

Université de Béjaïa  
*Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur*

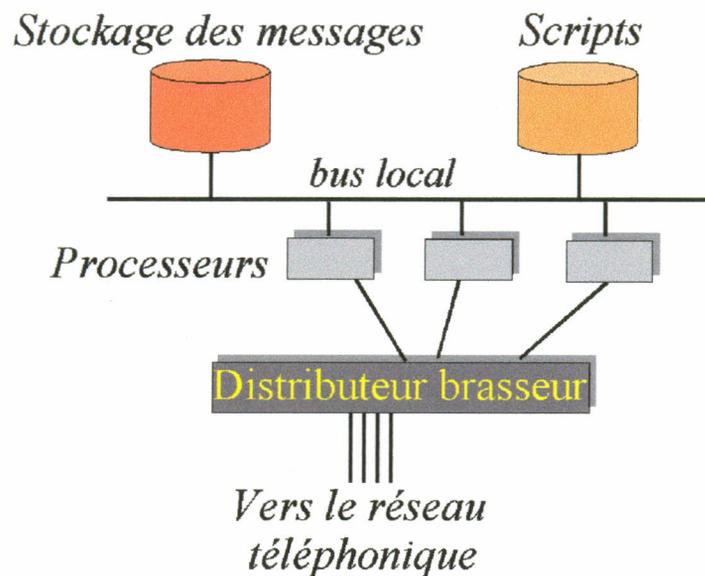
Département d'Informatique  
*Ecole Doctorale en Informatique*

Djamil Aïssani

Amar Aïssani

# La Théorie des Files d'Attente

*Fondements Historiques et Applications  
à l'Evaluation des Performances*



Béjaïa – 2004

## AVANT - PROPOS

Dans ce fascicule, nous présentons les éléments historiques liés à l'apparition, puis au développement de la Théorie des Files d'Attente. Ces fondements permettent de comprendre l'importance de cette théorie pour l'évaluation des performances des systèmes informatiques.

L'architecture d'un système informatique (ordinateurs et réseaux de communication) est composé de divers ensembles assurant des fonctions de transformation, stockage, diffusion et acquisition de l'information. La performance d'un tel système se définit comme l'adéquation entre la charge de travail imposée à un sous ensemble par les autres et sa capacité de traitement. Une mauvaise adéquation mettrait en évidence des modules qui agissent comme goulot d'étranglement de l'ensemble. Citons pour exemple : le bus, dans une architecture multiprocesseur à bus ; tout un système partagé, lorsque le temps de changement de contexte est trop lent ; un banc mémoire trop référencé dans une architecture à couplage fort (phénomène de « hot spot ») ; le maître dans toute architecture maître-esclave, le serveur dans une architecture client-serveur.

Il est établi que le problème de l'évaluation des performances d'un système doit être posé avant même sa conception effective (cf. Berkaoui et al. [5]). Plusieurs outils de modélisation, tous fondés sur le paradigme des systèmes à événements discrets coexistent aujourd'hui. La modélisation fondée sur la théorie des réseaux de files d'attente est certainement la plus utilisée. Jusqu'à ces dernières années, les deux termes *évaluation des performances* et *systèmes informatiques* étaient quasiment interchangeables [5].

Bien que la classe des réseaux à forme produit permette d'obtenir des résultats exacts et susceptibles de nombreuses généralisations, son pouvoir de modélisation reste limité. En effet, elle ne permet pas de prendre en considération des comportements répandus dans les systèmes informatiques de nouvelle génération (architecture multiprocesseur, systèmes répartis, calcul parallèle,...) tel que : la prise simultanée de plusieurs ressources par un même client, les files d'attente à capacité limitée et le blocage, la concurrence pour l'accès à des ressources partagées, les règles de routage incluant la synchronisation, la génération et le regroupement des clients. De nombreux travaux ont tenté de résoudre cet aspect dans les modèles de réseaux de files d'attente par des techniques approximatives [2], [5], [8]. Cependant aucune de ces techniques n'est universelle. Elles reposent généralement sur des

méthodes itératives dont il faut vérifier la convergence, ou sur des fortes contraintes d'application qui doivent être respectées pour assurer la validité de la solution.

