

Heuristique pour la planification des tournées périodiques

Encadré par:

Mme. Sondes Hammami

Mme. Haïfa Nouira

Présenté par:

Haithem Ben Drissi

Houssem Zidani

Année universitaire: 2019-2020

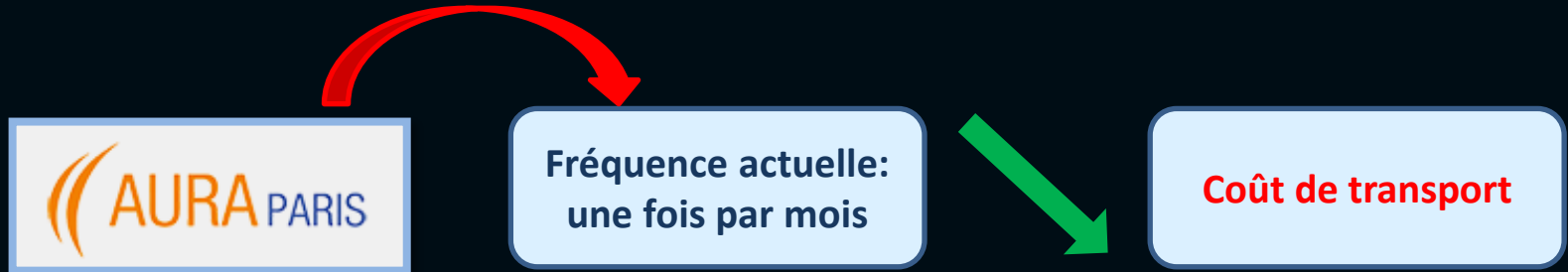
PLAN

1. Positionnement du problème
2. Les problèmes du transport
3. Heuristique proposée
4. Résultats
 - Comparaison avec le modèle linéaire
 - Tests sur des instances de grande taille
5. Conclusion

1. Positionnement du problème


➤ Hémodialyse à domicile

- ❑ A domicile, un patient à insuffisance rénale assure l'hémodialyse à tout seul (6 jours / semaine).
- ❑ Les consommables sont livrés au patient d'une façon périodique.



➤ Problème

- ❑ La fréquence actuelle nécessite un espace de stockage important chez le patient.
- ❑ Certains patients n'ont pas pu assurer l'hémodialyse chez eux faute d'espace de stockage.

Fréquence des livraison 

+ Réduire les coûts de transport

- Perte de clients

Fréquence des livraison 

+ Plus de clients

- Augmenter les coûts de transport

➤ Objectif

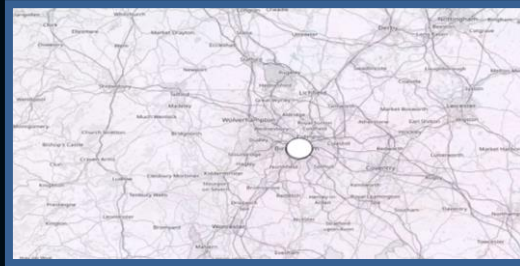
- ❑ Déterminer les fréquences des livraisons des patients permettant de:
 - + Réduire le coût de transport (satisfaction fournisseur).
 - + Réduire le coût de stockage (satisfaction patient).
 - + **Prendre en considération la** capacité de stockage de tous les patients.
- ❑ Déterminer les tournées de livraison de chaque véhicule
- ✓ **il s'agit d'un problème PVRP : Periodic Vehicle Routing Problem**

