

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> . . . . .	1
Vladimir ANISIMOV et Nikolaos LIMNIOS	
<b>Chapitre 1. Analyse de stabilité de modèles de files d'attente basée sur la méthode de synchronisation</b> . . . . .	7
Larisa AFANASEVA	
1.1. Introduction . . . . .	7
1.2. Description du modèle . . . . .	10
1.3. Processus de service auxiliaire . . . . .	12
1.4. Résultat d'instabilité pour le cas $\rho \geq 1$ . . . . .	16
1.5. Caractère stochastiquement borné pour le cas $\rho < 1$ . . . . .	17
1.6. Système de file d'attente avec serveurs non fiables et discipline de service à reprise préemptive . . . . .	17
1.7. Système de file d'attente à temps discret avec interruptions et discipline de service différente à répétition préemptive . . . . .	22
1.8. Système de file d'attente avec discipline de priorité préemptive . . . . .	25
1.9. Système de file d'attente avec service simultané d'un client par un nombre aléatoire de serveurs . . . . .	27
1.10. Applications à l'analyse des systèmes de transport . . . . .	30
1.11. Conclusion . . . . .	35
1.12. Remerciements . . . . .	36
1.13. Bibliographie . . . . .	36

**Chapitre 2. Modèles de files d'attente dans les services :  
approche analytique et de simulation** . . . . . 41

Srinivas R. CHAKRAVARTHY

- 2.1. Introduction . . . . . 42
- 2.2. Distributions par phases et processus markovien à arrivées groupées . . 43
  - 2.2.1. Distributions par phases . . . . . 44
  - 2.2.2. Quelques résultats utiles liés aux distributions *PH* continues . . . 44
  - 2.2.3. Le processus markovien à arrivées groupées . . . . . 48
- 2.3. Génération de processus *MAP* à usage numérique . . . . . 51
- 2.4. Analyse de modèles choisis de files d'attente de type *BMAP/G/c* . . . . 53
  - 2.4.1. Modèle de file d'attente *MAP/PH/1* . . . . . 53
  - 2.4.2. Mesures de performances du système . . . . . 58
  - 2.4.3. Exemples numériques illustratifs pour *MAP/PH/1* . . . . . 58
  - 2.4.4. Modèle de file d'attente *MAP/M/c* . . . . . 64
  - 2.4.5. Mesures de performances du système . . . . . 66
  - 2.4.6. Exemples numériques illustratifs pour *MAP/M/c* . . . . . 66
- 2.5. Modèles simulés de files d'attente de type *BMAP/G/c* . . . . . 68
  - 2.5.1. Validation des modèles simulés à l'aide de files d'attente  
de type *MAP/M/c* . . . . . 68
  - 2.5.2. Validation des modèles simulés à l'aide de files d'attente  
de type *MAP/PH/1* . . . . . 68
  - 2.5.3. Modèles simulés choisis de files d'attente de type *BMAP/G/c* . . . 69
- 2.6. Analyse de modèles choisis de files d'attente de type *BMAP/G/c*  
avec vacances . . . . . 73
  - 2.6.1. Modèle de file d'attente *MAP/PH/1* avec vacances . . . . . 73
  - 2.6.2. Mesures de performances du système . . . . . 78
  - 2.6.3. Exemples numériques illustratifs pour *MAP/PH/1* avec vacances . . 78
  - 2.6.4. Validation du modèle simulé pour des files d'attente  
avec vacances . . . . . 84
  - 2.6.5. Modèles simulés choisis de files d'attente de type *BMAP/G/c*  
avec vacances . . . . . 85
- 2.7. Remerciements . . . . . 88
- 2.8. Bibliographie . . . . . 88

