



**Université Abdelmalek Essaâdi**  
**Ecole Normale Supérieure**



Exposé sous Thème :

# Simulation des files d'attente

Réalisée Par : **CHARAFI Salwa**  
**MIMOUNI Meryem**

Encadré Par : **Mr EL Merouani Mohamed**

Année Universitaire 2011/2012

1

## Plan:

- Introduction
- Files d'attente
  - Définition
  - Les files d'attente de type M/M/1
- Simulation
  - Type de simulateurs
  - Analyses des résultats
  - Le choix du modèle simulable
  - Automatisation des simulations
  - Utilisation d'un logiciel
  - Objectif ou but

2

## Introduction :



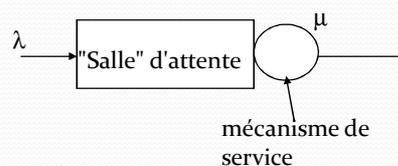
La théorie des files d'attente est une théorie mathématique relevant du domaine des probabilités, qui étudie les solutions optimales de gestion des files d'attente, ou queues.

3

## DEFINITION

**Une file d'attente est caractérisée par :**

- Un flot d'arrivées
- Un mécanisme de service
- Une salle d'attente
- Une discipline de service



4

#### □ Flot d'arrivée

- Suite stochastique
- $T_n$ : est le temps du  $n^{\text{eme}}$  client
- $s_n$ : la charge apportée par le  $n^{\text{eme}}$  client, service nécessaire.
- Les clients arrivent successivement, un à la fois, il n'y a pas d'accumulation:  $0 < T_1 < T_2 < T_3 < \dots < T_n < T_{n+1} < \dots$

#### □ Mécanisme de service

- nombre de serveurs et leur vitesse,  $s_n$  unités de temps par service.

5

#### □ Capacité de la file d'attente:

- Nombre de places possibles : limité ou illimité.
- Si capacité limitée: les clients supplémentaires sont perdus ou rejoignent une autre file d'attente.
- Le nombre de clients dans le système est différent du nombre de clients dans la file d'attente

6

### □ Discipline de service:

- règle d'ordonnancement des clients au service.
  - ✓ FIFO: first in first out
  - ✓ LIFO : Last in first out
  - ✓ PS : processor sharing, un serveur donne à chaque client en attente une '*tranche*' de service.
  - ✓ ALEA un serveur libre choisit un client au hasard dans la file
  - ✓ Priorité: on ajoute une suite  $\{U_n\}$ ,  $n$  appartient à  $\mathbb{N}$ , au flot des arrivées où  $U_n$  est une variable aléatoire prenant ses valeurs dans l'ensemble des classes de priorités  $P$ .  
 $U_n=i$ , signifie que le  $n^{\text{eme}}$  client, arrivant au temps  $T_n$  est de la classe  $i$ .
  - ✓ Priorité préemptive

7

### Notation de KENDALL A/B/C/D/E :

#### Les différents paramètres caractérisant une file d'attente sont :

- A: statistique du processus d'arrivée, Loi de l'intervalle de temps entre deux arrivées (M = markovien; D=déterministe; G=générale)
- B: statistique des lois de service , Loi du temps de service (M = markovien; D=déterministe; G=générale)
- C: nombre de serveurs
- D : Nombre maximum de clients admis dans le système
- m : Nombre de clients potentiels
- E : Discipline de la file

8

## Les files d'attente de type M/M/1

Les particularités d'un tel systèmes sont :

- La loi des temps inter-arrivées (A) est la loi exponentielle de paramètre  $\lambda$ .
- La loi des temps de services (M) est la loi exponentielle de paramètre  $\mu$ .
- Le nombre de serveurs (C) est réduit à un.
- La discipline de la queue est FIFO.
- On ne limite pas le nombre de clients dans le système ( $D = \infty$ ).

