

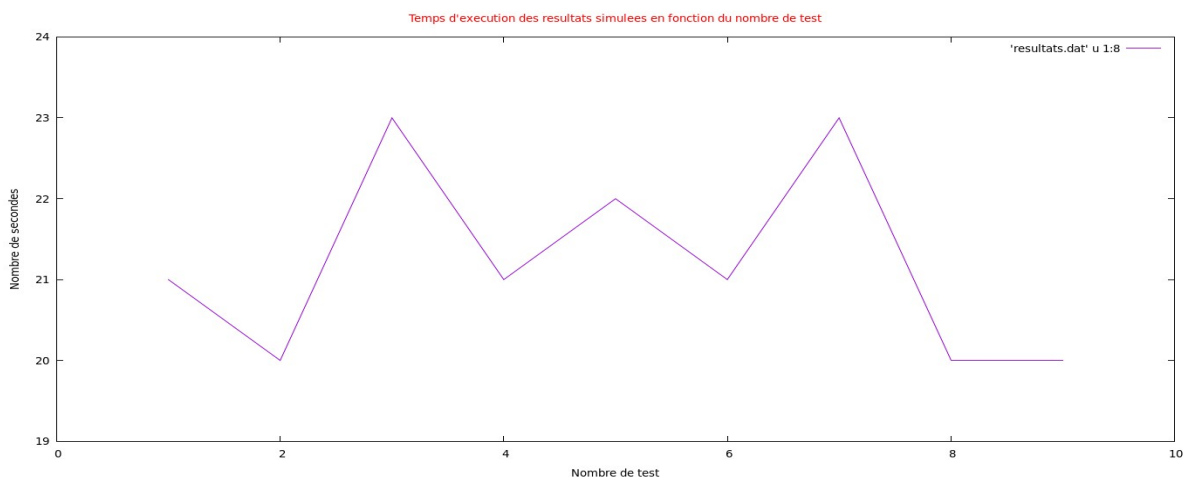
# Rapport du TP1 : Simulation discrète d'une file MM1

Ce TP a permis de mettre en évidence la comparaison entre des résultats théoriques et des résultats simulés principalement.

| Numéro Test  | 1             | 2             | 3             | 4             | 5             | 6             | 7             | 8             | 9             | 10            | Moyenne           |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| Nombre de clients attendus ( $\lambda \times \text{duree}$ ) | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50 000 000,00 | 50000000          |
| Nombre total de clients                                      | 49 998 083,00 | 49 996 392,00 | 50 006 473,00 | 50 004 159,00 | 49 997 540,00 | 49 996 485,00 | 50 008 923,00 | 50 011 295,00 | 50 003 946,00 | 49 998 642,00 | 50002193,8        |
| Probabilité de service sans attente ( $1 - r_0$ )            | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,166666666666667 |
| Proportion clients sans attente                              | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,17          | 0,166685367702594 |
| Probabilité de file occupée ( $r_0$ )                        | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,833333333333333 |
| Proportion clients avec attente                              | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,83          | 0,833314652296529 |
| Débit ( $\lambda \mu$ )                                      | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5                 |
| Débit  | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00021938        |
| Espérance du nombre de clients ( $r_0 / (1 - r_0)$ )         | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5,00          | 5                 |
| Nombre moyen de clients dans le système                      | 4,99          | 4,99          | 4,99          | 4,99          | 5,00          | 5,00          | 4,99          | 5,02          | 4,98          | 5,00          | 4,99581027600627  |
| Temps moyen de séjour ( $1 / \mu (1 - r_0)$ )                | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1                 |
| Temps moyen de séjour  | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,0001382873221   |
| Temps exécution de la file MM1 (en secondes)                 | 22            | 21            | 20            | 23            | 21            | 22            | 21            | 23            | 20            | 20            | 21,3              |