**Chapitre 3. Distributions et processus aléatoires liés aux modèles  
de files d'attente et de fiabilité** . . . . . 91

Boyan DIMITROV

- 3.1. Quelques notations, relations et interprétations utiles . . . . . 91
- 3.2. Modèle de service non fiable et entretien de la fiabilité . . . . . 96
- 3.3. Caractérisations de distributions exponentielles et géométriques  
à travers les propriétés des temps de service . . . . . 99
  - 3.3.1. Réparations instantanées : caractérisation  
de la distribution géométrique . . . . . 99

3.3.2. Réparations instantanées : caractérisation de la distribution exponentielle . . . . .	105
3.3.3. Diverses conditions simplificatrices . . . . .	112
3.3.4. Service non fiable, temps de réparation inclus . . . . .	122
3.4. Distributions de probabilités ayant presque la propriété d'absence de mémoire . . . . .	127
3.4.1. Temps de service sur un serveur non fiable : réparations instantanées . . . . .	127
3.4.2. Propriétés des distributions ALM et présentations équivalentes . . . . .	131
3.4.3. Périodicité dans les phénomènes naturels . . . . .	137
3.5. Processus aléatoires ayant une nature périodique . . . . .	138
3.5.1. Processus de comptage . . . . .	139
3.5.2. Caractérisation d'un NPP . . . . .	140
3.5.3. Applications en modélisation des risques . . . . .	143
3.6. Conclusion . . . . .	144
3.7. Bibliographie . . . . .	145

#### **Chapitre 4. Impact de la structure de l'information sur le comportement stratégique dans les systèmes de files d'attente . . . . .**

Antonis ECONOMOU . . . . .	149
4.1. Introduction . . . . .	150
4.2. Cadre de la théorie des jeux pour les files d'attente . . . . .	151
4.3. Le modèle non observable . . . . .	154
4.4. Le modèle observable . . . . .	158
4.5. Comparaison des modèles non observable et observable . . . . .	163
4.6. Modèles partiellement observables . . . . .	165
4.7. Modèles à observabilité hétérogène . . . . .	171
4.8. Modèles observables avec retard . . . . .	175
4.9. Conclusion et analyse documentaire pour une étude plus approfondie . . . . .	180
4.10. Remerciements . . . . .	180
4.11. Bibliographie . . . . .	181

#### **Chapitre 5. Formalismes de maximum d'entropie non extensive et inférence inductive d'une file d'attente $M/G/1$ stable à queues lourdes . . . . .**

Demetres D. KOUVATSOS et Ismail A. MAGEED . . . . .	183
5.1. Introduction . . . . .	184
5.2. Systèmes généraux et formalismes inductifs de ME . . . . .	187
5.2.1. Formalisme EME « classique » de Shannon avec interactions à courte portée . . . . .	187
5.2.2. Formalismes NME de Rényi et Tsallis avec interactions à longue portée . . . . .	189

5.3. Formalismes NME et axiomes de consistance EME . . . . .	190
5.4. File d'attente $M/G/1$ stable avec interactions à longue portée . . . . .	191
5.4.1. Mise en situation : probabilité d'état EME de Shannon d'une file d'attente $M/G/1$ stable . . . . .	192
5.4.2. Probabilités d'état NME de Rényi et Tsallis d'une file d'attente $M/G/1$ stable . . . . .	192
5.4.3. Probabilités d'état NME exactes de Rényi et Tsallis avec distributions de temps de service distinctes de type GEq . . . . .	196
5.5. Expériences numériques et interprétations . . . . .	201
5.5.1. Étude de cas 1 . . . . .	201
5.5.2. Étude de cas 2 . . . . .	205
5.6. Conclusion . . . . .	208
5.7. Remerciements . . . . .	209
5.8. Annexe : les formalismes NME de Rényi face aux axiomes de consistance EME . . . . .	209
5.8.1. Unicité . . . . .	209
5.8.2. Invariance . . . . .	210
5.8.3. Indépendance des systèmes . . . . .	210
5.8.4. Indépendance du sous-ensemble . . . . .	211
5.9. Bibliographie . . . . .	213

