

# Files d'attente

**B. Ycart**

La théorie des files d'attente a de nombreuses applications, en particulier dans les réseaux de communication et les réseaux informatiques. Nous insisterons surtout sur les modèles markoviens, en supposant acquises les notions de base sur les chaînes de Markov et les processus markoviens de saut, qui ont fait l'objet de cahiers dans la même collection. L'objectif est de donner une compréhension concrète des phénomènes, tout en présentant les résultats mathématiques de base de la théorie, sans insister sur les détails techniques. Pour compléter ce qui suit, on pourra se reporter aux ouvrages suivants.

E. GELENBE ET G. PUJOLLE *Introduction aux réseaux de files d'attente.*  
*Eyrolles, Paris, 1985.*

L. KLEINROCK *Queueing systems, vol. 1: theory.*  
*Wiley, New York, 1975.*

L. KLEINROCK *Queueing systems, vol. 2: computer applications.*  
*Wiley, New York, 1976.*

P. ROBERT *Réseaux et files d'attente : méthodes probabilistes.*  
*Springer-Verlag, Berlin, 2000.*

Ce “cahier de mathématiques appliquées” doit beaucoup aux relectures scrupuleuses de Jean-Stéphane Dhersin et Dominique Seret, au dynamisme de Sylvie Sevestre-Ghalila, au soutien de l’Ecole Supérieure de la Statistique et de l’Analyse de l’Information de Tunisie, par son directeur Makki Ksouri, ainsi qu’à la compétence de Habib Bouchriha, directeur du Centre des Publications Universitaires de la Tunisie.

## Table des matières

<b>1 Processus de naissance et de mort</b>	<b>71</b>
1.1 Définitions et exemples . . . . .	71
1.2 Comportement asymptotique . . . . .	74
1.3 Equations de Chapman-Kolmogorov . . . . .	77
<b>2 Files markoviennes</b>	<b>80</b>
2.1 Modèles d'attente . . . . .	80
2.2 File M/M/1 . . . . .	83
2.3 File M/M/ $s$ . . . . .	87
2.4 Files à capacité limitée . . . . .	90
2.5 Files à arrivées ou services groupés . . . . .	92
<b>3 Files quasi-markoviennes</b>	<b>97</b>
3.1 File M/GI/1 . . . . .	97
3.2 File GI/M/1 . . . . .	102
<b>4 Réseaux de files d'attente</b>	<b>105</b>
4.1 Réseaux de Jackson ouverts . . . . .	105
4.2 Réseaux de Jackson fermés . . . . .	110
4.3 Réseaux de Petri . . . . .	113
<b>5 Exercices</b>	<b>117</b>

# Index

- chaîne de Markov, 98, 102, 106, 110
- Chapman-Kolmogorov, 78, 85, 90, 94, 96, 107
- coefficient d'occupation, 83, 89, 98, 102, 113
- condition d'équilibre, 77, 80, 88, 93, 95, 98, 102, 108
- déclenchement, 113
- diagramme de transition, 71, 93, 95
- discipline de service, 82
- équilibre, 76
- explosion à temps fini, 74
- file
  - GI/M/1, 102
  - M<sup>(X)</sup>/M/1, 93
  - M/GI/1, 97
  - M/M<sup>(a,b)</sup>/1, 95
  - M/M/ $\infty$ , 90
  - M/M/s, 87
  - M/M/1, 73, 77, 83, 95, 102
  - M/M/1/N, 91, 112
  - M/M/1/s/s, 91
- fonction génératrice, 87, 89, 93, 94, 98, 112
- formule
  - d'Erlang, 92
  - de Little, 84, 89, 105
- loi
  - d'Erlang, 82, 84, 104
  - de Poisson, 90
  - exponentielle, 72, 81, 83, 89, 99
  - gamma, 84, 89, 104
- marquage, 113
- mesure stationnaire, 76, 79, 83, 88, 94, 96, 98, 103, 108, 111
- modèle
- d'attente, 80
- de population, 74
- notation de Kendall, 82
- probabilité de perte, 92
- processus
  - de naissance et de mort, 71, 88, 90, 92, 109, 111
  - de naissance pure, 73, 74
  - de Poisson, 73, 100, 105
  - markovien de saut, 71, 95, 107, 114
  - récurrent nul, 76, 80
  - récurrent positif, 76, 80
  - transient, 76, 80
- réseau de Jackson fermé, 110
- réseau de Jackson ouvert, 105
- réseau de Petri, 113
- saturation, 76, 102
- simulation
  - d'un processus de naissance et de mort, 71
  - d'un réseau de Petri, 114
- système de Chapman-Kolmogorov, 78, 85, 90, 94, 96, 107
- taux
  - d'arrivée, 77
  - de mort, 71
  - de naissance, 71
  - de service, 77, 105
- temps
  - d'attente, 88
  - d'interarrivée, 81
  - de séjour, 83, 100, 104
  - de service, 81
- théorème
  - de Jackson, 107, 110
  - de Pollaček-Khintchine, 100
- transformée de Laplace, 85, 99, 104