2. Problèmes de transport

❑ TSP : Traveling Salesman Problem



❑ VRP : Vehicle Routing Problem



Tournées
périodiques

PVRP



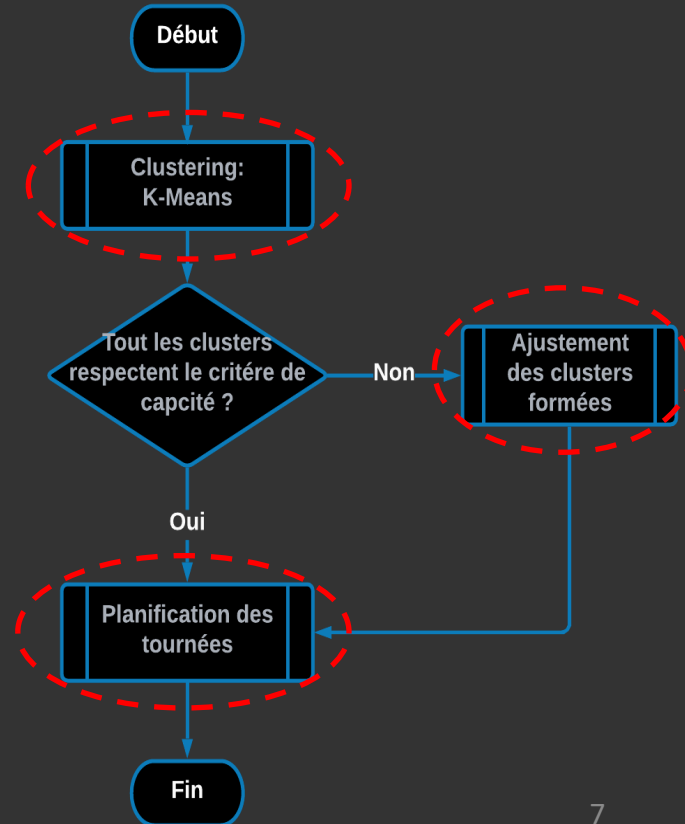
Heuristique pour la
planification des tournées
périodique

- ❑ Notre problème a été résolu par [Nouira et al., 2018] via un modèle linéaire à variables entières.
- ❑ La méthode exacte permet de résoudre des instances de petite taille (12 patients max) alors que AURA livre 200 patients.

