

Modélisation et Évaluation de Performances de Réseaux

Chapitre 2 : Les files d'attente (maj : mars 03)

Fabrice Valois

fabrice.valois@insa-lyon.fr

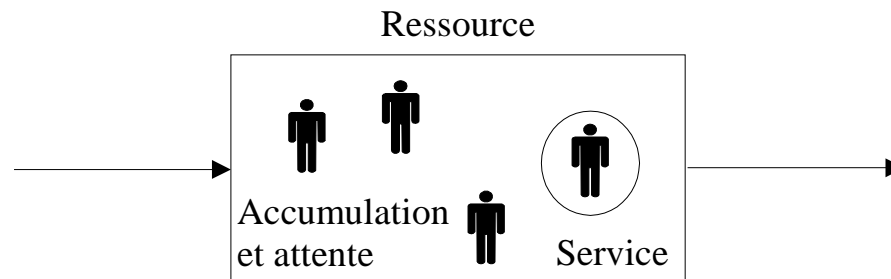
<http://telecom.insa-lyon.fr/~fvalois>

Formalisme des files d'attente

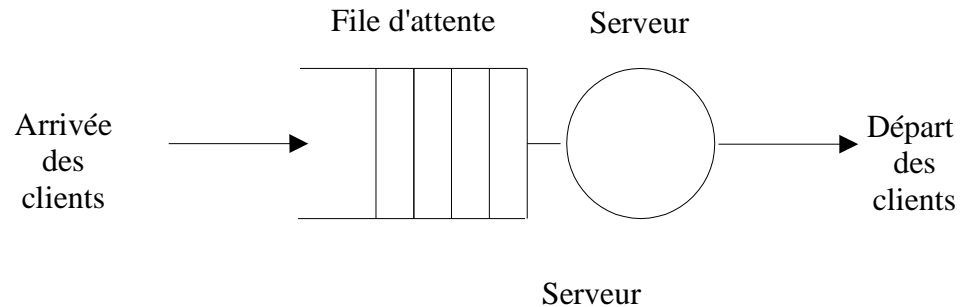
- ' Introduction
 - ' File simple
 - ' Processus d'arrivées
 - ' Temps de service
 - ' Structure et discipline de la file
- ' Réseaux de files d'attente
 - ' Mono-classe
 - ' Multi-classe
- ' Un exemple

Introduction

- ' Modélisation du partage de ressources
 - ' Accès à une **ressource** par des **clients** afin de réaliser une **activité**
 - ' Il peut se produire une **attente** pour accéder à une ressource libre
 - ' Ressource disponible → le client entre en **service**



File simple



- ' Caractérisation
 - ' Processus d'arrivées des clients ?
 - ' Temps de service ?
 - ' Structure et discipline de service de la file d'attente?

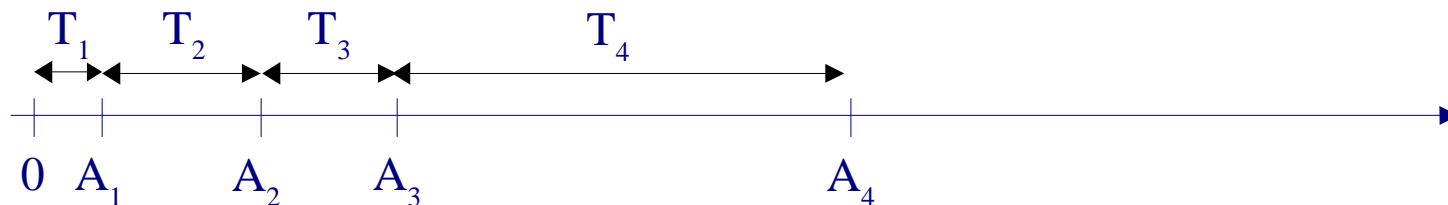
Processus d'arrivée

- L'arrivée des clients est décrite à l'aide d'un processus stochastique de comptage $\{N(t)\}_{t \geq 0}$.
- *Définition* : Soit A_n la variable aléatoire mesurant l'instant d'arrivée du $n^{\text{ième}}$ client dans le système :