## **Chapitre 6. Gestion des stocks avec temps de service positif : synthèse**

Achyutha KRISHNAMOORTHY, Dhanya SHAJIN et Viswanath C. NARAYANAN	215
6.1. Introduction . . . . .	215
6.2. Modèles de stock avec file d'attente . . . . .	217
6.2.1. Systèmes de gestion des stocks à file d'attente monomarchandise . . . . .	221
6.2.2. Systèmes de stock de production . . . . .	231
6.2.3. Système de stock multimarchandises à file d'attente . . . . .	233
6.2.4. Files d'attente à relances avec stock . . . . .	235
6.2.5. Files d'attente nécessitant des articles supplémentaires pour le service . . . . .	238
6.2.6. Stock à file d'attente : travaux en cours et suggestions pour des études futures . . . . .	242
6.3. Remerciements . . . . .	244
6.4. Bibliographie . . . . .	244

## **Chapitre 7. Une méthode d'analyse de stabilité des systèmes de files d'attente régénératifs**

Evsey MOROZOV et Bart STEYAERT	253
7.1. Introduction . . . . .	253
7.2. Préliminaires . . . . .	256

7.3. Système à un seul serveur . . . . .	258
7.4. Système multiserveurs à retard nul . . . . .	263
7.5. Système multiserveurs retardé : finitude de la première période de régénération . . . . .	266
7.6. Instabilité . . . . .	271
7.6.1. Quelques commentaires sur la méthode . . . . .	275
7.7. Recherche apparentée . . . . .	277
7.8. Remerciements . . . . .	281
7.9. Bibliographie . . . . .	281

## **Chapitre 8. Analyse transitoire des systèmes de files d'attente markoviens : synthèse mettant l'accent sur les solutions analytiques et l'uniformisation . . . . .**

Gerardo RUBINO

8.1. Introduction . . . . .	286
8.2. Notions de base sur les files d'attente markoviennes . . . . .	288
8.2.1. Modèles de Markov . . . . .	288
8.2.2. Uniformisation . . . . .	289
8.3. Premiers exemples . . . . .	291
8.3.1. Modèle d'Ehrenfest en temps continu . . . . .	292
8.3.2. Modèle $M/M/\infty$ . . . . .	293
8.3.3. File d'attente sans aucun serveur et avec catastrophes . . . . .	293
8.3.4. Modèle fondamental $M/M/1$ . . . . .	295
8.3.5. $M/M/1$ avec salle d'attente bornée : le modèle $M/M/1/H$ . . . . .	299
8.3.6. Commentaires . . . . .	301
8.4. Une démarche basée sur l'uniformisation pour le modèle $M/M/1$ avec fonctions génératrices matricielles . . . . .	302
8.4.1. Cas général . . . . .	303
8.4.2. Nombre moyen de clients à l'instant $t$ dans le modèle $M/M/1$ . . . . .	305
8.5. Une démarche basée sur l'uniformisation utilisant la dualité . . . . .	307
8.5.1. Dualité . . . . .	308
8.5.2. Démarche vers les distributions transitoires d'états utilisant la dualité . . . . .	311
8.5.3. Application à la file d'attente $M/M/1$ . . . . .	312
8.5.4. Application au système de file d'attente $M/M/1/H$ . . . . .	313
8.5.5. Application à un modèle $M/M/1/H$ avec catastrophes . . . . .	315
8.6. Autres résultats transitoires . . . . .	316
8.6.1. Période d'occupation de la file $M/M/1$ . . . . .	316
8.6.2. Effectif maximal en attente de la file $M/M/1$ sur un intervalle de temps fini . . . . .	317
8.6.3. Modèle $M/E/1$ . . . . .	318
8.7. Conclusion . . . . .	320
8.8. Bibliographie . . . . .	320

<b>Liste des auteurs</b> . . . . .	323
<b>Index</b> . . . . .	325
<b>Sommaire de <i>Théorie des files d'attente 1</i></b> . . . . .	327