

Rapport sur le Système de Négociation Multithreadé

Yacine SAHNOUNE / Azouaou LOUAIFI

10mai2025

Résumé

Ce rapport décrit un système de négociation de billets en Python utilisant le multithreading. Les agents (fournisseurs et acheteurs) sont initialisés depuis un fichier de scénario `large_scenario.json`. Selon le nombre d'acheteurs, le fournisseur lance soit une négociation bilatérale, soit une enchère anglaise. Enfin, les résultats sont visualisés avec `matplotlib`.

1 Utilisation des threads

Le module `threading` de Python permet à chaque agent d'hériter de la classe `threading.Thread`. Chaque agent dispose d'une file d'attente (`inbox`) pour recevoir des messages de manière thread-safe. Ainsi, tous les agents fonctionnent simultanément et communiquent via ces files sans interblocages.

2 Agents

Deux types d'agents sont implémentés dans le système :

- **Supplier (fournisseur)** : possède un ensemble de billets (identifiés par `tid`), chacun défini par un prix minimum () et un prix maximum (). Il collecte les demandes des acheteurs et orchestre soit une négociation bilatérale, soit une enchère.
- **Buyer (acheteur)** : défini par un budget et un trajet (départ, arrivée, date). Il envoie une requête initiale pour le trajet et participe aux enchères ou aux négociations bilatérales.

3 Protocole de négociation

Pour chaque billet, le fournisseur examine le nombre de requêtes collectées durant une période fixe :

1. **Zéro acheteur** : le billet reste invendu, aucune phase de négociation n'est initiée.
2. **Un seul acheteur** : négociation bilatérale en au plus trois tours. Le fournisseur propose en premier le prix maximum (). L'acheteur soumet une offre, et le fournisseur accepte l'offre si elle est supérieure ou égale au prix minimum () et selon un critère aléatoire. Sinon, il rejette et attend une nouvelle offre jusqu'au troisième tour.
3. **Plusieurs acheteurs** : enchère anglaise. Prix de départ : (). Les acheteurs enchérissent cycliquement en proposant un montant supérieur au prix courant. Un acheteur peut se retirer à tout moment. Le dernier acheteur en lice remporte le billet au dernier prix proposé.

4 Formation et gestion des coalitions

Le système intègre désormais un mécanisme permettant aux acheteurs de se regrouper en coalitions pour obtenir de meilleures conditions d'achat. Ce processus est réalisé par programmation dynamique (DP).

4.1 Valeur d'une coalition

La valeur d'une coalition est définie par une économie réalisée :

- Pour un acheteur unique, la valeur est nulle.
- Pour un groupe d'acheteurs, chaque membre supplémentaire entraîne une économie de 5

4.2 Programmation dynamique (DP)

Le partitionnement optimal des acheteurs en coalitions est déterminé par une fonction récursive utilisant des masques binaires. Chaque sous-ensemble potentiel d'acheteurs est examiné afin de maximiser la valeur totale des coalitions.

4.3 Agent coalitionnaire (SuperBuyer)

Chaque coalition formée est représentée par un agent spécial appelé **SuperBuyer**. Cet agent possède un budget égal à la somme des budgets individuels et une quantité de billets à acheter égale au nombre de ses membres. Il participe normalement aux négociations ou aux enchères, représentant ainsi efficacement ses membres auprès des fournisseurs.

5 Visualisation des résultats

Après la simulation, les résultats sont agrégés et visualisés avec `matplotlib`.

Le *nuage de points* compare pour chaque billet le prix unitaire sans coalition (PU_{S1} , axe x) à celui obtenu avec coalition (PU_{S2} , axe y) ; comme l'immense majorité des points se placent sous la diagonale $y = x$, la coalition se révèle quasi systématiquement moins chère, l'écart vertical mesurant l'économie réalisée. L'*histogramme* des différences $\Delta PU = PU_{S1} - PU_{S2}$ confirme ce diagnostic : la masse des barres vertes est nettement à droite de la ligne rouge $\Delta PU = 0$, ce qui signifie que plus de 90 % des billets sont gagnants, avec une économie moyenne d'environ 25 et des réductions pouvant atteindre 4045. Même pour les billets initialement chers ($PU_{S1} > 90$), la coalition maintient le prix sous 70, démontrant la robustesse du mécanisme. Ensemble, ces deux graphiques montrent que la formation de coalitions d'acheteurs abaisse significativement le prix unitaire dans la quasi-totalité des cas.