$$A_0 \equiv 0 \text{ et } A_n \equiv \inf \{t / N(t) = n\}$$

Soit T_n la variable aléatoire mesurant le temps séparant l'arrivée du $n-1^{\text{ième}}$ client et celle du $n^{\text{ième}}$ client :

$$T_n = A_n - A_{n-1}.$$



Distribution des interarrivées



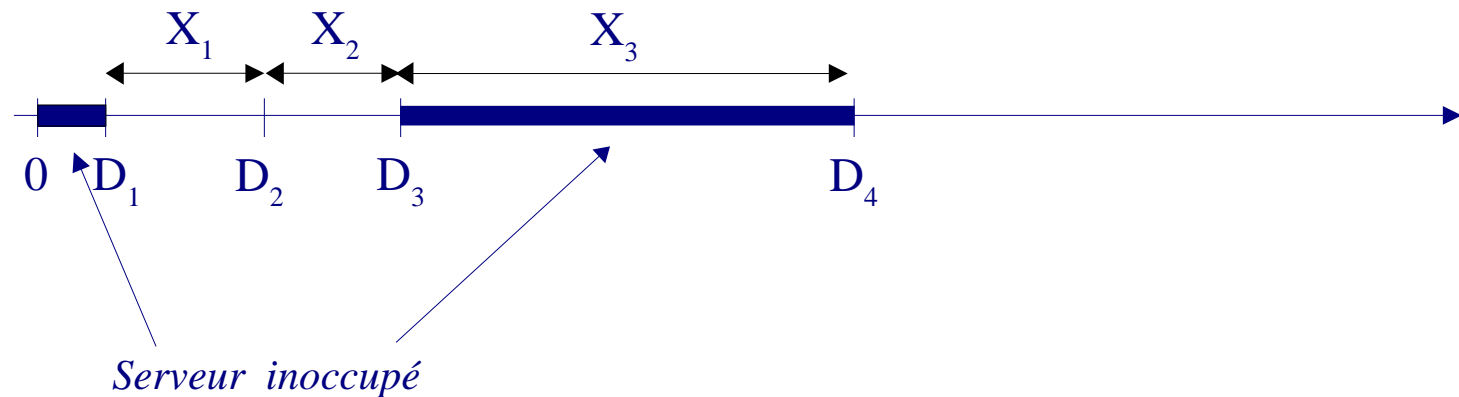
Processus d'arrivée (suite)

- ' *Définition* : Un processus de comptage $\{N(t)\}_{t \geq 0}$ est un **processus de renouvellement** ssi les variables aléatoires $\{T_n\}_{n=1, 2, \dots}$ sont des **variables indépendantes et identiquement distribuées (i.i.d.)**. La loi T décrivant le temps d'interarrivée suffit alors à caractériser le processus de renouvellement.
- ' Remarque : l'arrivée des clients dans une file simple est décrite par un processus de renouvellement.
- ' Poisson, est un processus de renouvellement.



Temps de service

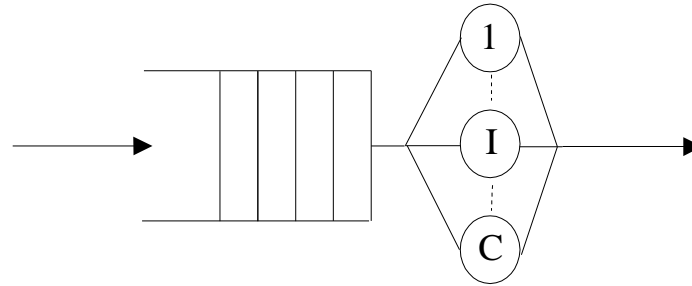
- *Définition* : Soit D_n la variable aléatoire mesurant l'instant de départ du $n^{\text{ième}}$ client du système. Soit X_n la variable aléatoire mesurant le temps de service du $n^{\text{ième}}$ client (temps séparant le début de la fin du service)



- On considérera des stations dans les temps de service X_n sont i.i.d.



