

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
<b>Chapitre 1. Modélisation linéaire de données bidimensionnelles</b> . .	5
1.1. Rappels élémentaires de statistique . . . . .	5
1.2. Ajustement linéaire . . . . .	7
1.3. Corrélation linéaire . . . . .	12
<b>Chapitre 2. Analyse de données multidimensionnelles</b> . . . . .	17
2.1. Tableaux multidimensionnels . . . . .	18
2.2. Analyse d'un nuage de points . . . . .	28
2.2.1. Analyse dans l'espace des individus . . . . .	29
2.2.2. Analyse dans l'espace des variables . . . . .	35
2.2.3. Lien entre les deux espaces . . . . .	36
2.3. Analyse factorielle en composantes principales . . . . .	38
2.3.1. Principes . . . . .	38
2.3.2. Pratique . . . . .	45
2.4. Annexe : logiciels utiles . . . . .	51
2.4.1. Logiciel Tanagra . . . . .	52
2.4.2. Logiciel R . . . . .	60
<b>Chapitre 3. Introduction à la classification automatique</b> . . . . .	69
3.1. Similarité et distance . . . . .	70
3.1.1. Similarité, dissimilarité . . . . .	70
3.1.2. Distance . . . . .	71

3.2. Notions sur la théorie de l'information . . . . .	73
3.3. Méthodes de classification . . . . .	82
3.4. Classification par partitionnement . . . . .	84
3.4.1. Principe . . . . .	84
3.4.2. Inertie . . . . .	85
3.4.3. Algorithme des centres mobiles . . . . .	86
3.5. Classification hiérarchique . . . . .	93
3.5.1. Principe . . . . .	93
3.5.2. Stratégies d'agrégation . . . . .	94
3.5.3. Stratégie d'agrégation de Ward . . . . .	102
3.6. Annexes . . . . .	105
3.6.1. Théorème de Huygens-König . . . . .	105
3.6.2. Logiciels pour la classification . . . . .	107
<b>Chapitre 4. Programmation linéaire . . . . .</b>	<b>113</b>
4.1. Un exemple introductif . . . . .	113
4.2. Formulation générale . . . . .	117
4.3. Géométrie d'un programme linéaire . . . . .	120
4.4. Algorithme du simplexe . . . . .	121
4.5. Méthode à deux phases . . . . .	133
4.6. Dualité . . . . .	139
4.7. Dégénérescence . . . . .	142
4.8. Introduction à la programmation linéaire en nombres entiers . . . . .	143
4.8.1. Coupes de Gomory . . . . .	143
4.8.2. Algorithme Branch and Bound . . . . .	151
<b>Chapitre 5. Éléments de théorie des graphes . . . . .</b>	<b>159</b>
5.1. Définition et représentations d'un graphe . . . . .	160
5.1.1. Représentation graphique . . . . .	160
5.1.2. Tableaux associés à un graphe . . . . .	161
5.2. Principaux concepts et dénominations . . . . .	162
5.2.1. Éléments d'un graphe . . . . .	163
5.2.2. Analyse de la structure d'un graphe . . . . .	168
5.3. Fermeture transitive des sommets d'un graphe . . . . .	172
5.4. Décomposition d'un graphe orienté en composantes fortement connexes . . . . .	173
5.5. Arbres . . . . .	175
5.5.1. Introduction . . . . .	175
5.5.2. Arbres dans un graphe . . . . .	176
5.5.3. Arbre couvrant dans un graphe . . . . .	177

5.6. Recherche d'un système fondamental de cycles indépendants d'un graphe connexe . . . . .	179
5.7. Arbre couvrant <i>extremum</i> . . . . .	181
5.7.1. Généralités . . . . .	181
5.7.2. Algorithmes de recherche de l'arbre couvrant <i>extremum</i> . . . . .	181
<b>Chapitre 6. Optimisation de chemins . . . . .</b>	<b>187</b>
6.1. Chemins de longueur extrêmele. . . . .	188
6.1.1. Généralités . . . . .	188
6.1.2. Algorithmes de résolution . . . . .	188
6.1.3. Recherche de chemins $\varepsilon$ -extrémaux . . . . .	203
6.2. Recherche de chemins hamiltoniens . . . . .	204
6.2.1. Décomposition en composantes fortement connexes . . . . .	205
6.2.2. Algorithme Branch and Bound . . . . .	206
<b>Chapitre 7. Problèmes de circulation . . . . .</b>	<b>219</b>
7.1. Flot maximal . . . . .	220
7.1.1. Généralités . . . . .	220
7.1.2. Théorème de Ford-Fulkerson . . . . .	223
7.1.3. Algorithme de Ford-Fulkerson . . . . .	224
7.1.4. Méthode pratique de résolution. . . . .	229
7.2. Transport à coût minimal. . . . .	236
7.2.1. Problématique . . . . .	236
7.2.2. Algorithme du coin nord-ouest . . . . .	237
7.2.3. Méthode du moindre coût . . . . .	239
7.2.4. Algorithme de Balas-Hammer ou de Vogel . . . . .	242
7.2.5. Algorithme du <i>stepping stone</i> . . . . .	245
7.2.6. Inégalité de l'offre et de la demande. . . . .	255
7.2.7. Graphe non connexe et dégénérescence. . . . .	256
7.2.8. Potentiels et programme dual . . . . .	260
7.3. Problèmes d'affectation . . . . .	262
7.3.1. Problématique . . . . .	262
7.3.2. Algorithme hongrois . . . . .	268
<b>Chapitre 8. Problèmes d'ordonnement . . . . .</b>	<b>277</b>
8.1. Planification d'un projet . . . . .	277
8.1.1. Introduction . . . . .	277
8.1.2. Méthode des dates au plus tôt et des dates au plus tard . . . . .	280
8.1.3. Diagramme de Gantt . . . . .	285

8.2. Problème du <i>flow-shop</i> . . . . .	288
8.2.1. Algorithme de Johnson pour deux machines . . . . .	290
8.2.2. Cas de trois machines . . . . .	294
8.3. Le problème du <i>job-shop</i> . . . . .	301
<b>Bibliographie</b> . . . . .	<b>307</b>
<b>Liste des auteurs</b> . . . . .	<b>309</b>
<b>Index</b> . . . . .	<b>311</b>
<b>Sommaire de <i>Mathématiques du numérique 1</i></b> . . . . .	<b>313</b>
<b>Sommaire de <i>Mathématiques du numérique 2</i></b> . . . . .	<b>317</b>