**Tableau 1:** Comparaison des résultats obtenues sur une file MM1

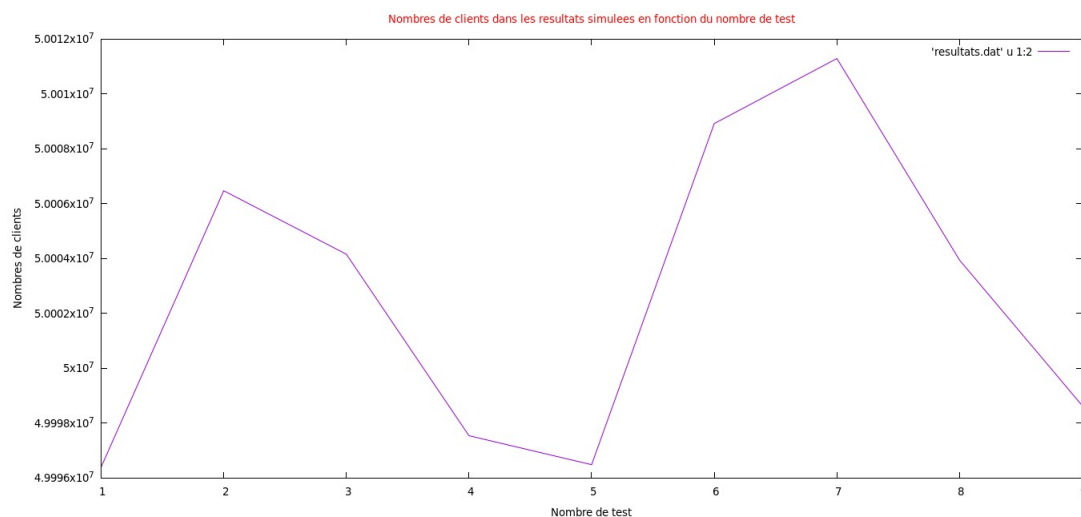
Le tableau de comparaison comporte une dernière section dédiée aux nombres de secondes pris par le simulateur avec  $\lambda=5$ ,  $\mu=6$ , durée=10 000 000, debug=0. La moyenne obtenue sur un échantillon de 10 tests sur Turing est d'environ 21 secondes, c'est-à-dire 1 seconde de moins que le temps proposé sur le sujet de TP (cf **Illustration 1**). Le nombre de tests permet de constater que les résultats expérimentaux se rapprochent énormément des calculs théoriques.



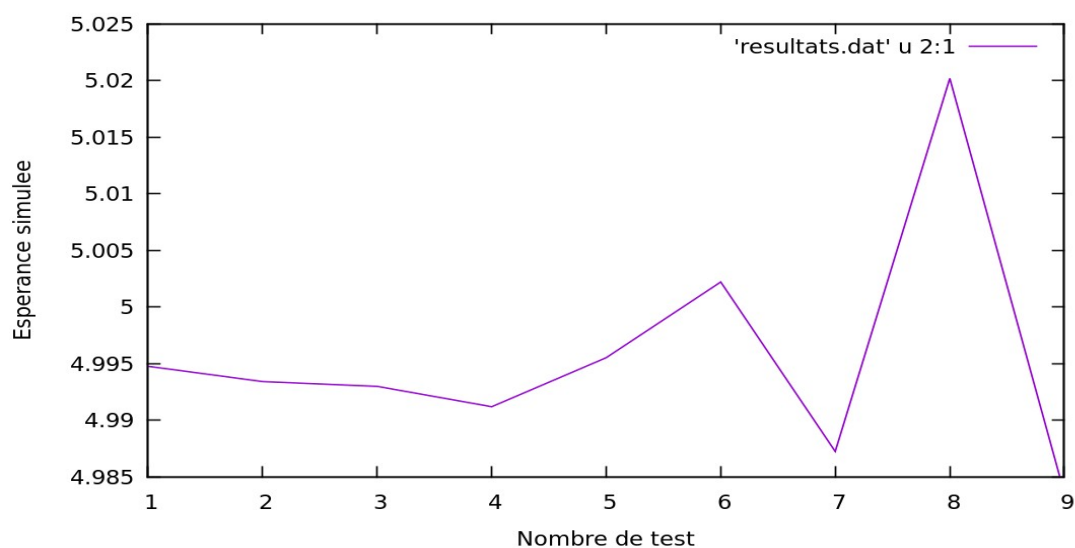
**Illustration 1 :** Résultat du temps d'exécution sur un échantillon de 10 tests

En analysant les différents chiffres sur le même test (avec  $\lambda=5$ ,  $\mu=6$ , durée=10 000 000, debug=0), on peut observer que les paramètres théoriques et les paramètres simulés ne concordent jamais. Il est quasiment impossible d'avoir un paramètre simulé exactement égal à un calcul théorique, mais on s'en rapproche de très près.

Le schéma (cf **Illustration 3**) permet clairement d'observer l'inconstance du paramètre de l'espérance. Ce dernier est la paramètre qui varie le plus dans les tests effectués. Comme pour les autres paramètres, l'espérance expérimental reste assez proche du calcul théorique. Ce paramètre est lié au paramètre le plus inconstant c'est-à-dire le nombre de clients (cf Illustration 2) qui n'est absolument jamais le même entre les différents tests expérimentaux effectués.



