AI52 : OPTIMISATION ET RECHERCHE OPERATIONNEL AVANCEE

THEME : PROBLEME DU VOYAGEUR DE COMMERCE

Rédigé par NANMEGNI NGASSAM Gilles (FISE INFO 5)

Unité d’Enseignement encadré par Mr Abdeljalil ABBAS-TURKI & Mahjoub DRIDI

**AUTOMNE 2024**

# INTRODUCTION

Le problème du voyageur de commerce (Travelling Salesperson Problem, TSP) est un défi algorithmique classique en recherche opérationnelle et en informatique théorique. Il consiste à déterminer le trajet optimal qu'un voyageur doit emprunter pour visiter un ensemble de villes une seule fois chacune et retourner à sa ville de départ, tout en minimisant la distance totale parcourue. Ce problème, bien que simple à formuler, appartient à la classe des problèmes NP-difficiles et se révèle particulièrement complexe à résoudre pour un grand nombre de villes.

Dans le cadre de ce projet, trois heuristiques différentes sont étudiées pour aborder le problème du TSP : le recuit simulé, les algorithmes génétiques et les colonies de fourmis. Ces approches, inspirées des processus naturels et physiques, permettent de proposer des solutions approximatives dans des délais raisonnables, même pour des problèmes de grande taille.

L'objectif de ce travail est de comparer les performances de ces trois méthodes en termes de qualité des solutions proposées et du temps de calcul nécessaire. À travers plusieurs expérimentations, les paramètres de chaque algorithme seront ajustés afin d'optimiser les résultats obtenus pour différentes instances du TSP. Les résultats obtenus seront analysés afin d'évaluer la pertinence de chaque approche dans le contexte de la résolution du problème du voyageur de commerce.

# VISUALISATION

# MISE EN ŒUVRE DES ALGORITHMES

## Recuit simulé

## Solution génétique

## Colonies de fourmis

# GENERATION DES INSTANCES DU PROBLEME

Les cinq instances sélectionnées doivent répondre aux caractéristiques suivantes :  
⎯ La solution optimale privilégie les objets ayant les valeurs les plus élevées  
⎯ La solution optimale sélectionne les objets avec les poids les plus faibles  
⎯ Le poids total des objets est au moins trois fois supérieur à la capacité du sac.

Pour atteindre cet objectif, les cinq instances suivantes ont été générées. Étant donné que l'augmentation du nombre d'objets peut aussi augmenter le temps de calcul, notamment pour un algorithme génétique quantique nécessitant des opérations sur des qubits, une liste de seulement 8 objets a été choisie.

**Instance 1 : Valeurs les plus importantes**

* Objets : [Objet1, Objet2, Objet3, Objet4, Objet5, Objet6, Objet7, Objet8]
* Valeurs : [10, 15, 20, 25, 30, 18, 22, 27]
* Poids : [5, 8, 10, 2, 7, 12, 15, 8]
* Capacité du sac : 20

**Instance 2 : Poids les moins importants**

* Objets : [Objet1, Objet2, Objet3, Objet4, Objet5, Objet6, Objet7, Objet8]
* Valeurs : [8, 12, 10, 15, 20, 18, 25, 30]
* Poids : [2, 3, 4, 1, 5, 6, 7, 2]
* Capacité du sac : 15

**Instance 3 : Poids total dépassant largement la capacité**

* Objets : [Objet1, Objet2, Objet3, Objet4, Objet5, Objet6, Objet7, Objet8]
* Valeurs : [5, 10, 8, 15, 12, 18, 22, 25]
* Poids : [20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55]
* Capacité du sac : 80

**Instance 4 : Combinaison des trois scénarios**

* Objets : [Objet1, Objet2, Objet3, Objet4, Objet5, Objet6, Objet7, Objet8]
* Valeurs : [12, 18, 25, 10, 30, 22, 15, 27]
* Poids : [3, 6, 12, 5, 15, 8, 10, 18]
* Capacité du sac : 30

**Instance 5 : Diversité dans les valeurs et les poids**

* Objets : [Objet1, Objet2, Objet3, Objet4, Objet5, Objet6, Objet7, Objet8]
* Valeurs : [15, 8, 20, 12, 25, 18, 30, 22]
* Poids : [7, 2, 15, 8, 10, 12, 5, 18]
* Capacité du sac : 40

# EXECUTION DES DIFFERENTES SOLUTIONS

Nous ferons toutes les générations mais ne développerons que les calculs de l’instance 1 dans ce rapport.

**Instance 1 :**

100 Générations

**Une image contenant texte, capture d’écran, ligne, Police

Description générée automatiquement**

1000 Générations

**Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, Tracé

Description générée automatiquement**

10000 Générations

**Une image contenant texte, capture d’écran, Tracé, Police

Description générée automatiquement**

# OBSERVATIONS

Les résultats obtenus peuvent être consultés dans le tableau suivant :

Une image contenant texte, capture d’écran, nombre, Police

Description générée automatiquement

On remarque qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux algorithmes en termes de temps de calcul, les résultats étant obtenus presque simultanément. En revanche, l'efficacité de l'approche quantique pour résoudre le problème est clairement mise en évidence. En effet, les valeurs de fitness obtenues sont supérieures à celles de l'approche classique, et ce, pour chaque instance et à chaque exécution du programme. Toutefois, si la taille du problème venait à augmenter, l'algorithme quantique pourrait rencontrer des difficultés, car pour mettre à jour la population, il applique une opération de rotation matricielle à chaque élément de la solution, ce qui augmenterait le temps de calcul.