

Table des matières

Préface de Philippe Bogdanik	1
Préface de Gilles Zwingelstein	3
Introduction	5
Partie 1. Fiabilité	13
Chapitre 1. Fiabilité prévisionnelle	15
1.1. Notion de fiabilité prévisionnelle	15
1.2. Méthodologie FIDES	16
1.2.1. Rappel de la modélisation	16
1.2.2. Notion de profil de vie	17
1.3. Exemple d'application	18
1.3.1. Estimation classique	21
1.3.2. Estimation avec une loi uniforme	22
1.3.3. Estimation avec une loi normale	22
1.4. Tenue d'une spécification fiabilité	23

Chapitre 2. Caractéristiques statistiques de lois exponentielle et de Weibull.	25
2.1. Rappels sur les lois exponentielle et de Weibull	25
2.1.1. Loi exponentielle	25
2.1.2. Loi de Weibull.	25
2.2. Estimation des paramètres d'un modèle de fiabilité par la méthode du maximum de vraisemblance	26
2.2.1. Données complètes	27
2.2.2. Données censurées à droite de type II	27
2.3. Propriétés d'un estimateur	29
2.3.1. Notion de biais	29
2.3.2. Notion de coefficient de variation (CV).	30
2.4. Simulation d'instants de défaillance par inversion de la probabilité de défaillance	31
2.4.1. Génération d'instants de défaillance pour la loi exponentielle. . .	31
2.4.2. Génération d'instants de défaillance pour la loi de Weibull . . .	32
2.5. Impact de la température	35
2.6. Biais relatif et coefficient de variation des paramètres de Weibull . . .	35
2.6.1. Biais relatif de β	36
2.6.2. Biais relatif du paramètre η	37
2.6.3. Coefficient de variation du paramètre β	38
2.6.4. Coefficient de variation du paramètre η	39
2.7. Scénarios de simulations envisagées sur les différents paramètres . . .	39
2.7.1. Biais relatif de β	40
2.7.2. Biais de Ea	41
2.7.3. Biais de C	42
2.7.4. Coefficient de variation de β	42
2.7.5. Coefficient de variation de Ea	43
2.7.6. Coefficient de variation de C	43
 Chapitre 3. Fiabilité des systèmes	 45
3.1. Hypothèses	46
3.2. Systèmes sans maintenance	47
3.2.1. Notion de taux de défaillance	47
3.2.2. Système série sans maintenance	49
3.2.3. Système parallèle sans maintenance	52
3.2.4. Redondance « k/n » sans maintenance.	56

3.3. Systèmes avec maintenance	58
3.3.1. Notion d'intensité de défaillance et de taux d'occurrence des défaillances Rocof	59
3.3.2. Système série avec maintenance	61
3.3.3. Système parallèle avec maintenance	74
3.3.4. Système redondance k/n avec maintenance	80
3.4. Système série/parallèle	86
3.4.1. Système série/parallèle sans maintenance	86
3.4.2. Système série/parallèle avec maintenance : renouvellement au niveau élément	87
3.4.3. Renouvellement au niveau système	90
3.5. Système parallèle/série	92
3.5.1. Système parallèle/série sans maintenance	92
3.5.2. Système parallèle/série avec maintenance	94
3.6. Cas d'application	100
3.6.1. Conversion d'énergie thermostatée	100
3.6.2. Calculateur avionique	105

Chapitre 4. Impact de la température sur la fiabilité 109

4.1. Loi d'Arrhenius	109
4.2. Profil de vie opérationnel	110
4.3. Principe de Sedyakin	110
4.4. Conséquence sur les estimations de fiabilité	113
4.5. Prise en compte de l'effet de la maintenance	121

Chapitre 5. Essais de vieillissement 131

5.1. Test accéléré de vieillissement	132
5.1.1. Principe	132
5.1.2. Modélisation	133
5.2. Dimensionnement de l'essai de vieillissement	134
5.2.1. Données d'entrée	134
5.2.2. Paramètres d'ajustement	134
5.2.3. Contraintes du produit	134
5.2.4. Impact du paramètre de forme β de la loi de Weibull	135
5.2.5. Choix des températures minimale et maximale	135
5.3. Essai séquentiel à deux températures constantes	136
5.4. Essais en parallèle à niveaux constants	141
5.5. Essais mixtes à niveaux constants	141