*Illustration 2 : Nombre de clients sur un échantillon de 10 tests*



*Illustration 3 : Esperance simulee sur un échantillon de 10 tests*

Les tests avec  $\lambda > \mu$  présentent des résultats expérimentaux à l'opposé des calculs théoriques. On peut observer qu'aucun résultat expérimental ne concorde ou se rapproche d'un calcul théorique. Les résultats ne sont pas exactes, car la file est non stable. On peut observer une certaine logique dans les différents tests effectués.

Enfin, un test avec une durée=1 000 000 000 a été effectué. Les résultats (cf **testDixMilliards.png**) permet de constater, à l'exception du nombre moyen de clients dans le système, que tous les autres paramètres expérimentaux ne sont plus aussi proches des résultats précédents (dans le Tableau 1). On peut imaginer qu'une durée trop élevée fausse les résultats.

```
-----  
RESULTATS THEORIQUES  
-----  
landa<mu : file stable  
ro (landa/mu) = 0.8333333333333334  
nombre de clients attendus (landa x duree) = 5.0E9  
Prob de service sans attente (1 - ro) = 0.16666666666666663  
Prob file occupee (ro) = 0.8333333333333334  
Debit (landa) = 5.0  
Esp nb clients (ro/1-ro) = 5.0000000000000002  
Temps moyen de sejour (1/mu(1-ro)) = 1.0000000000000002  
  
-----  
RESULTATS SIMULATION  
-----  
Nombre total de clients = 705156386  
Proportion clients sans attente = 1.1815534901785603  
Proportion clients avec attente = -0.1815534901785602  
Debit = 0.7051563860555831  
Nb moyen de clients dans systeme = 5.001415380417574  
Temps moyen de sejour = 7.0926328958336695
```

```
java MM1 5 6 1000000000 0 | temps de simulation = 1255 secondes.
```

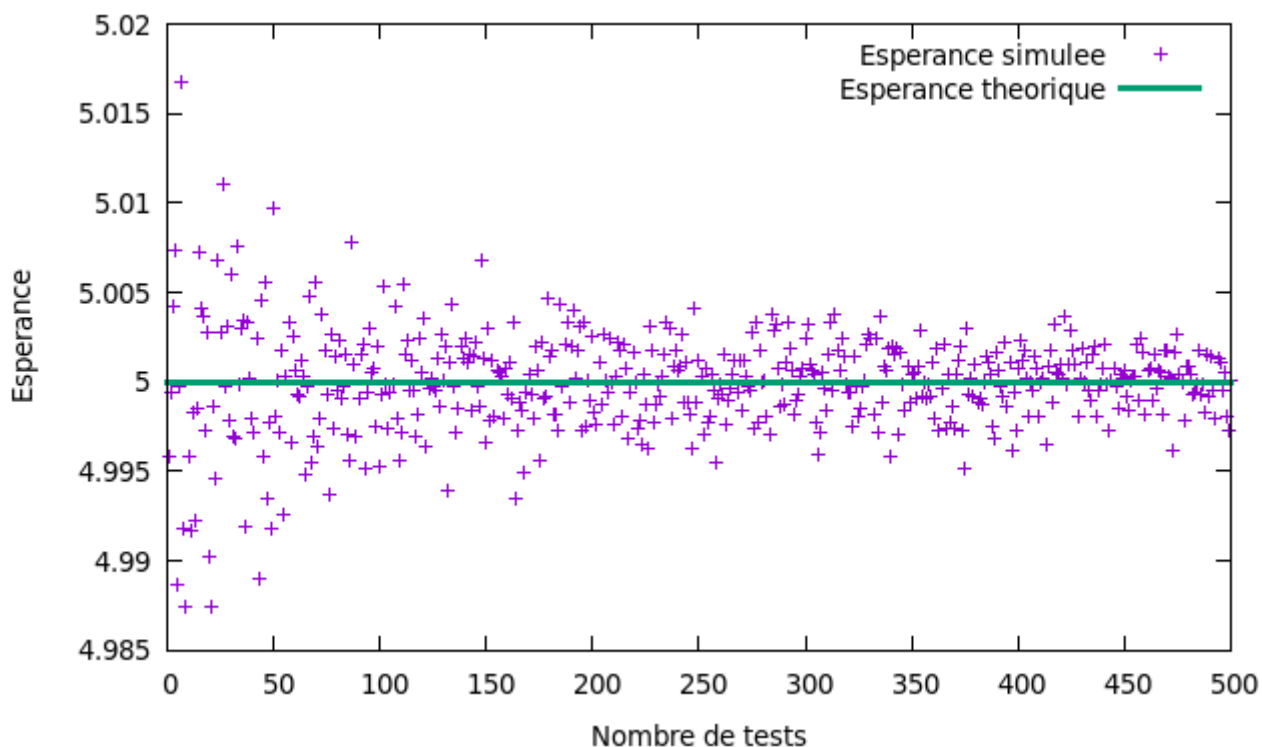
*Illustration 4 : Résultats obtenus sur un échantillon de 1 Milliards de tests*

