

# Projet de simulation: supermarché

2023-2024

- *Ce projet doit être réalisé en binôme.*
- *Le langage de programmation utilisé est Python.*
- *Vous devrez soumettre un fichier tar ou zip contenant votre programme ainsi qu'un rapport au format PDF (détails à la fin du document).*
- *La date limite de dépôt sera communiquée ultérieurement.*

## Objectif

L'objectif principal de ce projet est d'utiliser la simulation à événements discrets ainsi que les méthodes d'analyse qui lui sont associées pour optimiser l'efficacité de l'ouverture d'une caisse dans un supermarché.

## Système étudié et modélisation

Nous considérons un supermarché doté de cinq caisses de paiement. Quatre de ces caisses sont ouvertes en permanence, tandis que l'ouverture de la cinquième dépend de l'état des files d'attente. Chaque file peut accueillir jusqu'à cinq clients, y compris celui en cours de service.

Chaque client effectue deux étapes successives : il remplit son chariot puis passe en caisse. Nous nous concentrons ici uniquement sur le passage en caisse.

À son arrivée en caisse, un client se dirige vers la file la moins encombrée parmi celles ouvertes. S'il n'y a aucune file libre, le client quitte le supermarché en laissant son chariot rempli, entraînant un coût de 1 pour le supermarché. En revanche, dès qu'un client termine son service en caisse, le supermarché réalise un gain de 10.

Le temps entre deux arrivées de clients suit une distribution exponentielle de paramètre  $\lambda$ . De même, la durée de service d'un client en caisse suit une distribution exponentielle de paramètre 1.

À tout moment, le supermarché peut décider d'ouvrir une cinquième caisse. Cette décision entraîne un délai de 2 unités de temps avant l'ouverture effective de la caisse, pendant lequel un membre du personnel est mobilisé, représentant un coût de  $C$  par unité de temps.

## Politiques d'ouverture de la cinquième caisse

Nous examinons différentes politiques d'ouverture de la cinquième caisse, paramétrées par un entier  $i$  compris entre 0 et 6, décrites comme suit : si la cinquième caisse n'est pas ouverte, elle le sera lorsque la plus petite file d'attente atteindra une longueur de  $i$ . À son ouverture, la caisse est initialement vide. Ensuite, la première file d'attente vidée complètement est supprimée, et le système revient à 4 caisses actives en attendant d'atteindre à nouveau le seuil. Parmi ces politiques, nous avons :

- la politique 0 maintient toujours les 5 caisses ouvertes.
- la politique 6 ne permet jamais l'ouverture de la cinquième caisse, maintenant ainsi seulement 4 caisses ouvertes.

Chaque politique entraîne un gain espéré pour le supermarché, et nous cherchons à déterminer celle qui le maximise.

### Travail demandé

En fixant  $C = 3$ , vous devez produire un graphique illustrant le gain moyen pour les politiques 0, 2, 4 et 6 en fonction du paramètre  $\lambda$ , que vous ferez varier de manière pertinente. Vous devez également inclure les intervalles de confiance à 95%.

Vous détaillerez votre méthodologie pour le calcul de la politique optimale pour  $\lambda = 4$  et  $C = 3$ .

Enfin, vous déterminerez la politique optimale pour différentes valeurs de  $\lambda$  et  $C$ , choisies de manière pertinente, et résumerez vos résultats dans un tableau à double entrée.

Le choix de la politique optimale sera fait au niveau de confiance 95%.

### Ce qu'il faut rendre

Vous devez fournir un dossier nommé `NOM1_NOM2` où `NOM1` et `NOM2` sont les noms des deux membres du binôme. Si vous travaillez seul, le dossier devra s'appeler `NOM`. Ce dossier doit contenir les éléments suivants :

- Votre programme, dans un ou plusieurs fichiers `.py`.
- Un fichier `README` expliquant la structure générale de votre programme et son utilisation.
- Un rapport au format PDF répondant aux questions posées.