9

## SIMULATION

- Outil flexible et utile dans l'évaluation des performances.
- Modèle "simulable" avec niveau arbitraire de détails peut être décrit.
  - ✓ Cela permet de prendre en compte des situations très complexes.
  - ✓ **ATTENTION aux erreurs.**
- Peut être utilisé pour valider un modèle théorique

10

# TYPES DE SIMULATEURS

## ⇒ **Simulateurs de trace:**

- Simulation d'un modèle déterministe commandé par une trace obtenue sur un système existant.
- Le modèle n'a pas obligatoirement une structure en file d'attente.
- Si ce modèle est de mise en œuvre facile, il est possible de vérifier l'influence de paramètres déterminants.

11

## ⇒ **Simulateurs à événements stochastiques discrets :**

- Simulation à événements discrets du modèle
- Simulation du comportement dynamique des éléments constituant le modèle (stations, clients, ressources,...)
- Le comportement est analysé aux instants où un événement a lieu dans le modèle (transition de clients, début de service...)
- Générateurs de nombres aléatoires utilisés pour reproduire le comportement stochastique des composants du modèle
  - distribution dans le temps des services, probabilités de transitions,...

12

## Les modèle Simulables :

Les modèles de simulation permettent d'obtenir des informations, telles que la moyenne ou médiane, pour des variables qui n'ont pas une valeur exacte, mais pour lesquelles nous pouvons connaître, supposer ou calculer une distribution

13

## MODELE SIMULABLE



### ➤ Avantages

- ✓ Absence de contrainte de modélisation
- ✓ *Aider le designer à répondre à la question :*
- ⇒ Quelles performances à quel coût ?

### ➤ Inconvénients

- Difficultés de validation
- Temps de calcul élevé
- Précision statistique à évaluer
- Résultats limités aux moyennes

14

## Le choix du modèle simulable

Selon les critères suivants:

- ✓ circonstances
- ✓ compétences
- ✓ de goûts
- ✓ des outils
- ✓ du prix ...

15

## Automatisation des simulations

- Une simulation de file d'attente M/M/1 nécessite de nombreux calculs pour déterminer les temps inter-arrivées et de service et en déduire les diverses valeurs prévues par la théorie.
- Pour effectuer ces calculs de manière infallible et reproductible il faut automatiser ces simulations.
- Le simulateur ainsi constitué devra être en mesure d'effectuer une simulation pour n'importe quel triplet de valeurs  $\lambda$ ,  $\mu$  et  $p$  ( $p$  étant le nombre de processus).

16

## Utilisation d'un logiciel ou programmer?

Un logiciel ou un programme de simulation est un moyen pour réaliser un simulateur :

- Il permet de répéter l'expérience d'un grand nombre de fois en un temps raisonnable
- Il permet aussi d'automatiser la production de graphiques permettant une interprétation plus aisée des résultats de la simulation.
- Il permet d'enregistrer sous forme de fichier les résultats d'une simulation.

17

## Objectifs ou buts de cette simulation:

L'application doit permettre deux catégories de simulations :

- Simuler l'évolution d'une file d'attente M/M/1 composés de p processus dont les lois sont de paramètres  $\lambda$  et  $\mu$
- Simuler l'évolution de n files M/M/1, chacune composée du même nombre de processus tous régis par les lois de même paramètres

18

## Procédure:

En entrée, l'application prend les valeurs de  $n$ ,  $p$ ,  $\lambda$ ,  $\mu$  déterminées par l'utilisateur. Puis la simulation commence, dans une première étape, à chaque processus est associée ses temps inter-arrivées et de service, dans une deuxième étape les temps d'attente sont déterminés.

Au terme de ces deux étapes, deux fichiers sont enregistrés, l'un contenant les trois temps associés à chaque processus, le deuxième comprenant les dates correspondantes en prenant comme date 0 l'arrivée du premier processus dans le système.

19

Ensuite, à la demande de l'utilisateur, le programme ou le logiciel doit tracer les graphiques représentant ces temps (inter-arrivée, traitement, service) par processus.

Finalement, le programme doit afficher une page d'analyse de la simulation contenant les valeurs théoriques et les valeurs déterminées par la simulation de ces temps moyens, une évaluation de la charge théorique et pratique du système.

20