Il n'y pas des vraies optimisations, le code suit exactement l'algorithme proposé en cours. Mais, certaines idées permettent en effet d'arriver sans problème sous la barre de la durée demandée :

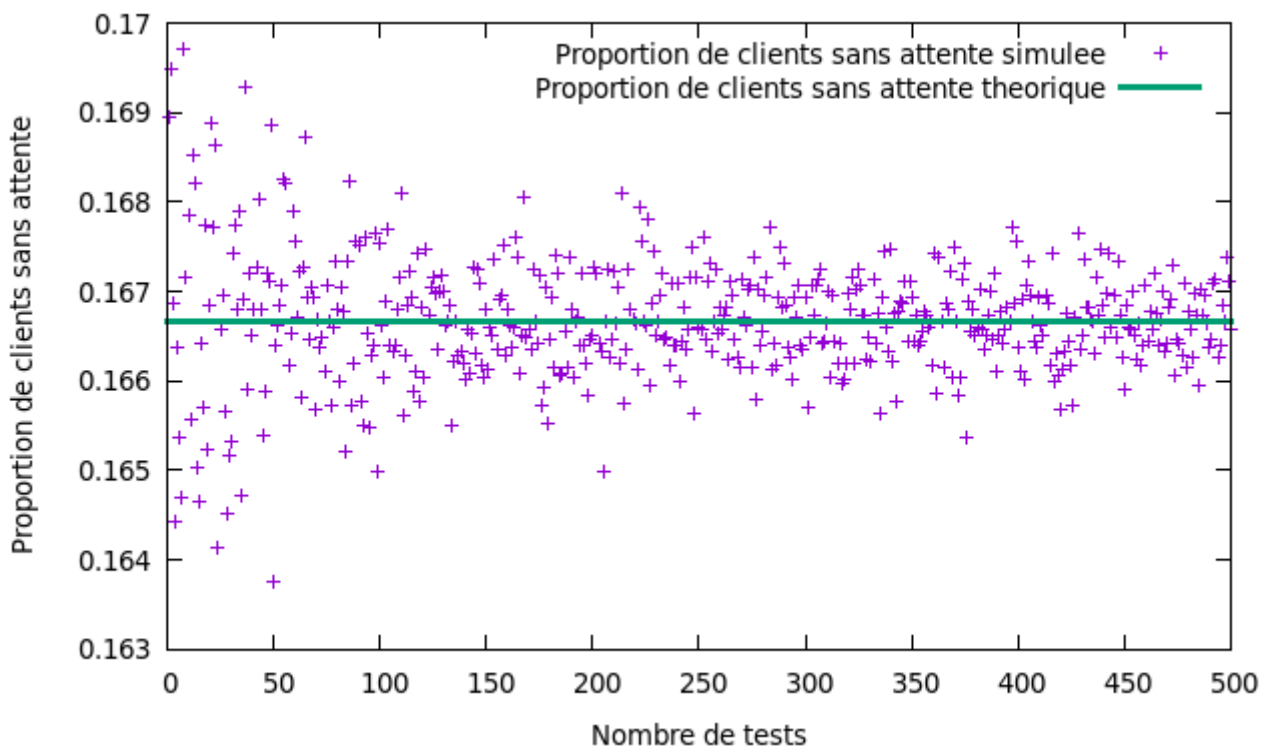
- d'enregistrer directement les variables nécessaire à l'affichage des résultats dans le classe Stats et d'incrémenter certains paramètres lors de l'exécution de l'échéancier,
- les dates ne sont pas du tout enregistrés, on écrase l'ancienne date d'arrivée pour l'actualiser avec la nouvelle date d'arrivé du nouveau client et de même pour la date d'arrivée du client n+1.

**Remarque :** Le nombre de test a été poussé à 500 (*via mode\_debug=2, écriture dans un fichier « XXX.dat » pour gnuplot*), mais le nombre de 10 tests permettent de constater les mêmes résultats. Un nombre élevé de test ne permet que de constater

que les résultats commencent à converger de plus en plus vers les résultats théoriques (cf les illustrations 5 et 6 ci-dessous).



*Illustration 5: Comparaison de l'espérance en fonction du nombre de test*



*Illustration 6: Comparaison de la proportion de clients sans attente en fonction du temps*