

Dans un réseau de communication, lorsque les paquets sont soumis à des contraintes “temps réel”, c’est à dire que les paquets doivent arriver avant une échéance fixée la qualité de service est donnée par la proportion de paquets délivrés avant l’échéance. Lorsque la discipline de service est FIFO, une surcharge du réseau va retarder tout le flux de paquets, et donc on observera des rafales de paquets ne respectant pas l’échéance.

Une alternative consiste donc à utiliser une autre discipline de service, LIFO, qui traite les paquets en servant prioritairement le dernier paquet arrivé. Plusieurs modes de gestion sont alors possibles : en mode non préemptif le serveur termine le service du paquet courant avant de traiter le paquet suivant ; en mode préemptif le traitement du paquet est interrompu, le paquet arrivant est alors traité et le service du paquet préempté reprend après soit en recommençant le service (mode *restart*) soit en le continuant (mode *resume*).

L’objectif de ce DM est d’analyser les performances d’une file d’attente simple de type  $M/GI/1$  en mode LIFO en fonction du taux d’inter-arrivées  $\lambda$  (on suppose donc des inter-arrivées exponentielles) et des lois de service services. L’indice de qualité de service à étudier est la loi du temps de réponse pour pouvoir par exemple estimer la probabilité qu’un paquet ne respecte pas son échéance.

On utilisera les temps de service suivantes :

1. Loi exponentielle
2. Déterministe (dans ce cas les durées des services sont constantes) ;
3. Loi Uniforme sur un intervalle  $[a, b]$  ;
4. Loi Gamma  $\Gamma(k, \lambda)$  (densité  $\frac{\lambda^k}{\Gamma(k)} x^{k-1} e^{-\lambda x}$ ). Lorsque le paramètre de forme  $k$  est un entier, la loi Gamma correspond à une distribution d’Erlang, c’est à dire à la somme de  $k$  variables aléatoires indépendantes de même loi exponentielle de paramètre d’échelle  $\lambda$ . Les paramètres  $k$  et  $\lambda$  permettent donc de jouer sur l’espérance et la variance de la loi.

Pour pouvoir comparer les différentes files on fixera l’unité de temps au temps moyen de service et on fera varier le taux d’arrivée pour observer la réponse de la file à la charge.

## Règles du jeu

- Comme d’habitude, interdit de pomper les uns sur les autres.
- Vous produirez un rapport en R+Markdown à partir du stub fourni sur la page web du cours. Ce stub contient un simulateur en R qui simule le comportement d’une file d’attente gérée en mode LIFO pour chacun des modes de gestion précédents :
  - **non-préemptif** le client en cours de service termine son service avant que le client prioritaire (le dernier arrivé) commence son service ;
  - **préemptif** le client en cours de service est interrompu pour permettre le service du client qui vient d’arriver.
    - **reprise** un client interrompu reprend son service là où il avait été interrompu ;
    - **redémarrage** du même service ;
    - **réinitialise** : nouveau temps de service.
- Vous devrez lire ce code afin de bien comprendre comment il fonctionne. Si besoin vous le modifierez pour qu’il convienne mieux à l’étude que vous souhaitez faire.
- L’ensemble des figures devra être réalisé à l’aide de ggplot2.
- Ce sujet ne comporte aucune difficulté de programmation mais porte uniquement sur l’analyse de ce type de systèmes. **Une attention toute particulière sera donc portée sur la clarté de vos explications, de vos analyses et de vos plans d’expérience.** Soyez futés !
- Le travail est à effectuer en binôme et à déposer sur rpubs pour le 12 mars, minuit heure de Paris.

**Question 1. Nature des lois de service** Illustrer les différences de natures entre les différentes lois de temps de service.

**Question 2. Étude détaillée de la file  $M/M/1 - LIFO$**  Étudier la distribution stationnaire du temps de réponse pour différents débit d'arrivées (par exemple  $\lambda = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ ) pour la file  $M/M/1 - LIFO$  (i.e., avec un temps de service et d'inter-arrivée exponentiel) pour chacun des modes de gestion. Vous représenterez sur un même graphique votre estimation des temps moyens de service en fonction du débit d'arrivée avec une couleur différente pour chacun des modes de gestion.

Vous étudierez la stabilité du système, ses performances, les similarités et/ou les différences de comportement observés...

**Question 3. Étude de la file  $M/GI/1 - LIFO$**  Tracer le temps moyen de réponse en fonction de  $\lambda$  pour les différentes lois proposées et les différents modes de gestion ci-dessus. Vous choisirez 2 valeurs pour la famille des lois Gamma.

Vous étudierez la stabilité du système, ses performances, les similarités et/ou les différences de comportement observés...