

# Table des matières

<b>Première partie : Apprendre à programmer avec R</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 - Introduction</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre 2 - Premiers pas avec R</b>	<b>5</b>
2.1 Téléchargement de R . . . . .	5
2.2 Utilisation . . . . .	5
2.3 32 ou 64 bits ? . . . . .	6
2.4 Premières lignes de commande . . . . .	6
2.5 Les bibliothèques ou <i>packages</i> . . . . .	7
2.5.1 Installation . . . . .	7
2.5.2 Utilisation . . . . .	8
2.5.3 Mise à jour . . . . .	8
2.6 L'aide . . . . .	8
<b>Chapitre 3 - Éléments de base</b>	<b>11</b>
3.1 Les opérations élémentaires . . . . .	11
3.2 Les conditionnelles . . . . .	12
3.3 Les boucles . . . . .	13
3.4 Les fonctions . . . . .	14
3.5 Les méthodes <code>apply</code> . . . . .	16
3.6 Exercices . . . . .	17
<b>Chapitre 4 - Les variables</b>	<b>19</b>
4.1 Opérations sur les types . . . . .	19
4.2 Les différents types . . . . .	20
4.2.1 Le type <code>numeric</code> . . . . .	20
4.2.2 Le type <code>integer</code> . . . . .	20
4.2.3 Le booléen . . . . .	21
4.2.4 La chaîne de caractères . . . . .	21
4.2.5 Le type complexe . . . . .	23
4.2.6 Le type <code>Date</code> . . . . .	24
4.2.7 Les valeurs spéciales . . . . .	25

4.3	Les objets . . . . .	26
4.3.1	Le vecteur . . . . .	26
4.3.2	La matrice . . . . .	29
4.3.3	Le tableau . . . . .	33
4.3.4	La data frame . . . . .	34
4.3.5	La liste . . . . .	34
4.3.6	L'objet Time Series . . . . .	35
4.3.7	Le facteur . . . . .	37
4.4	Exercices . . . . .	38
<b>Chapitre 5 - Fonctions usuelles</b>		<b>39</b>
5.1	Les fonctions analytiques . . . . .	39
5.2	Les fonctions de tri . . . . .	40
5.3	Exercices . . . . .	42
<b>Chapitre 6 - Apprendre à programmer efficacement</b>		<b>43</b>
6.1	Le temps de calcul . . . . .	43
6.2	Les fonctions d'agrégation . . . . .	44
6.3	Éviter les boucles et synthétiser le code : langage vectoriel . . . . .	47
6.4	D'autres fonctions pour un code efficace . . . . .	53
6.5	Comparaison du temps de calcul . . . . .	54
6.6	Gestion de la mémoire . . . . .	55
6.7	Conclusion . . . . .	58
6.8	Exercices . . . . .	58
<b>Chapitre 7 - Simulation de variables aléatoires</b>		<b>61</b>
7.1	Le générateur aléatoire de R . . . . .	61
7.2	Les quatre fonctions génériques associées aux lois de R	62
7.3	Les lois usuelles . . . . .	62
7.3.1	Uniforme . . . . .	63
7.3.2	Binomiale . . . . .	64
7.3.3	Multinomiale . . . . .	64
7.3.4	Poisson . . . . .	65
7.3.5	Géométrique . . . . .	65
7.3.6	Binomiale négative . . . . .	66
7.3.7	Hypergéométrique . . . . .	67
7.3.8	Normale . . . . .	67
7.3.9	$\chi^2$ « Khi-2 » . . . . .	68
7.3.10	Student . . . . .	69
7.3.11	Log-normale . . . . .	69
7.3.12	Exponentielle . . . . .	70

