

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 TD est d’analyser les performances d’une file d’attente simple de type $M/GI/1$ en mode LIFO en fonction de la loi des inter-arrivées et des services. L’indice de qualité de service à étudier est la loi du temps de réponse pour pouvoir estimer la probabilité qu’un paquet ne respecte pas son échéance.

On utilisera les lois d’arrivée et de service suivantes :

1. Loi exponentielle de paramètre λ (densité $\lambda e^{-\lambda x}$);
2. Déterministe (dans ce cas les durées des interarrivées/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 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 λ . Les paramètres k et λ 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.

Question 1. Gestion de la politique LIFO Écrire un simulateur en R qui simule le comportement d’une file d’attente gérée en mode LIFO pour chacun des modes de gestion suivants :

- **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 tiendrez à jour les informations vous permettant d’estimer le temps de réponse moyen de la file.

Une attention toute particulière sera portée à la clarté du code que vous écrirez.
--

Question 2. Étude détaillée de la file $M/M/1$ Étudier la distribution stationnaire du temps de réponse pour le débit des arrivées $\lambda = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ pour la file $M/M/1$ (i.e., avec un temps de service et d'interarrivée 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.

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

Question 4. Synthèse Proposer une synthèse de ce travail en comparant les différentes courbes obtenues avec celles obtenues pour la discipline FIFO.

Le travail est à effectuer en binôme et à déposer sur rpubs pour le 13 mars, minuit heure de Paris.