3. Heuristique proposée

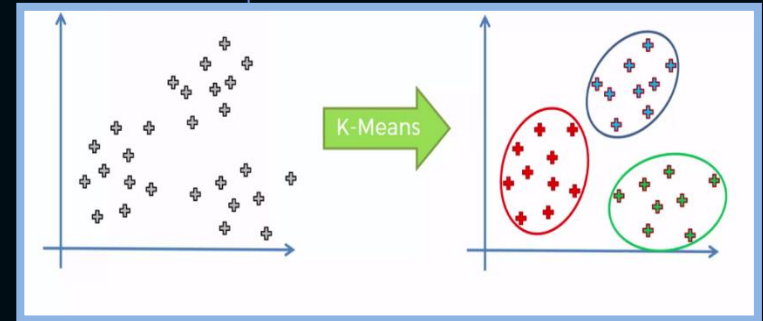
➤ Présentation de l'algorithme

1. Regroupement des Patients
2. Ajustement des clusters
3. Planification des tournées

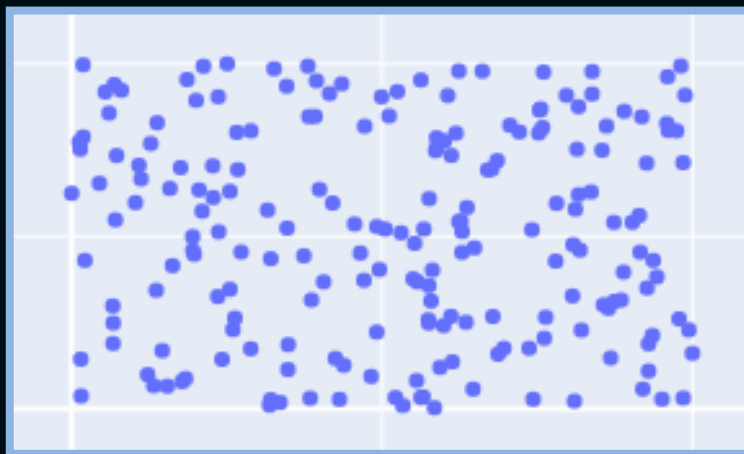


➤ Le Clustering: K-Means

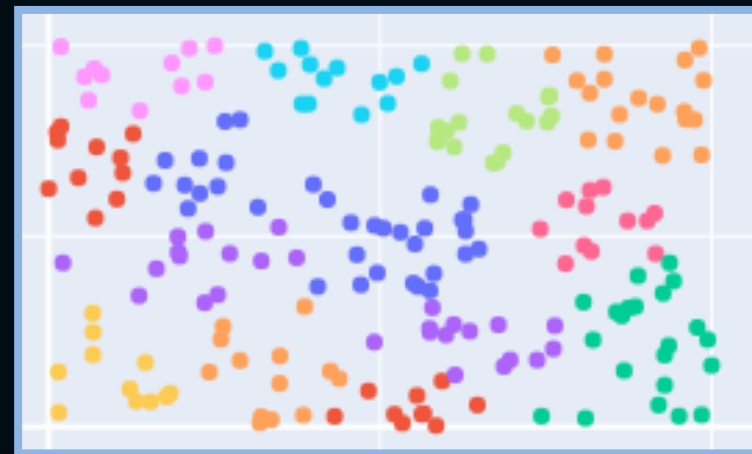
1. Choisir le nombre de clusters K et obtenir les données.
2. Initialiser les centroïdes c_1, c_2, \dots, c_k
3. Répéter étape 4 et 5 jusqu'à convergence ou jusqu'à atteindre le nombre d'itération fixé.
4. Pour chaque point de donnée x_j :
 - Trouver le plus proche centroïde
 - Assigner le point au cluster trouvé
5. Pour chaque $j = 1..K$
 - Nouveau centroïde = moyenne des points assignés à ce cluster.
6. Fin.



K-Means Clustering



Instances avant regroupement
(200 patients)



