

Table des matières

Préface	1
Philippe EUDELIN	
Avant-propos	3
Abdelkhalak EL HAMI, David DELAUX et Henri GRZESKOWIAK	
Chapitre 1. Essais aggravés	9
Henri GRZESKOWIAK, David DELAUX et Abdelkhalak EL HAMI	
1.1. Introduction sur les essais aggravés (ou hautement accélérés)	9
1.2. Historique.	9
1.3. Approche générale.	11
1.3.1. Robustesse et fiabilité	14
1.4. Types de produits concernés par les essais aggravés.	17
1.5. Exemple dans le secteur aéronautique : effet du vieillissement sur la SOA (<i>Safe Operating Area</i>)	21
1.6. Typologie des défauts précipités en essais HALT	22
1.7. Exploitation des essais avec marteaux pneumatiques d'une machine HALT : particularités et précautions inhérentes	24
1.8. Comparaison de la fatigue vibratoire des essais HALT <i>versus</i> ALT	31
1.8.1. Présentation de la démarche suivie.	31
1.8.2. Le spectre de dommage par fatigue	32
1.8.3. Étude de cas automobile : casse d'un onduleur/convertisseur	36
1.8.3.1. Description de l'essai	36
1.8.3.2. Estimation du coefficient de Basquin	41
1.8.3.3. Superposition des spectres de dommage par fatigue	42

1.8.3.4. Critère de fatigue	44
1.8.3.5. Conclusion.	46
1.8.4. Comparaison des essais accélérés et essais aggravés	46
1.8.5. Les normes	48
1.9. Bibliographie	49

Chapitre 2. Analyse de l'endommagement par fatigue et optimisation fiabiliste des structures soumises à des vibrations aléatoires

55

Ahmed YAICH et Abdelkhalak EL HAMI

2.1. Introduction.	55
2.2. Analyse de l'endommagement par fatigue	56
2.2.1. Formulations et développements	56
2.2.2. Stratégie de l'analyse de l'endommagement par fatigue	60
2.3. Optimisation fiabiliste des structures soumises à des vibrations aléatoires	61
2.3.1. Optimisation déterministe	61
2.3.2. <i>Reliability Based Design Optimization</i> (RBDO).	61
2.3.2.1. Approche classique.	62
2.3.2.2. Méthode hybride	63
2.3.2.3. <i>Optimum Safety Factor</i> (OSF)	65
2.3.2.4. Méthode hybride robuste (RHM, <i>Robust Hybrid Method</i>)	67
2.3.3. Optimisation fiabiliste des structures soumises à des vibrations aléatoires	70
2.3.3.1. Description du problème	70
2.3.3.2. Procédures des méthodes DDO et RBDO	71
2.4. Applications	72
2.4.1. Description du problème.	72
2.4.2. Résultats et discussion	75
2.5. Conclusion	79
2.6. Bibliographie.	80

Chapitre 3. Essais accélérés

85

Henri GRZESKOWIAK, David DELAUX et Abdelkhalak EL HAMI

3.1. Les différents types d'essais	85
3.1.1. Les calculs	86
3.1.2. Les simulations	86
3.1.3. Les essais.	87
3.1.4. Liens entre les trois types de démonstrations.	88

3.2. Généralités sur les essais accélérés	89
3.2.1. Les modèles expérimentaux	91
3.2.2. Les modèles statistiques	91
3.2.3. Les modèles physiques	91
3.3. Principe, méthodologie, mise en œuvre des essais accélérés	92
3.3.1. Définition et notions importantes	92
3.3.2. Évaluer la fiabilité prévisionnelle d'un système en réalisant des essais	95
3.3.3. Essais accélérés (basé sur le modèle physique) : exemple de l'accélération en température	97
3.3.4. Évaluer la fiabilité prévisionnelle d'un système par rapport à une durée de vie imposée et des contraintes environnementales	97
3.3.5. Chaleur humide	99
3.3.6. Température	100
3.3.7. Lois « multi-stress »	100
3.3.8. Les essais accélérés en pratique	101
3.3.9. Évaluation de la fiabilité pour recherche de mécanismes de défaillance liés à l'usure	101
3.3.10. Synthèse des essais	103
3.4. Les différentes phases de construction d'un plan de validation de la fiabilité	104
3.5. Développement d'un essai d'environnement climatique dit de corrosion pour échangeur automobile	106
3.6. Les normes des essais accélérés	117
3.7. Conclusion	119
3.8. Bibliographie	119