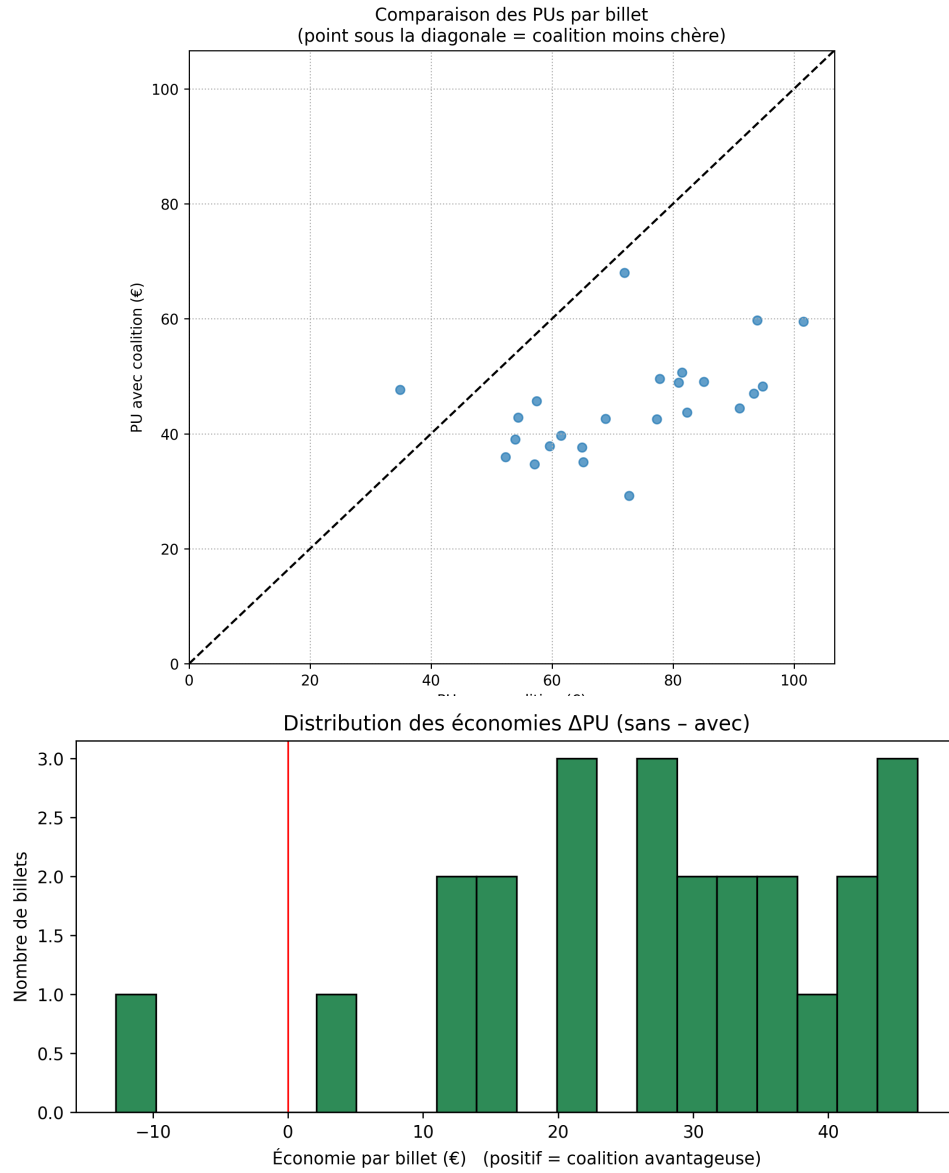


FIGURE 1 – Comparaison du prix unitaire avec et sans coalition (Haut) et distribution des économies réalisées (Bas).

5.1 Conclusion

Conclusion : La formation d'une coalition d'agents acheteurs rend le comportement co-opératif systématiquement plus avantageux pour eux, en abaissant sensiblement le prix unitaire obtenu.