Regroupement géographique
de 200 patients en 15 clusters

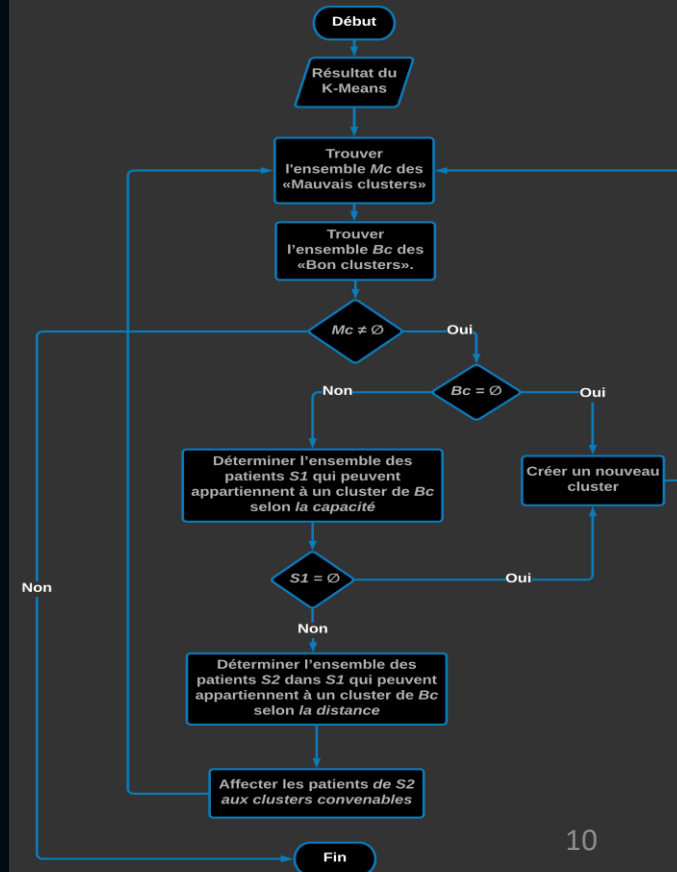
➤ Ajustement des Clusters

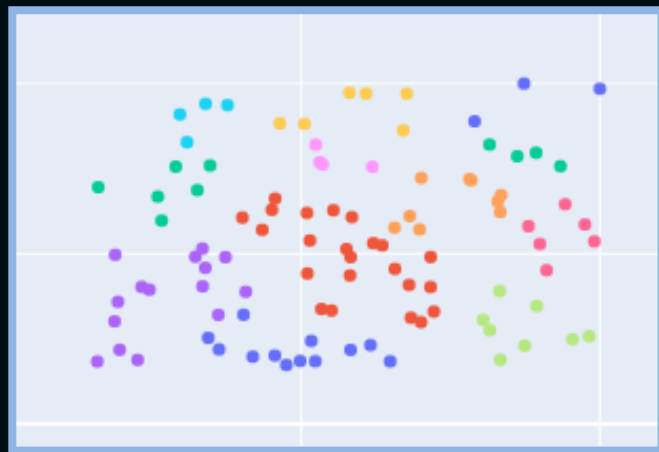
Soient:

- ❑ **MC** l'ensemble des clusters qui ont dépassé la capacité maximale du véhicule.
- ❑ **BC** l'ensemble des clusters qui n'ont pas dépassé la capacité maximale du véhicule.

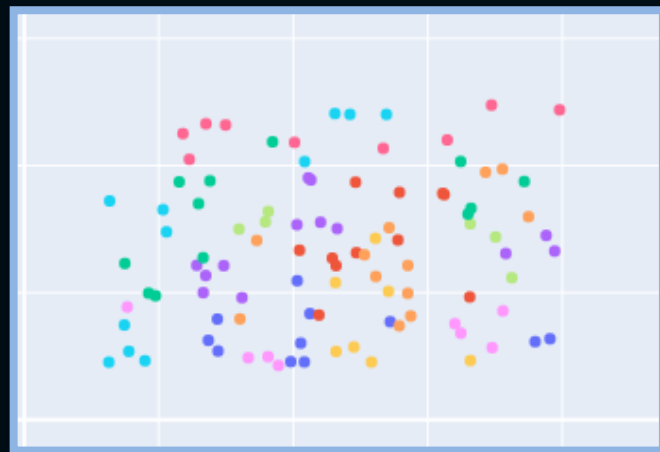
- L'algorithme d'ajustement consiste à affecter les patients appartenant à **MC** vers les plus proches clusters de **BC**.
- Si aucun cluster de **BC** ne peut contenir aucun patient de **MC**, alors un nouveau cluster sera créé.

