
Table des matières

Préface	9
Jean-Marc THÉRET	
Avant-propos	13
Introduction	17
Chapitre 1. Comprendre l'incertain	23
1.1. Incertain et réalité	23
1.1.1. Prise de conscience de l'incertain	23
1.1.2. Territoires de l'incertain	25
1.1.3. Conclusion	31
1.2. Robustesse et fiabilité	32
1.2.1. Robustesse : définition et mesure de la robustesse	32
1.2.2. Fiabilité : définition et mesure de la fiabilité	35
1.2.3. Relation entre la robustesse et la fiabilité	39
1.2.3.1. Trois situations de robustesse et de fiabilité	39
1.2.4. Optimisation robuste et fiable	42
1.2.5. Conclusion	44
1.3. Concevoir pour produire robuste	45
1.3.1. Robustesse et cycle de vie	45
1.3.2. Description du cycle en V	47

1.3.3. Les incertitudes dans le cycle en V	48
1.3.3.1. Phase vérification	49
1.3.3.2. Phase validation	52
1.3.4. Incertitudes liées à une étape du cycle en V	52
1.3.5. Démarche robustesse et incertitudes	57
1.3.5.1. Démarche robustesse	59
1.3.5.2. Démarche incertitude	60
1.3.6. Conclusion	63
Chapitre 2. Modéliser l'incertain	65
2.1. Incertain aléatoire	65
2.1.1. Modélisation de l'incertain	65
2.1.1.1. Du plus simple	65
2.1.1.2. Au plus complexe	66
2.1.2. Exploration du Médianistan	66
2.1.2.1. Utiliser les données réellement disponibles	66
2.1.2.2. Approches quantitatives	67
2.1.2.3. Robustesse et convexité	70
2.1.2.4. Conclusion	71
2.1.3. De la statistique aux probabilités	71
2.1.3.1. Estimation paramétrique	71
2.1.3.2. Estimation non paramétrique	72
2.1.3.3. Indépendance et dépendance des variables	72
2.1.3.4. Objectivité et subjectivité	73
2.1.3.5. Robustesse de l'estimation	74
2.1.3.6. Conclusion	74
2.1.4. Chaos polynomial	75
2.1.5. Exploration de l'Extrémistan	77
2.1.5.1. Statistique des extrêmes	77
2.1.5.2. Acceptabilité d'une excursion en Extrémistan	79
2.1.6. Conclusion	80
2.2. Incertain du modèle de comportement	81
2.2.1. Incertitude sur les données d'entrée	81
2.2.1.1. Approches qualitatives	82
2.2.1.2. Conclusion	85
2.2.2. Incertitude sur le modèle de comportement	86

2.2.2.1. Définition et limites d'un modèle de comportement	86
2.2.2.2. Modélisation physique	88
2.2.2.3. Modélisation phénoménologique	89
2.2.2.4. Amélioration et recalage de modèles	91
2.2.2.5. Modèle d'observation	92
2.2.2.6. Réseaux bayésiens	94
2.2.2.7. Conclusion	96
2.3. Propagation des incertitudes	96
2.3.1. Problème de la propagation des incertitudes	96
2.3.2. Analyse de sensibilité aux incertitudes	98
2.3.2.1. Méthodes de simulation	98
2.3.2.2. Modèle des intervalles	99
2.3.2.3. Modèle possibiliste	102
2.3.2.4. Modèle probabiliste – Chaos polynomial	105
2.3.3. Analyse de fiabilité – Méthodes de classification	109
2.3.3.1. Séparateurs à vaste marge (SVM)	110
2.3.3.2. Méthodes de krigeage	117
2.3.4. Réductions de modèle	122
2.3.4.1. Réduction au juste nécessaire	122
2.3.4.2. Réduction par apprentissage d'une surface de réponse	123
2.3.4.3. Réduction algorithmique	123
2.3.5. Quantification de l'incertain	128
2.3.6. Conclusion	130
Chapitre 3. Décider dans l'incertain	131
3.1. Aide à la décision en conception	131
3.1.1. Aide à la décision	131
3.1.2. Modélisation de l'aide à la décision	133
3.1.2.1. Modèle de comportement	133
3.1.2.2. Modèle de préférence	133
3.1.2.3. Fonctions d'interprétation et d'agrégation	135
3.1.3. Analyse décisionnelle multi-critères (ADMC)	136
3.1.3.1. Un problème d'optimisation	136
3.1.3.2. Compromis performance-sensibilité	139
3.1.4. Conclusion	140

3.2. Synthèse et conclusion	141
3.2.1. Trois points de vue	141
3.2.1.1. Point de vue de l'utilisateur	141
3.2.1.2. Point de vue de l'ingénieur	144
3.2.1.3. Point de vue du chercheur	149
3.2.1.4. Innovation	150
3.2.2. Défis d'une science de l'ingénieur	151
3.2.2.1. Comprendre l'incertain et le modéliser	151
3.2.2.2. Modéliser la propagation et décider	153
3.2.3. Quelques enjeux industriels	155
Bibliographie	157
Index	175