D'autres approches de modélisation (Réseaux de Pétri Stochastiques, Réseaux de Neurone,...) sont bien adaptées pour décrire les phénomènes de concurrence, de conflit, de synchronisation prépondérants par les architectures des systèmes informatiques de nouvelle génération. Certaines d'entre elles ont été présentées dans le cours de Post-Graduation «*Modélisation des Systèmes Informatiques*» (Institut d'Informatique, U.S.T.H.B. Alger – 1988) [3], [4].

Le cours «*Evaluation des Performances des Systèmes Informatiques*» assuré cette année pour l'Ecole Doctorale d'Informatique de Béjaïa sera construit sur le même plan. Il prendra en compte les nouvelles perspectives dégagées lors du Colloque International MOAD'92 (*Méthodes et Outils d'Aide à la Décision*, Béjaïa – Novembre 1992) [5], [6] et dans la mise en œuvre de l'Accord – Programme Algéro – Français «*Evaluation des Performances des Systèmes Complexes : Applications aux Réseaux de Télécommunication*» [7]. Enfin, les auteurs tiennent à remercier Mademoiselle Karima Lagha pour avoir corrigé le manuscrit et formulé des suggestions constructives.

## REFERENCES

- [1] Aïssani D. et Aïssani A., *Fiabilité des Systèmes et Systèmes de Files d'Attente non Fiabiles*, U.E.R. Mathématiques – Informatiques, ENITA, Bordj – el – Bahri, 1986, 90 pages.
- [2] Aïssani D., *Modélisation et Simulation des Systèmes Industriels*, Cours de Post-Graduation, Institut d'Informatique, Université d'Annaba, 1987.
- [3] Aïssani D., *Modélisation et Evaluation des Performances des Systèmes Informatiques*, Cours de Post-Graduation, Institut d'Informatique, U.S.T.H.B. Alger, 1988.
- [4] Iouallalen Malika, *Conception et Implémentation d'un Langage de Description, de Transformation et de Manipulation de Réseaux de Pétri : DEMA -RP*, Thèse de Magister en Informatique, Institut d'Informatique, U.S.T.H.B. Alger, Décembre 1989.
- [5] *Actes du Colloque International MOAD'92 (Méthodes et Outils d'Aide à la Décision, Béjaïa – Novembre 1992)*, Béjaïa, Novembre 1992, 2 Volumes, 737 pages.
- [6] Aïssani D., *Méthodes et Outils d'Aide à la Décision*, Revue **Matapli** (Société Française de Mathématiques Appliquées et Industriels), Paris, 1993, pp. 71 – 72.
- [7] Aïssani D., Maurras J.F. et al., *Evaluation des Performances des Systèmes Complexes : Applications aux Réseaux de Télécommunication*. Accord – Programme Algéro – Français entre les laboratoires LAMOS Béjaïa et Laboratoire d'Informatique de Marseille (2000 – 2002).
- [8] Djellab Natalia, *Systèmes de Files d'Attente avec Rappels : Méthode d'Approximation pour un Système M/G/1 avec Rappels et Pannes*. Thèse de Doctorat d'Etat en Informatique, Faculté des Sciences, Université de Annaba, Décembre 2003.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Fondements historiques</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Description des modèles</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Système de notations</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Analyse des performances du service</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Optimisation des performances du service ou contrôle du système</b>	<b>17</b>
6.1	Choix du nombre de serveurs . . . . .	17
6.2	Contrôle du taux de service . . . . .	18
6.3	Stratégie de connexion des serveurs . . . . .	18
6.4	Affectation des priorités ou ordonnancement . . . . .	19
6.5	Problème d'affectation des réparateurs à la maintenance . . . . .	19
6.6	Problèmes de routage dans les réseaux . . . . .	20
6.7	Reconnaissance optimale de formes . . . . .	20
<b>7</b>	<b>Identification du modèle</b>	<b>21</b>
7.1	Test du Khi-deux . . . . .	22
7.2	Test de Kolmogorov-Smirnov . . . . .	25
7.3	Test de Cramer-Von Mises . . . . .	25
7.4	Autres tests . . . . .	26
<b>8</b>	<b>Conclusion et Perspectives</b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Annexe : Sommaire de l'ouvrage MMAPA</b>	<b>39</b>