✓ **A la fin de l'ajustement $MC = \emptyset$**



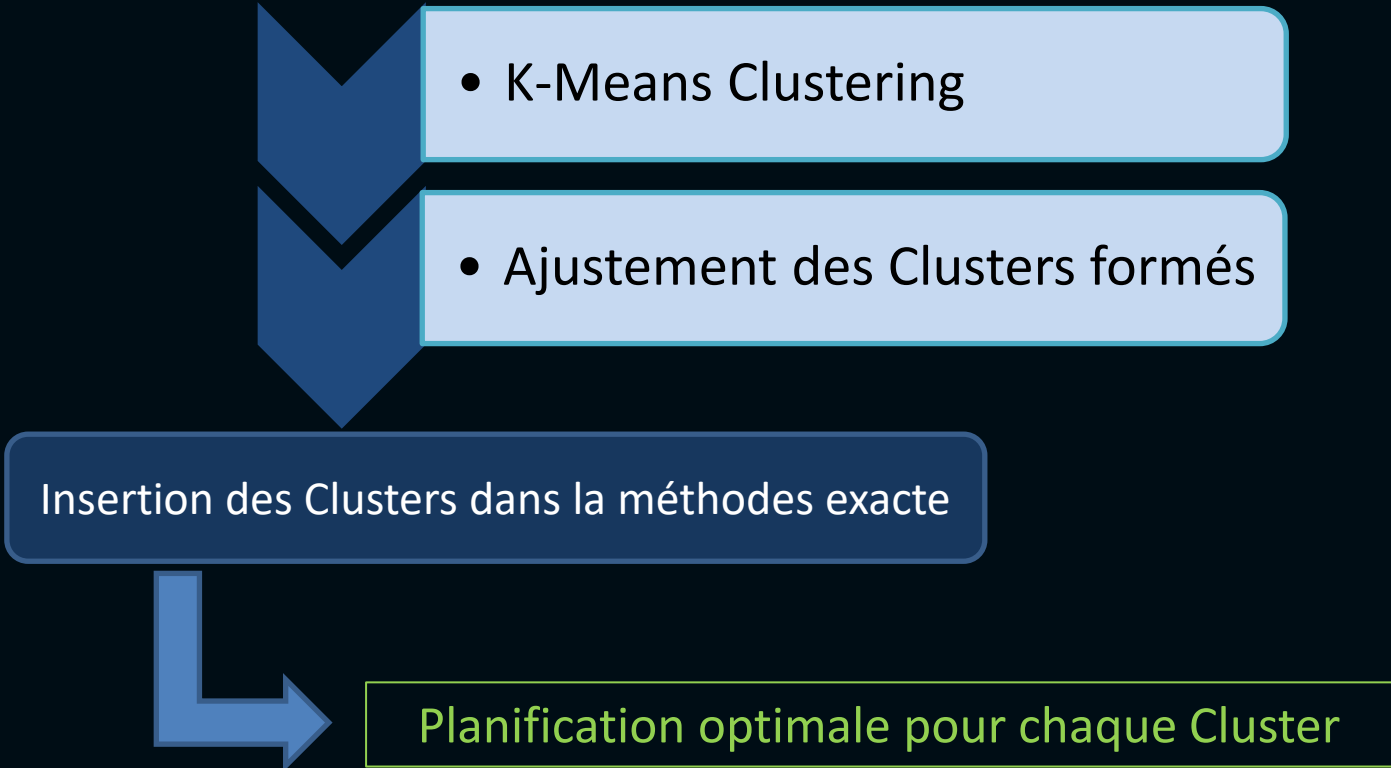


Instances avant l'ajustement
(100 patients)



Instances après l'ajustement
(100 patients)

