

# Table des matières

Introduction .....	9
Première Partie : Risques et Probabilités .....	13
Chapitre I : Qu'est-ce qu'un risque ? .....	15
I. Introduction .....	15
II. Approche mathématique .....	15
Risques chiffrables .....	16
Risques non chiffrables .....	16
III. Le contrôle individuel du risque est-il possible ? .....	16
A. Le scepticisme de Claude Bernard .....	16
B. Exemples d'applications individuelles .....	17
IV. Systèmes d'information .....	18
A. Disposer d'un système d'information .....	18
B. Le recueil d'information : difficultés et contraintes .....	19
C. La loi "Informatique et Libertés" .....	21
IV. Des informations grossières à partir d'indicateurs grossiers .....	21
A. Les préférences des ingénieurs .....	21
B. Avantages des indicateurs grossiers .....	22
1. Le coût .....	22
2. La pertinence .....	22
3. La robustesse .....	23
V. La présentation des études de risques .....	24
1. Les données brutes soient présentes .....	25
2. Tous les raisonnements soient présents .....	25
3. La qualité des signatures .....	26
4. L'honnêteté intellectuelle .....	27
Chapitre II : La méthode probabiliste .....	29
I. Deux remarques préliminaires .....	29
A. Risque qualitatif et risque quantitatif .....	29
B. Estimation et loi de probabilité .....	29
II. Comment fait-on habituellement? .....	30
III. Outils mathématiques .....	30
A. Les classes de résultats .....	30
B. Le résultat principal .....	31
C. Un exemple .....	32
D. Comparaison avec l'estimation classique .....	34
E. Loi individuelle de $\lambda_k$ .....	35
F. Calcul des espérances et des variances individuelles .....	37
G. Dépendance du nombre de classes .....	38
IV. Un exemple simple .....	40
V. Franchissement d'un seuil .....	43
Annexe : Fusion de deux classes .....	45
A. Loi de probabilité de la somme $\lambda_1 + \lambda_2$ .....	45
B. Loi de probabilité du taux de risque de la classe fusionnée $C_{1,2}$ .....	46
Chapitre III : Traitement d'un exemple réel .....	49
I. Présentation des données d'entrée .....	49
II. Un exemple sur données réelles .....	50
A. Les données .....	50
B. Origine de l'étude .....	51
C. Prise en compte de deux paramètres .....	52
La présentation usuelle .....	52

2. Mise en œuvre de la méthode probabiliste .....	54
3. Règles utiles concernant la programmation .....	58
4. Présentation des résultats .....	59
5. Introduction des paramètres explicatifs .....	60
6. Loi de probabilité de la teneur en NH <sub>4</sub> , sachant le débit/ha faible .....	61
7. Loi de probabilité de la teneur en NH <sub>4</sub> , sachant le débit/ha fort .....	62
8. Comparaison des deux lois conditionnelles .....	63
9. Interprétation en situation complexe .....	64
10. Comparaison de paramètres explicatifs .....	64
11. Comparaison des paramètres .....	66
12. Choix du conditionnement .....	66
Conclusion .....	67
Chapitre IV : Outils probabilistes pour la comparaison des risques .....	69
I. Présentation .....	69
A. Approche physique .....	70
B. Approche statistique .....	71
II. Notion de taux de risque .....	72
III. Outils mathématiques pour l'évaluation des taux de risque .....	73
IV. Comparaison de deux taux de risque .....	75
A. La théorie .....	75
B. Un paradoxe .....	76
C. Un test de bon sens .....	77
D. Lien avec l'espérance de vie .....	78
E. Probabilité de décès à un âge donné .....	79
1. Présentation des résultats .....	79
2. Utilisation des résultats du tableau .....	80
3. Exploitation des résultats .....	81
4. Espérance de vie .....	83
V. Nombre de morts par tranche d'âge .....	83
A. Présentation des résultats .....	84
B. Nombre de morts par an et probabilités de vie à la naissance .....	85
V. Population test et population de référence .....	87
VI. Propriétés asymptotiques de la fonction $f_{n,N}(\lambda)$ .....	89
A. Théorie .....	89
B. Implémentation informatique .....	91
Chapitre V : La prise en compte de données censurées .....	93
I. Introduction .....	93
II. Construction d'une loi de probabilité .....	94
A. Ajout d'une donnée censurée .....	95
B. Le cas général .....	97
III. Un exemple .....	100
IV. Remplacement d'une donnée censurée par une donnée exacte .....	102
Chapitre VI : Le risque sismique .....	105
I. Que craint-on ? .....	105
II. La terminologie de base .....	105
A. Enregistrements et localisation .....	105
B. La magnitude .....	108
1. La magnitude locale, ou magnitude de Richter .....	108
2. La magnitude de durée .....	109
3. La magnitude de surface .....	109
4. La magnitude de volume .....	109
5. La magnitude d'énergie .....	109
C. L'intensité d'un séisme .....	111
III. La carte d'aléa sismique de la France .....	114
IV. Difficultés liées aux modèles .....	115
A. Modèles et réalité .....	115