Structure et discipline de service : Nombre de Serveurs



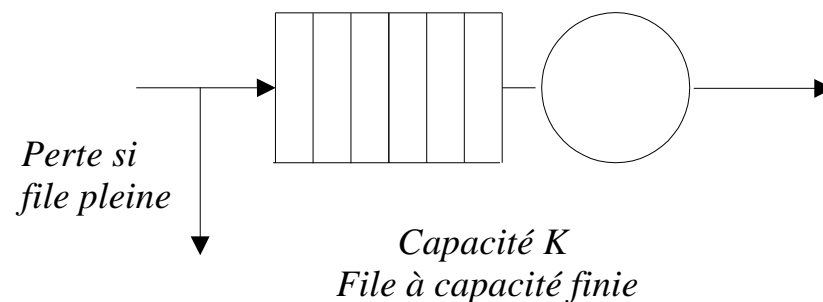
File à serveurs multiples (C serveurs)

- ' Possibilités d'avoir des serveurs en parallèle :
 - ' Un client arrive
 - ' Soit il y a un serveur de libre, le client entre instantanément en service
 - ' Soit tous les serveurs sont occupés, le client se place dans le buffer en attente de libération d'un des serveurs
- ' Station multiserveur ? Tous les serveurs ont le même service et sont indépendants
- ' Station IS : *Infinite Servers* ?

Structure et discipline de service :

Capacité de la file

- Capacité de la file à accueillir des clients en attente de service : finie ou infinie.
- K = capacité de la file (incluant le ou les clients en service)
 - $K=+\infty$, capacité illimitée
 - $K=B<+\infty$, capacité finie \rightarrow perte de client



Structure et discipline de service :

Discipline de service

- ' Détermine l'ordre dans lequel les clients sont *rangés* dans la file et y sont *retirés*.
 - ' **FIFO** (*First In First Out*) ou **FCFS** (*First Come First Served*) ou **PAPS** (*Premier Arrivé Premier Servi*)
 - ' **LIFO** (*Last In First Out*) ou **LCFS** (*Last Come First Served*) ou **DAPS** (*Dernier Arrivé Premier Servi*)
 - ' **RANDOM**
 - ' **Round-Robin** (*cyclique*)
 - ' **Processor Sharing (PS)**

Notation de Kendall

- ' Normalisation de l'écriture d'une file d'attente

$T/X/C/K/m/Z$

- ' T : distribution d'interarrivée
- ' X : distribution de service
- ' C : nombre de serveurs
- ' K : capacité de la file
- ' m : population des usagers
- ' Z : discipline de service

Notation de Kendall (suite)

- ' T et X sont donnés par :
 - ' M : loi exponentielle
 - ' G : loi générale
 - ' GI : lois générales indépendantes
 - ' D : loi constante (déterministe)
 - ' E_k : loi de Erlang-k
 - ' H_k : loi hyperexponentielle-k
 - ' C_k : loi de Cox-k
 - ' Ph_k : loi de type *phase* à k étages
- ' Par *défaut* : $K=+\infty$ $m=+\infty$ et $Z=FIFO$

Notion de classes de clients

- ' Existence potentielle de plusieurs classes de clients :
 - ' Processus d'arrivées différents
 - ' Temps de service différents
 - ' Ordonnancement dans la file d'attente en fonction de la classe
- ' Comment les différentes classes s'ordonnent dans la file ?
 - ' **PR** (*Preemption*)
 - ' **HOL** (*Hold On Line*)

Réseaux de files d'attente

- ' *Définition* : un réseau de files d'attente est un ensemble de files simples (*stations*) interconnectées
- ' Caractérisation ?
 - ' Caractérisation de chaque station
 - ' Processus d'arrivées des clients
 - ' Routage des clients entre les stations
- ' Différents types de réseaux de FA:
 - ' Réseaux ouverts
 - ' Réseaux fermés
 - ' Réseaux multiclassés

Un exemple de réseau de FA

Modèle d'un noeud de commutation