➤ Planification des tournées



- K-Means Clustering

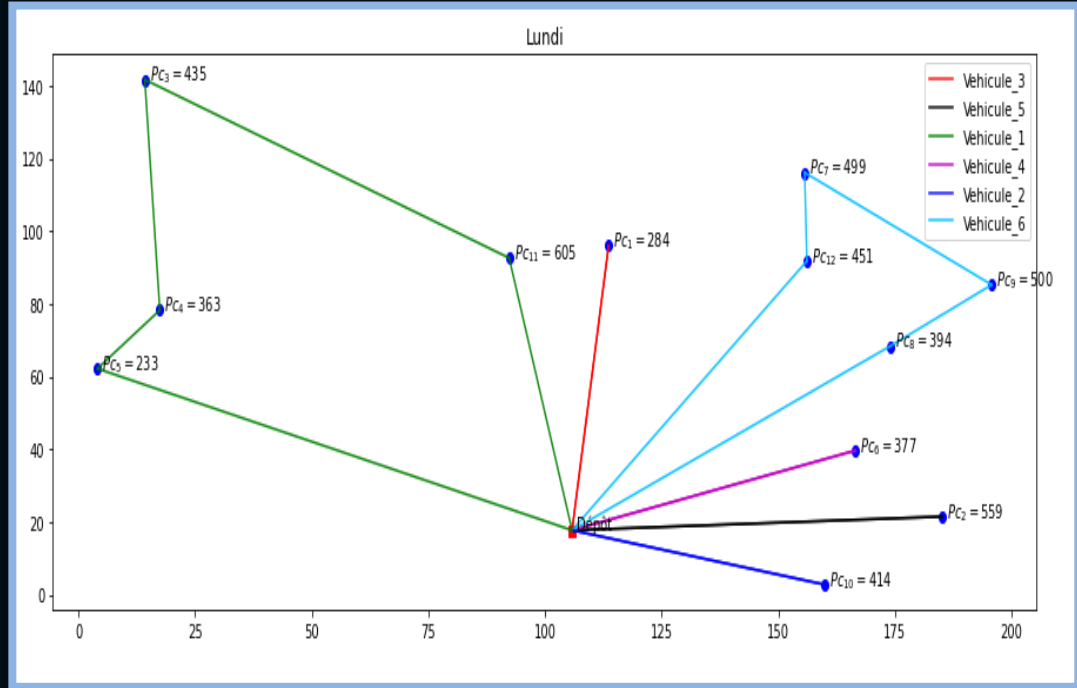
- Ajustement des Clusters formés

Insertion des Clusters dans la méthodes exacte

Planification optimale pour chaque Cluster

	Frequence_visite	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
patient 1	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
patient 2	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
patient 3	3	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
patient 4	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
patient 5	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
patient 6	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
patient 7	3	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
patient 8	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
patient 9	3	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
patient 10	3	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
patient 11	2	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
patient 12	6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Exemple de calendrier de tournée
pour 12 patients



Exemple d'Itinéraire proposés pour 12 patients (lundi)

4. Résultats

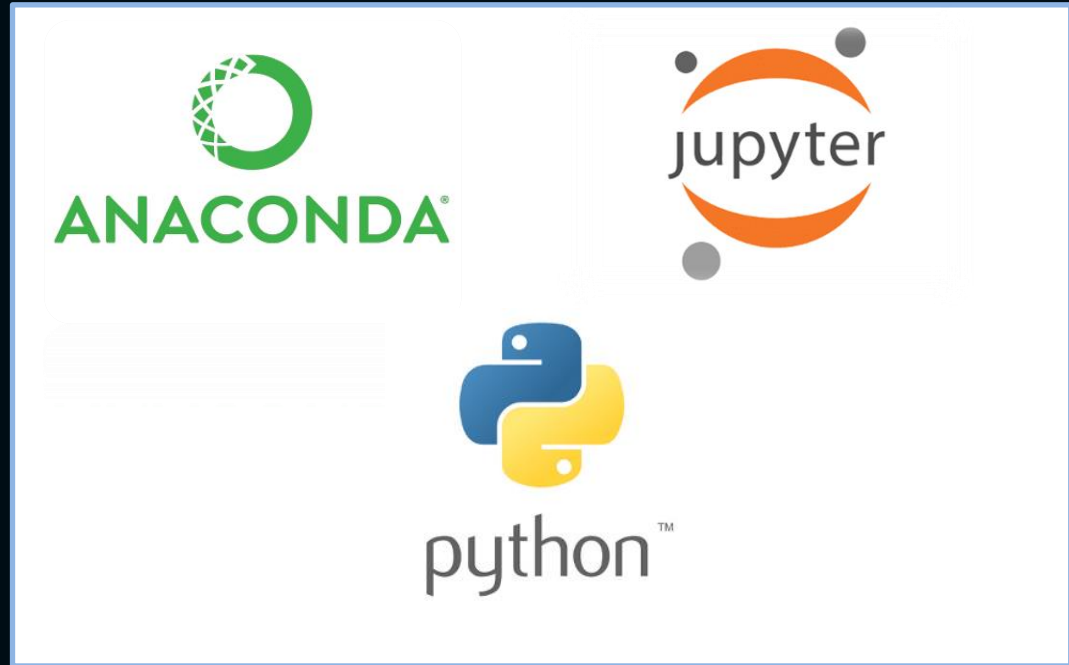
➤ Comparaison avec modèle linéaire sur des instances de petite taille

	Méthode Exacte	Heuristique
Nbre de Patients	7	7
Nbre de Véhicules	3	3
Objectif	3304,54	4782,78
Temps d'exécution (sec)	42	4,5
GAP	0,44	

Avec :

