

# Elevator Simulator

## Étude des heuristiques et configurations

Projet Java — ESIEP

19 novembre 2025

## 1 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de comparer plusieurs configurations d'ascenseurs et d'heuristiques de contrôle à partir de notre simulateur :

- 1 ascenseur, stratégie **fcfs** (First-Come, First-Served) ;
- 1 ascenseur, stratégie **nearest** ;
- 2 ascenseurs, stratégie **nearest** ;
- 2 ascenseurs, stratégie **fcfs**.

Pour chaque scénario, nous observons principalement :

- les temps d'attente (moyen, médian, maximum) ;
- les temps de trajet (moyen, médian, maximum) ;
- la consommation d'énergie (totale et par requête) ;
- le taux d'occupation moyen des cabines ;
- la répartition des temps d'attente par étage d'origine.

## 2 Configuration expérimentale

Sauf mention contraire, tous les scénarios partagent la même configuration de base :

- bâtiment de 10 étages habités (étages 1 à 10) ; l'étage 0 est le hall ;
- 50 résidents au total (environ 5 par étage) ;
- une journée simulée, avec un pas de temps discret (tick) constant ;
- mêmes paramètres physiques pour les ascenseurs (capacité 8, vitesse max, accélération, temps d'ouverture des portes) ;
- même graine pseudo-aléatoire, afin de rendre les scénarios comparables.

Les seules variations entre scénarios portent sur :

- le nombre d'ascenseurs (1 vs 2) ;
- la stratégie de contrôle (**fcfs** vs **nearest**) .

## 3 Résultats globaux

### 3.1 Temps d'attente et de trajet

Le tableau 1 résume les principales métriques pour les quatre scénarios testés.

Observations principales :

- **1 ascenseur, fcfs vs nearest** : les deux heuristiques donnent des temps d'attente très proches (environ 15 s en moyenne et 11 s en médiane). Sur un seul ascenseur, la différence entre **fcfs** et **nearest** est donc faible avec cette charge et cette configuration.
- **Passage de 1 à 2 ascenseurs** : le temps d'attente moyen chute d'environ 15 s à 8 s, et la médiane passe de 11 s à 7 s. En revanche, le temps d'attente maximal augmente (jusqu'à 72 s), ce qui montre que le pire cas n'est pas nécessairement amélioré.

Nb asc.	Strat.	Att. moy.	Att. méd. (s)	Att. max	Traj. moy.	Traj. méd. (s)	Traj. max
1	fcfs	15,09	11	57	10,89	8	345
1	nearest	15,05	11	59	10,89	8	345
2	nearest	8,19	7	72	17,37	8	662
2	fcfs	8,19	7	72	17,37	8	662

TABLE 1 – Temps d’attente et de trajet pour 100 requêtes

- **Temps de trajet** : avec 2 ascenseurs, le temps de trajet moyen est plus élevé (17,37 s contre 10,89 s avec un seul ascenseur), alors que la médiane reste à 8 s. Cela suggère la présence de quelques trajets beaucoup plus longs (trajets extrêmes ou repositionnements des ascenseurs), qui tirent la moyenne vers le haut.

### 3.2 Énergie et occupation

Nb asc.	Strat.	Énergie tot.	Énergie/req (unités arb.)	Occ. moyenne
1	fcfs	920,00	9,20	0,14
1	nearest	550,00	5,50	0,14
2	nearest	550,00	5,50	0,14
2	fcfs	550,00	5,50	0,14

TABLE 2 – Consommation d’énergie et taux d’occupation

Commentaires :

- **Énergie** : pour cette configuration, la stratégie `nearest` consomme nettement moins d’énergie que `fcfs` lorsqu’il n’y a qu’un ascenseur (5,5 contre 9,2 unités par requête). Avec deux ascenseurs, les deux stratégies aboutissent ici à la même consommation.
- **Occupation** : le taux moyen d’occupation des cabines est de l’ordre de 0,14 dans tous les scénarios. Cela indique que, dans cette configuration, la capacité des cabines est assez confortable par rapport à la charge de trafic.

## 4 Temps d’attente par étage

Nous disposons également du temps d’attente moyen pour chaque étage d’origine.

### 4.1 Un ascenseur

En `fcfs`, on observe les temps moyens suivants (extrait) :

- étage 0 : 14,22 s;
- étages 1 à 7 : entre 7,8 s et 15 s;
- étage 8 : 38,20 s;
- étage 9 : 27,00 s;
- étage 10 : 14,60 s.

En `nearest`, la structure est similaire (étages 8 et 9 restent les plus pénalisés, avec respectivement 36,20 s et 31,00 s).

Ces valeurs montrent que, avec un seul ascenseur, certains étages élevés peuvent subir un temps d’attente moyen nettement plus long que les autres, en particulier l’étage 8 dans notre configuration.

## 4.2 Deux ascenseurs

Avec deux ascenseurs (stratégies `fcfs` et `nearest`, qui donnent les mêmes résultats globaux ici), les temps d'attente moyens par étage deviennent :

- étage 0 : 9,34s ;
- étage 1 : 2,60s ;
- étage 5 : 6,00s ;
- étage 8 : 12,60s ;
- étage 9 : 10,60s ;
- étage 10 : 11,00s.

Tous les étages bénéficient d'une réduction du temps d'attente moyen. Les étages élevés (8 et 9) restent un peu plus défavorisés que les autres, mais la différence avec le reste du bâtiment est beaucoup plus raisonnable que dans le cas à un seul ascenseur.

## 5 Discussion

Quelques enseignements ressortent de ces expériences :

- Passer de 1 à 2 ascenseurs améliore nettement le *temps d'attente moyen* et la médiane, au prix d'une dynamique plus complexe : le temps de trajet moyen augmente et le temps d'attente maximal reste élevé.
- Sur un seul ascenseur, la différence entre `fcfs` et `nearest` est limitée en termes de temps d'attente dans cette configuration précise, mais la consommation d'énergie peut varier fortement.
- Les étages élevés sont systématiquement plus pénalisés en temps d'attente, en particulier avec un seul ascenseur. Ajouter un deuxième ascenseur permet de lisser cette inégalité.
- La stratégie "idéale" dépend donc de l'objectif :
  - minimiser le temps moyen global ;
  - réduire le pire temps d'attente ;
  - réduire la consommation d'énergie ;
  - ou équilibrer ces critères.

## 6 Conclusion

Cette étude montre que, même avec un modèle simplifié, les choix de configuration (nombre d'ascenseurs) et d'heuristique (FCFS vs nearest) ont un impact mesurable sur :

- les temps d'attente moyens et extrêmes ;
- les disparités entre étages ;
- la consommation d'énergie.

Le simulateur permet ainsi d'explorer différents compromis et peut servir de base à l'implémentation d'heuristiques plus avancées ou de scénarios plus variés (jour de semaine, week-end, évacuation, etc.).