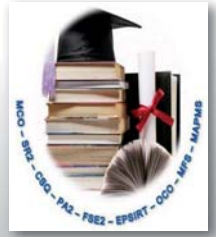


Sur les politiques d'inspection pour des systèmes à plusieurs niveaux de dégradation

Bachir CHERFAOUI, Radouane LAGGOUNE

Doctoriales de Recherche Opérationnelle, le 12 et 13 Décembre 2018



Introduction

Les systèmes technologiques se distinguent de plus en plus par la complexité croissante de leur structure. Cette complexité accroît l'occurrence de défaillance catastrophique qui peut entraîner d'importantes pertes pour les entreprises.

Une des approches pour pallier à l'occurrence aléatoire des pannes est d'intégrer aux systèmes des procédés leur permettant d'opérer en mode dégradé.

Dégradation : c'est une évolution irréversible d'une ou plusieurs caractéristiques d'un bien liée au temps, à la durée d'utilisation ou à une cause externe: altération de fonction, phénomène continu, vieillissement physique [1].



2. Modélisation et Outils Mathématiques

➤ Dégradation continue :

- Exemples: Corrosion, usure, fissure (figure 2) ,
- Modélisation: La modélisation est faite à l'aide des processus stochastique :Lévy, Gamma, Wiener.

➤ Dégradation discrète :

- Exemple: Choc (figure 3) ,
- Modélisation: Modélisée par processus Markov, processus semi markovien, processus poissonnien.

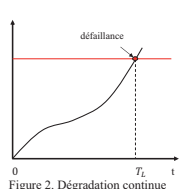


Figure 2. Dégradation continue

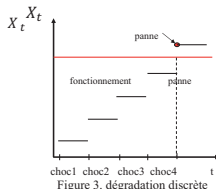


Figure 3. dégradation discrète

Types d'inspection [2]

Inspection périodique : Inspection effectuée à un intervalle de temps ΔT constant, généralement utilisé lorsque la dégradation est monotone.

Inspection non périodique : Lorsque la dégradation est monotone, il devient donc plus intéressant d'adapter l'intervalle d'inspection en fonction du niveau de dégradation observé. Ceci permet de limiter le nombre d'inspections pour des états peu dégradés et d'ajuster au plus près un éventuel remplacement préventif..

Résultats

1. Travaux réalisés :Deux travaux ont été réalisés où dans chacun on a pris en compte un critère d'optimisation spécifique à savoir:

- Minimisation des coûts de maintenance.
- Maximisation de la disponibilité de système [3].

➤ Dans un premier travail [4,5] nous sommes parvenu à construire une politique d'inspection périodique appliquée sur un système en dégradation continue (suit une loi Gamma(α, β)) où nous avons considéré deux niveaux de dégradation essentiels : le seuil de remplacement préventif B et le seuil critique (correctif) de dégradation L (voir figure 4).

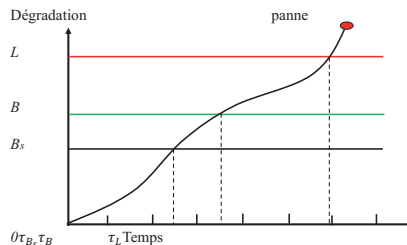


Figure 4. règle de décision de la politique ($\Delta T, B$)

Notre objectif dans ce travail était la minimisation des coûts de maintenance dépenser durant un cycle de renouvellement vis-à-vis l'intervalle d'inspection et le seuil de remplacement préventif B .

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

Première application: étude d'un cas réel

Paramètre de décisions	B_{opt}	ΔT_{opt}
	60%	56 j

Table 1. valeurs optimales obtenus

Deuxième application: Simulation (influence des paramètres du modèle sur la politique optimale).

α	ΔT_{opt}	B_{opt}	Coût
0.1	13.00	16.93	0.17
0.2	19.01	19.99	21.60
0.3	19.41	25.39	24.33

Table 2. influence de α sur la politique optimale

β	ΔT_{opt}	B_{opt}	Coût
0.1	13.00	16.93	0.17
0.2	19.07	14.99	3.82
0.3	19.88	23.33	21.25

Table 3. Influence de β sur la politique optimale

➤ Dans un second travail, notre intérêt porte sur l'étude de l'optimisation des dates d'inspections qui permettent de maximiser la disponibilité A_S d'un système à plusieurs niveaux de dégradation.

$$A_S = \frac{E(U_c)}{E(T_r)}$$

$E(U_c)$: la durée de bon fonctionnement

$E(T_r)$: la durée de cycle de remplacement.

Application Numérique:

Le but dans cette application est d'étudier la sensibilité du la politique optimale envers les différentes durées des actions de maintenance (T_c , T_p , et T_i).

T_c	θ	N	$A_S(\theta)$	δ [%]
25	1010, 1085.2, 1475.7	3	0.9851	3.81
35	1020, 1060.2, 1465.5	3	0.9846	3.76
45	1045, 1102.2, 1465.3	3	0.9825	3.55

Table 4. Influence de T_c sur la $A_S(\theta)$

T_p	θ	N	$A_S(\theta)$	δ [%]
8	1030, 1095.3, 1435.7	3	0.9802	3.32
16	1010, 1085.2, 1475.7	3	0.9851	3.81
24	1010, 1075.2, 1485.7	3	0.9873	4.03

Table 5. Influence de T_p sur la $A_S(\theta)$

T_i	θ	N	$A_S(\theta)$	δ [%]
2	1010, 1085.2, 1475.7	3	0.9851	3.81
4	1010, 1050.6, 1585.3	3	0.9828	3.58
6	900, 1005.6, 1605.2	3	0.9816	3.46

Table 6. Influence de T_i sur la $A_S(\theta)$

Conclusion

Pour la bonne prise de décision sur le choix de la politique de maintenance à exécuter sur un système, il est indispensable de bien connaître les détails du système en question. Cette connaissance est acquise à l'aide des actions de contrôle et d'inspection effectuée sur le système durant son fonctionnement.

La minimisation des coûts de maintenance ou la maximisation de la disponibilité passe généralement par l'optimisation des dates des inspections du système.

Plusieurs perspectives sont envisageables

- Etudier des systèmes multi-composants sujets à de différentes dégradations (corrosion-abrasion, usure-cavitation, etc).
- Etudier des systèmes série-parallèle en dégradation .
- Construire des politiques d'inspection pour de tels systèmes.

Références

- 1.AFNOR NF EN 13306. Terminologie de la maintenance. Norme européenne, ISSN 0335-3931, Juin 2001.
- 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.Laggoune, R., Cherfaoui, B., Abbas, S., Ablauoi, F. (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.
4. Cherfaoui B., Laggoune R.. Periodic Inspection Policy for a System with two Levels of Degradation. A paraître dans la série : *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer.
5. Cherfaoui , Laggoune R.. Politique d'inspection périodique pour un système à deux niveaux de dégradation. 6ème Congrès Algérien de Mécanique. Constantine-Algérie du 26 au 30 novembre 2017.