

# Table des matières

<b>Préface</b>	<b>xi</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Cas discret : les réseaux bayésiens multinomiaux</b>	<b>1</b>
1.1 Exemple introductif . . . . .	1
1.2 Représentation graphique . . . . .	2
1.3 Représentation probabiliste . . . . .	7
1.4 Estimation des tables de probabilités . . . . .	12
1.5 Apprentissage de la structure du graphe . . . . .	15
1.5.1 Tests d'indépendance conditionnelle . . . . .	16
1.5.2 Scores de réseaux . . . . .	19
1.6 Utilisation d'un RB discret . . . . .	22
1.6.1 Utilisation du DAG . . . . .	22
1.6.2 Utilisation des distributions de probabilités . . . . .	25
1.7 Diagrammes . . . . .	31
1.7.1 Tracer le DAG d'un RB . . . . .	31
1.7.2 Représenter des probabilités conditionnelles discrètes . . . . .	33
1.8 Lectures complémentaires . . . . .	35
<b>2 Cas continu : les réseaux bayésiens gaussiens</b>	<b>37</b>
2.1 Exemple introductif . . . . .	37
2.2 Représentation graphique . . . . .	39
2.3 Représentation probabiliste . . . . .	42
2.4 Estimation des paramètres . . . . .	46
2.5 Apprentissage de la structure du DAG . . . . .	50
2.5.1 Tests d'indépendance conditionnelle . . . . .	50
2.5.2 Scores de réseaux . . . . .	53
2.6 Utilisation d'un RBG . . . . .	54
2.7 Diagrammes . . . . .	59
2.7.1 Tracé du DAG d'un RB . . . . .	59
2.7.2 Représenter des distributions conditionnelles . . . . .	62

2.8	Propriétés supplémentaires . . . . .	65
2.9	Lectures complémentaires . . . . .	66
<b>3</b>	<b>Réseaux bayésiens hybrides</b>	<b>67</b>
3.1	Exemple introductif . . . . .	68
3.1.1	Mélange de variables discrètes et continues . . . . .	69
3.1.2	Discrétisation de variables continues . . . . .	72
3.1.3	Utilisation d'autres distributions de probabilité . . . . .	74
3.2	Exemple d'une récolte parasitée . . . . .	75
3.2.1	Modélisation . . . . .	77
3.2.2	Exploration . . . . .	78
3.3	A propos des logiciels BUGS . . . . .	84
3.4	Lectures complémentaires . . . . .	85
<b>4</b>	<b>Théorie des réseaux bayésiens et algorithmes associés</b>	<b>87</b>
4.1	Indépendance conditionnelle et séparation graphique . . . . .	87
4.2	Les réseaux bayésiens . . . . .	89
4.3	Couvertures de Markov . . . . .	94
4.4	Graphes moralisés . . . . .	97
4.5	Apprentissage d'un réseau bayésien . . . . .	99
4.5.1	Apprentissage de la structure . . . . .	103
4.5.2	Estimation des paramètres . . . . .	115
4.6	Inférence par réseaux bayésiens . . . . .	116
4.6.1	Raisonnement probabiliste et évidence . . . . .	116
4.6.2	Mise à jour de la connaissance . . . . .	118
4.7	Réseaux bayésiens causaux . . . . .	124
4.8	Lectures complémentaires . . . . .	128
<b>5</b>	<b>Logiciels pour réseaux bayésiens</b>	<b>131</b>
5.1	Revue des paquets R . . . . .	131
5.1.1	Le paquet <b>deal</b> . . . . .	133
5.1.2	Le paquet <b>catnet</b> . . . . .	135
5.1.3	Le paquet <b>pcalg</b> . . . . .	137
5.2	Les logiciels BUGS . . . . .	139
5.2.1	Distributions de probabilités . . . . .	139
5.2.2	Dépendances complexes . . . . .	140
5.2.3	Inférence par échantillonnage MCMC . . . . .	140
5.3	Autres logiciels . . . . .	142
5.3.1	BayesiaLab . . . . .	142
5.3.2	Hugin . . . . .	142
5.3.3	GeNIe . . . . .	143
<b>6</b>	<b>Réseaux bayésiens en grandeur réelle</b>	<b>145</b>
6.1	Prédiction de la Composition Corporelle . . . . .	145

---

6.1.1	Approche par régression et utilité des RB . . . . .	147
6.1.2	Approche prédictive . . . . .	148
6.1.3	Recherche de RB candidats . . . . .	152
6.2	Apprentissage d'un réseau de protéines-signal . . . . .	159
6.2.1	Un réseau bayésien gaussien . . . . .	161
6.2.2	Discrétisation de l'expression des gènes . . . . .	164
6.2.3	Moyennage de modèles . . . . .	165
6.2.4	Choix du seuil de significativité . . . . .	171
6.2.5	Traitement de données d'intervention . . . . .	173
6.2.6	Requêtes sur le réseau . . . . .	177
6.3	Lectures complémentaires . . . . .	180
<b>Conclusion</b>		<b>181</b>
<b>A Théorie des graphes</b>		<b>187</b>
A.1	Graphes, nœuds et arcs . . . . .	187
A.2	La structure d'un graphe . . . . .	189
A.3	Lectures complémentaires . . . . .	190
<b>B Distributions de probabilités</b>		<b>191</b>
B.1	Généralités . . . . .	191
B.2	Distributions marginales et conditionnelles . . . . .	193
B.3	Distributions discrètes . . . . .	194
B.3.1	Distribution binomiale . . . . .	194
B.3.2	Distribution multinomiale . . . . .	195
B.3.3	Autres distributions courantes . . . . .	195
B.4	Distributions continues . . . . .	196
B.4.1	Distribution normale . . . . .	196
B.4.2	Distribution normale multivariable . . . . .	197
B.4.3	Autres distributions courantes . . . . .	198
B.5	Distributions conjuguées . . . . .	200
B.6	Lectures complémentaires . . . . .	200
<b>C Glossaire</b>		<b>201</b>
<b>D Solutions</b>		<b>207</b>
D.1	Exercices du chapitre 1 . . . . .	207
D.2	Exercices du chapitre 2 . . . . .	212
D.3	Exercices du chapitre 3 . . . . .	217
D.4	Exercices du chapitre 4 . . . . .	221
D.5	Exercices du chapitre 5 . . . . .	225
<b>Bibliographie</b>		<b>229</b>
<b>Index</b>		<b>236</b>