B. Processus de Poisson.....	116
C. Naissance d'un séisme dans une zone source.....	117
1. Zonage sismotectonique en France.....	117
2. Calcul de la probabilité d'occurrence d'un séisme de magnitude $m$ dans une zone source ...	118
D. Deux exemples.....	119
Exemple 1 : Séismes en Italie, 06/05/1976 - 28/11/2002.....	119
Exemple 2 : Séismes en France, 07/01/2000 - 07/08/2007.....	123
E. Détermination de la relation d'atténuation entre zones source et cible.....	126
F. Exemple de construction graphique.....	126
G. Formule générale pour l'estimation probabiliste de l'aléa sismique.....	131
V. L'approche que nous proposons.....	131
Chapitre VII : Le transfert d'information.....	133
I. Étendre l'information.....	133
II. Des situations très distinctes.....	133
A. Quelques exemples.....	134
B. La mauvaise approche.....	134
III. Un modèle physique est nécessaire.....	136
A. Qu'est-ce qu'un modèle physique ?.....	136
B. Un exemple.....	136
C. Défauts de cette méthode.....	137
IV. Une méthode probabiliste.....	137
A. Présentation.....	137
B. Pourquoi la droite de régression ?.....	140
C. Détermination des incertitudes.....	142
D. Cas où une loi de probabilité est disponible au-dessus de chaque point.....	145
Annexe : Incertitudes sur la droite de régression.....	147
A. Description générale du besoin.....	147
B. Construction usuelle.....	147
C. Introduction des incertitudes.....	148
1. Droite de régression unique, construite à partir des points moyens.....	148
2. Droite de régression unique, minimisant l'écart moyen.....	148
3. Droite de régression probabiliste.....	149
Chapitre VIII : L'information est-elle suffisante ?.....	151
I. Une question à ne pas poser.....	151
II. Description mathématique du problème.....	151
III. Résultats grossiers.....	153
IV. Résultats.....	155
A. Théorie.....	155
B. Exemples.....	158
1. Un premier exemple : pollution dans les rivières.....	158
2. Un second exemple : le retard des trains.....	159
V. Compléments théoriques.....	160
A. Comportement de la variance.....	160
B. Estimations asymptotiques pour l'intervalle de confiance.....	162
C. Propriétés de l'intervalle de précision $w_k$ .....	163
D. La somme des variances.....	164
VI. Un exemple industriel.....	165
A. Essai de définition du problème.....	165
B. Résolution mathématique.....	166
C. Réserves méthodologiques.....	168
D. Durée de garantie d'un appareil.....	168
Chapitre IX : Méthodes de mesure.....	171
I. L'objectif d'un réseau de mesures.....	171
II. Que cherche-t-on habituellement à mesurer ?.....	172
III. Deux modes de mesures : régulières et aléatoires.....	173

A. Mesures régulières .....	173
B. Mesures irrégulières .....	173
IV. Situations mathématiques rencontrées .....	174
A. Un signal périodique n'est pas nécessairement sinusoïdal .....	174
B. Echantillonnage insuffisant .....	175
C. Défauts de l'échantillonnage aléatoire .....	176
1. Un exemple simple .....	176
2. Cas d'un processus réel .....	177
V. Quelle méthode choisir ? .....	180
Seconde Partie : Méthodes probabilistes en grande dimension .....	183
Chapitre X : Qu'est-ce que la grande dimension ? .....	185
I. Position du problème .....	185
II. Difficultés liées à la grande dimension .....	186
III. La notion de plan d'expériences .....	188
IV. Comment faire un plan d'expériences ? .....	189
A. Notations .....	189
B. Normalisation de l'espace des paramètres .....	189
C. Définition mathématique du plan d'expériences .....	190
D. Ce que donne un plan aléatoire .....	191
V. L'exploration en grande dimension .....	192
A. La recherche de zones à risque .....	192
B. Exploration à partir d'un point .....	193
C. Une erreur à ne pas commettre .....	194
D. Points uniformément répartis sur la sphère unité .....	196
E. Construction d'un plan déterministe pour l'exploration de directions .....	198
VI. Les paramètres prépondérants .....	199
Chapitre XI : L'Hypersurface Probabiliste .....	203
I. Propager l'information .....	203
II. Pourquoi une construction probabiliste ? .....	204
III. L'Hypersurface Probabiliste Expérimentale .....	206
A. Notations de base .....	206
B. Normalisation des paramètres .....	207
C. L'entropie .....	208
1. Entropie discrète .....	208
2. Entropie continue .....	209
3. Passage de l'entropie discrète à l'entropie continue .....	210
4. Autres caractérisations possibles pour la quantité d'information .....	211
IV. Situations d'information minimale .....	212
V. Paramètre de propagation de l'information .....	216
VI. Construction de l'EPH .....	218
A. Cas d'une seule mesure .....	218
B. Cas de plusieurs mesures .....	219
VII. Probabilité globale .....	225
Chapitre XII : Construction pratique de l'Hypersurface .....	227
I. Sommet le plus éloigné d'un point donné .....	227
II. Construction d'une loi locale à partir d'une mesure .....	229
III. Construction d'une loi locale à partir de plusieurs mesures .....	230
IV. Intervalle de confiance en $X$ .....	232
V. Exemple de mise en œuvre de l'EPH sur un code de calcul explicite .....	232
VI. Utilisation de points de mesure réguliers .....	237
Chapitre XIII : Les utilisations de l'Hypersurface .....	239
I. Evaluation de paramètres globaux .....	239
A. Généralités .....	239

B. Les méthodes de Monte-Carlo.....	239
II. La recherche de zones dangereuses .....	241
A. Plusieurs approches possibles .....	241
B. Localisation déterministe.....	243
1. La théorie .....	243
2. Mise en œuvre pratique.....	248
C. Localisation probabiliste.....	249
III. Incorporer les incertitudes dans l'EPH .....	250
IV. Reconstruction de données manquantes .....	251
V. Prédications de variation .....	254
VI. Extension d'une loi censurée.....	257
A. Description mathématique du problème.....	258
1. Première étape .....	260
2. Etape générale.....	260
B. Un exemple.....	261