

# Maîtrise - IUP 3      Année 2001-2002

## Files d'attente      Projet

Alain Jean-Marie

3 Avril 2002

### 1 Objet.

Le projet consiste en la réalisation d'un *simulateur* et d'expériences pour étudier le comportement d'un réseau à commutation de paquets soumis à différentes conditions de trafic. On cherche en particulier à étudier l'influence de la distribution du temps de service, d'une part, et de l'intensité des rafales, d'autre part, sur le temps de réponse des paquets.

Le projet compte pour 30 pts sur les 70 du module. Les groupes seront formés de deux ou trois personnes. Chaque groupe rédigera un rapport rendant compte des expériences demandées. Ce compte-rendu sera rédigé de façon *scientifique* : voir au paragraphe 4. Sa longueur ne dépassera pas une cinquantaine de pages. Le rapport me sera rendu au plus tard le **lundi 3 juin, 17h**, soit sous forme papier au LIRMM, soit sous forme électronique (PS ou PDF *exclusivement*) à [ajm@lirmm.fr](mailto:ajm@lirmm.fr).

Conseils importants :

- Un simulateur est délicat à mettre au point et s'il ne marche pas correctement, les résultats qu'il donne sont faux ! On fera donc attention à bien vérifier son fonctionnement avant de se lancer dans les expériences (quitte à effectuer des expériences qui ne sont pas demandées mais dont le résultat est prévisible).
- On fera également attention à ne pas considérer la *discussion* des expériences comme mineure. D'une part, collecter des chiffres n'est pas une fin en soi : c'est l'interprétation qui en est faite qui compte le plus. D'autre part, si le simulateur est défaillant et les mesures ne sont pas correctes, une interprétation pertinente peut permettre de «rattraper le coup».

### 2 Description du réseau

Le réseau à étudier comporte six files d'attente, numérotées de 1 à 6. Chacune a un seul serveur, une salle d'attente de capacité infinie, et une discipline de service FIFO. Le trafic des paquets est organisé, selon les expériences, selon une des deux topologies suivantes :

**Topologie 1** Les paquets suivent 6 routes numérotées de  $r_1$  à  $r_6$ , et formées des suites de files d'attente suivantes :

$$\begin{array}{ll} r_1 = (1, 2, 3) & r_2 = (2, 3, 4) \\ r_3 = (3, 4, 5) & r_4 = (4, 5, 6) \\ r_5 = (5, 6, 1) & r_6 = (6, 1, 2) \end{array}$$

Le *débit moyen* des paquets arrivant sur la route  $r_i$  est égal à  $\lambda_i = i \times \lambda_0$ , où  $\lambda_0$  est un paramètre qui varie selon les expériences.

**Topologie 2** Les paquets arrivent à l'un des 6 nœuds du réseau. À leur sortie, ils sont routés au hasard vers un des 5 autres, avec la même probabilité. Après avoir visité ce deuxième nœud, ils reviennent au nœud de départ. Enfin, ils sortent du réseau.

Le *débit moyen* des paquets arrivant au nœud numéro  $i$  est égal à  $\lambda_i = i \times \lambda_0$ , où  $\lambda_0$  est un paramètre qui varie selon les expériences.

### 3 Expériences

Dans chacune de ces quatre expériences, le paramètre  $\lambda_0$  varie de 0.01 paquets/ms à 0.06 paquets/ms par pas de 0.01 paquets/ms.

Pour chaque valeur de ce paramètre et pour les deux topologies, on demande de mesurer :

- le débit d'arrivée pour chaque file d'attente ;
- le temps de réponse moyen des paquets ;
  - par file d'attente
  - par route
- la probabilité que le temps de réponse dépasse la durée  $x$ , avec  $x = 10, 20$  et  $50$ ms ;
- le nombre maximal de clients en attente.

Les résultats seront présentés sous forme de table ou de graphique. Dans chaque simulation, chaque file d'attente devra avoir servi un minimum de 10000 paquets (mais plus, c'est mieux!).

#### Expérience 1

Dans cette expérience, on suppose que :

- les paquets arrivent selon des processus de Poisson ;
- le temps de service des paquets dans chaque file d'attente est une durée aléatoire de distribution exponentielle de moyenne 1ms. Les durées de service d'un même paquet dans différentes files sont supposées être indépendantes.

#### Expérience 2

Dans cette expérience, on suppose que :

- les paquets arrivent selon des processus *périodiques* de période  $\tau = 1$ ms, interrompus par des périodes «off». La durée des périodes «on» est constante et vaut 20ms. La durée des périodes «off» est aléatoire, de distribution exponentielle dont la moyenne est calculée pour que le débit global soit celui spécifié par la topologie ;
- le temps de service des paquets dans chaque file d'attente est comme dans l'expérience 1.

#### Expérience 3

Dans cette expérience, on suppose que :

- les paquets arrivent comme dans l'expérience 2 ;
- le temps de service des paquets dans chaque file d'attente est *constant* de durée 1ms.

#### Expérience 4

Dans cette expérience, le réseau est comme dans l'expérience 3, mais les files d'attente ont une capacité limitée à 100 paquets. Mesurer le *taux de perte* des paquets, pour chaque file d'attente et pour chaque route.

## 4 Le rapport

Le rapport comporte (au moins) :

- Une page de garde qui présente clairement les auteurs du rapport, la formation dont ils font partie, la date de rédaction.
- Une introduction présentant l'objectif de l'étude, et les moyens mis en œuvre pour y parvenir.
- Une description de l'architecture du simulateur : organisation des éléments, fonctionnement général, description des algorithmes non triviaux, s'il y en a. Le code source n'est pas demandé mais peut être joint au rapport sous forme électronique.
- Le compte-rendu des expériences. Pour chacune, on décrira :
  - l'objectif de l'expérience ;
  - les résultats attendus : souvent, une analyse préliminaire du problème permet de prédire certaines propriétés, ou de formuler des hypothèses ;
  - les conditions de l'expérience : qu'est-ce qui a été simulé, quelles étaient les valeurs des paramètres, combien de temps cela a pris ;
  - les résultats de l'expérience. Pour chaque graphique présentant les résultats, on doit clairement voir ce que représentent les abscisses et les ordonnées, et quelles sont leurs unités. Même chose si les données sont sous forme de tableau.
  - les conclusions qu'on peut tirer de cette expérience : les résultats attendus sont-ils confirmés ? Qu'a-t-on appris sur le comportement du système étudié ? Comment les résultats se comparent-ils avec ceux des autres expériences ? etc.
- Une conclusion générale récapitulant ce que l'étude a permis de découvrir ou de confirmer. Cette partie comporte d'habitude une réflexion prospective : que serait-il intéressant de faire comme autres études dans le prolongement de celle-ci, etc.