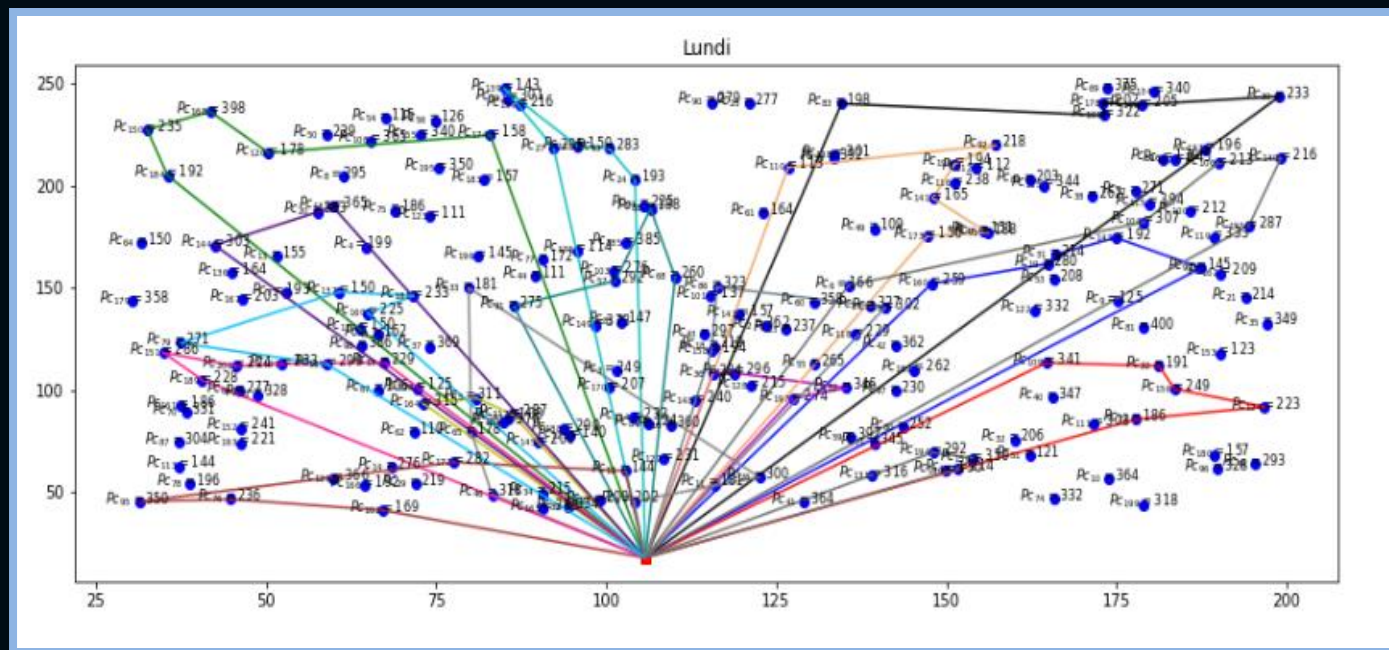
$$GAP = \frac{obj(Heuristique) - obj(Méthode exacte)}{obj(Méthode exacte)}$$

➤ Jupyter Notebook



➤ Tests sur des instances de grande taille

N	Temps d'execution (s)	Nombre de clusters	Taux d'occupation moy	Z
12	6,96	6	70,54%	6975,6
40	8,09	9	86,57%	18364,69
50	9,33	11	90,88%	22270,85
60	10,3	13	92,11%	26287,65
100	17,17	22	92%	48331,87
120	22,91	28	91,86%	50653,81
200	51,24	43	95%	82449,75



Exemple d'Itinéraires proposés pour 200 patients (lundi)

4. Conclusion

- ✓ Dans ce projet de fin d'année, nous avons développé une heuristique pour résoudre un problème de tournées périodiques de véhicules homogènes à capacité limitée (PVRP).
- ✓ Notre approche comporte deux parties:
 - La première vise à regrouper les instances
 - La deuxième partie consiste à proposer les fréquences de tournées et la route à suivre par chaque véhicule.
- ✓ Les résultats montrent que l'heuristique est prometteuse en termes de GAP et temps de réponse.



Merci pour votre attention