Chapitre 4. Collection de normes NF X 50-144-1 à 6 : prise en compte de l'environnement dans le cycle de vie d'un produit 125

Henri GRZESKOWIAK, David DELAUX et Abdelkhalak EL HAMI

4.1. Introduction	125
4.2. Présentation de la collection AFNOR NF X 50-144-1 à 6	126
4.3. Focus sur la NF X 50-144-3	131
4.3.1. Les quatre étapes de la méthodologie	132
4.3.1.1. Étape 1	132
4.3.1.2. Étape 2	133
4.3.1.3. Étape 3	134
4.3.1.4. Étape 4	137
4.3.2. Focus sur l'étape 3 : la méthode MBD	139

4.3.2.1. Test de stationnarité	143
4.3.2.2. Les différentes étapes de la MBD	144
4.3.3. Focus sur l'étape 3 : illustrations relatives à la méthode MBD	147
4.3.4. Exemple de personnalisation d'essais pour l'avion A400 M.	154
4.4. Bibliographie	157

Chapitre 5. Développement de spécifications vibratoires pour les composants du groupe motopropulseur. 159

Marco BONATO

5.1. Introduction.	159
5.1.1. Vibration de moteur à combustion	160
5.2. Types de signaux vibratoires pour le test de validation	162
5.2.1. Signaux traditionnels utilisés dans l'industrie automobile	162
5.2.2. Tests de validation pour échangeurs de chaleur montés sur le moteur.	162
5.2.3. Récents développements : personnalisations de spécifications vibratoires	163
5.2.4. La méthode FFT : signal de test sous forme de DSP et balayage sinusoïdal	164
5.2.4.1. Accélération des essais	165
5.2.5. La méthode de la personnalisation des essais	166
5.3. Cas d'étude : spécification vibratoire pour un RAS à eau.	168
5.3.1. Signaux vibratoires : DSP et balayage sinusoïdal	168
5.4. Développement d'un signal plus représentatif de l'environnement réel	171
5.4.1. Sinus multiples balayés sur bruit	171
5.4.2. Comparaison avec les méthodes existantes	174
5.4.3. Travaux ultérieurs.	175
5.5. Bibliographie.	175

Chapitre 6. Amélioration des essais de fiabilité accélérés par utilisation de signaux optimisés. 177

Jonathan MARTINO

6.1. Introduction.	178
6.2. Considérations générales	179
6.2.1. Signaux multi-sinus.	181
6.3. Kurtosis et facteur de crête.	184
6.3.1. Kurtosis.	184
6.3.2. Facteur de crête	185

6.4. Optimisation des signaux multi-sinus pseudo-aléatoires	187
6.4.1. Contrôle du facteur de crête par optimisation des déphasages. . .	187
6.4.2. Traitement préalable	187
6.4.3. Détermination analytique	188
6.4.4. Méthodes numériques	189
6.4.5. Distribution stochastique des signaux à faible facteur de crête . .	191
6.4.6. Utilisation de signaux optimisés à faible facteur de crête pour les essais environnementaux	191
6.4.7. Contrôle du kurtosis par manipulation non linéaire	193
6.4.7.1. Étape 1	193
6.4.7.2. Étape 2	193
6.4.7.3. Étape 3	194
6.4.8. Dualité entre kurtosis et facteur de crête	195
6.5. Évaluation du dommage	198
6.5.1. Spectre de dommage par fatigue (FDS)	198
6.5.2. Réduction de la durée d'un essai	202
6.5.3. Influence de l'optimisation des signaux dans l'évaluation des dommages.	202
6.5.3.1. Excitation sinusoïdale	202
6.5.3.2. Excitation pseudo-aléatoire multi-sinus	203
6.5.3.3. Comparaison des FDS pour différents signaux pseudo-aléatoires multi-sinus optimisés	203
6.6. Conclusion	208
6.7. Bibliographie.	209
Liste des auteurs.	215
Index	217
Sommaire de <i>Fiabilité appliquée pour l'industrie 1</i>	221
Sommaire de <i>Fiabilité appliquée pour l'industrie 3</i>	225