7.3.13	Gamma . . . . .	71
7.3.14	Weibull . . . . .	71
7.3.15	Beta . . . . .	72
7.3.16	Cauchy . . . . .	72
7.3.17	Fisher . . . . .	73
7.3.18	Logistique . . . . .	74
7.4	Ré-échantillonnage . . . . .	75
7.5	Vecteurs gaussiens . . . . .	75
7.6	Exercices . . . . .	76
<b>Chapitre 8 - Les entrées/sorties</b>		<b>79</b>
8.1	L'importation . . . . .	79
8.1.1	La fonction <code>read.table</code> . . . . .	79
8.1.2	La fonction <code>scan</code> . . . . .	83
8.2	L'exportation . . . . .	84
8.3	Exercices . . . . .	84
<b>Chapitre 9 - Les représentations graphiques</b>		<b>85</b>
9.1	La gestion de la fenêtre graphique . . . . .	85
9.2	Graphiques standards avec la fonction <code>plot</code> . . . . .	86
9.3	Ajout de points, de lignes ou de segments . . . . .	89
9.4	Histogrammes . . . . .	90
9.5	Graphiques en perspective . . . . .	91
9.6	Nuages de points en perspective . . . . .	93
9.7	Polygones . . . . .	94
9.8	Images et contours . . . . .	95
9.9	Gestion des couleurs . . . . .	99
9.10	Sorties graphiques . . . . .	100
9.11	Quelques exemples . . . . .	101
9.12	Exercices . . . . .	103
<b>Deuxième partie : Applications à la statistique, l'actuariat et à la finance</b>		<b>109</b>
<b>Chapitre 10 - Estimation économétrique</b>		<b>111</b>
10.1	Les modèles linéaires . . . . .	111
10.1.1	Modèle linéaire simple . . . . .	111
10.1.2	Modèle linéaire multiple . . . . .	118
10.1.3	Tests statistiques et intervalles de confiance . . . . .	120
10.2	Les modèles linéaires généralisés . . . . .	123
10.2.1	Modèle de Bernoulli . . . . .	125

10.2.2	Modèle de Poisson . . . . .	128
10.2.3	Tests statistiques et intervalles de confiance . .	129
<b>Chapitre 11 - Estimation statistique sur des échantillons i.i.d.</b> . . . . . 135		
11.1	Estimation par la fonction de répartition empirique . .	135
11.2	Estimation par la méthode du noyau . . . . .	136
11.2.1	Cas unidimensionnel . . . . .	136
11.2.2	Cas bidimensionnel . . . . .	138
11.3	Estimation paramétrique par maximum de vraisemblance . . . . .	139
11.3.1	Exemple de la loi de Weibull . . . . .	141
11.3.2	Exemple d'un mélange de lois normales . . . .	147
11.3.3	Tenir compte des intervalles de définition des paramètres . . . . .	150
11.3.4	Tests d'adéquation . . . . .	151
<b>Chapitre 12 - Simulation et Monte Carlo</b> . . . . . 157		
12.1	Estimation de moments et intervalle de confiance . . .	157
12.2	Estimation de quantiles et intervalle de confiance . . .	159
12.3	Simulation d'une chaîne de Markov discrète . . . . .	161
12.4	Simulation d'un processus de diffusion . . . . .	163
12.5	Simulation de processus de somme aléatoire . . . . .	169
12.5.1	Somme aléatoire . . . . .	169
12.5.2	Processus de Poisson et processus de Poisson composé . . . . .	171
<b>Chapitre 13 - Estimation des paramètres d'un processus de diffusion</b> . . . . . 179		
13.1	Vraisemblance exacte . . . . .	179
13.2	Quasi-vraisemblance : le schéma d'Euler . . . . .	185
13.3	Quasi-vraisemblance : le schéma de Milstein . . . . .	192
<b>Chapitre 14 - Modélisation multivariée avec une copule</b> 197		
14.1	Simulation . . . . .	198
14.2	Estimation paramétrique . . . . .	200
14.3	Panorama des différentes copules . . . . .	205
<b>Chapitre 15 - Séries temporelles</b> . . . . . 207		
15.1	Simulation . . . . .	207
15.2	Estimation paramétrique . . . . .	209
15.3	Tests . . . . .	211

*TABLE DES MATIÈRES*

xi

<b>Chapitre 16 - Estimation des IBNR</b>	213
16.1 Chain-Ladder . . . . .	214
16.2 Extension du modèle de Mack . . . . .	216
16.3 Séparation IBNYR / IBNER, le modèle de Schnieper .	218
<b>Correction des exercices</b>	229
<b>Bibliographie</b>	241