Chapitre 6. Application de la loi bêta décentrée	143
6.1. Contexte.	143
6.2. Loi de probabilité « bêta décentrée »	144
6.3. Modélisation des mesures	146
6.4. Méthode du rejet	147
6.4.1. Première itération	148
6.4.2. Seconde itération	149
6.5. Intervalle de confiance pour la loi bêta décentrée	151
6.6. Justification du choix de la loi bêta décentrée	153
 Chapitre 7. Caractéristiques statistiques des processus HPP et PLP.	 157
7.1. Rappels sur les processus de Poisson.	157
7.2. Processus de Poisson homogène HPP	157
7.2.1. Biais du paramètre HPP	158
7.2.2. Coefficient de variation du paramètre HPP	159
7.3. Processus de puissance PLP	159
7.3.1. Simulations d'un processus de puissance	160
7.3.2. Biais relatif du paramètre β	161
7.3.3. Biais relatif du paramètre α	162
7.3.4. Coefficient de variation du paramètre β	162
7.3.5. Coefficient de variation du paramètre α	163
 Partie 2. Maintenabilité	 165
 Chapitre 8. Maintenabilité	 167
8.1. Nombre moyen de défaillances	167
8.2. Système série.	168
8.2.1. Renouvellement au niveau élément	168
8.2.2. Renouvellement au niveau système	171
8.3. Système parallèle	173
8.4. Système k/n.	176
8.5. Système avionique.	177
8.5.1. Remplacement élément	177
8.5.2. Remplacement système	178

Partie 3. Disponibilité	181
Chapitre 9. Disponibilité des systèmes	183
9.1. Hypothèses	183
9.2. Temps de fonctionnement et de réparation : lois exponentielles	185
9.3. Temps de fonctionnement loi exponentielle et temps de réparation constant	188
9.4. Temps de fonctionnement loi exponentielle et temps de réparation loi uniforme	190
9.5. Temps de fonctionnement loi exponentielle et temps de réparation loi normale	192
9.6. Temps de fonctionnement loi exponentielle et temps de réparation loi Weibull	196
9.7. Système série	197
9.8. Système parallèle	200
9.9. Redondance k/n	203
9.10. Système série/parallèle	206
9.11. Système parallèle/série	207
9.12. Conversion d'énergie	208
9.13. Système avionique	210
9.13.1. Renouvellement au niveau élément	210
9.13.2. Renouvellement au niveau système	211
Partie 4. Sécurité	215
Chapitre 10. Mécanismes de défaillance concurrents FMEA	217
10.1. Applications industrielles sans maintenance	221
10.1.1. Loi exponentielle	221
10.1.2. Loi de Weibull	222
10.2. Applications industrielles avec maintenance	223
10.2.1. Lois exponentielles de paramètre λ_i	223
10.2.2. Lois de Weibull	225
10.3. Prise en compte des contributions physiques	227
10.3.1. Loi exponentielle sans maintenance	227
10.3.2. Loi de Weibull sans maintenance	229
10.3.3. Loi exponentielle avec maintenance	231

Chapitre 11. Évènements redoutés (FTA)	233
11.1. Introduction	233
11.2. Aspects réglementaires	234
11.2.1. Cadre de la CS25	234
11.2.2. Problèmes rencontrés	235
11.2.3. Cas d'une loi exponentielle	239
11.2.4. Cas d'une loi normale.	239
11.3. Probabilité d'occurrence d'un évènement redouté	241
11.3.1. Porte OU avec test des éléments	241
11.3.2. Porte OU sans test des éléments	243
11.3.3. Porte ET avec test des éléments.	244
11.3.4. Porte ET sans test des éléments	246
11.4. Application pratique	247
 Annexes.	 253
 Liste des notations	 263
 Liste des acronymes	 265
 Définitions	 267
 Bibliographie	 269
 Index	 271