma homogène. Quoique l'application numérique réalisée, sur des données réelles, nous a fourni des résultats réalistes et elle a mis en évidence le lien entre les différents paramètres du système avec ses caractéristiques.

Références

1. Laggoune, R., Cherfaoui, B., Abbas, S., Ablouï, F. (October 2016) Preventive maintenance optimization for multi-state deteriorating systems. Maintenance and Life Cycle Assessment of Structures and Industrial Systems. In proceeding of the 51st ESReDA Seminar, Clermont-Ferrand, France.
2. Deloux, E., Castanier B., C. Berenguer. (2009) Predictive maintenance policy for a gradually deteriorating system subject to stress. Reliability Engineering and System Safety 94 :418- 431.
3. Huynh K. T., Barros A., Berenguer C., and Castro I. (2013). A periodic inspection and replacement policy for systems subject to competing failure modes due to degradation and traumatic events. Reliability Engineering & System Safety, 96(4) :497-508,