

Rapport de projet ERO1

05/06/2023

Groupe 112

Goguyer-lalande Vincent

Labernardiere Nathan

Dugot Alexandre

Breton Arthur

Crespel Noan



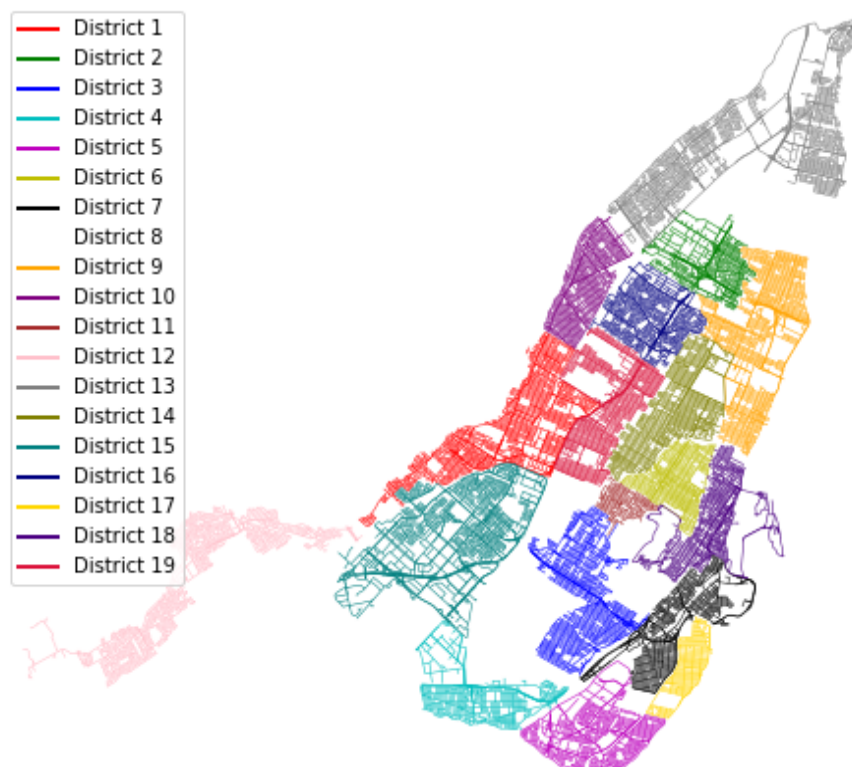
1 Le modèle :

Au début, nous avons tout d'abord cherché à générer un graphe entier de la ville de Montréal. Ce que nous avons réussi grâce à la bibliothèque osmnx de python. Nous avons très vite compris que des calculs sur le graphe complet seraient très longs et donc difficilement corrigéables en cas de bug. Nous avons également fait le choix de travailler avec un graphe non orienté pour simplifier par souci de simplification et d'uniformité dans notre analyse. Pour ce qui est de l'affichage, il y avait tellement de zones que les liaisons entre nœuds étaient difficilement observables étant donné le nombre de nœuds.

Pour pallier ces problèmes, nous avons donc pris la décision de diviser la ville de Montréal en sous-graphes. Pour cela nous avons cherché à créer des algorithmes qui prennent en paramètre notre graphe complet ainsi que le nombre de sous division voulues. Sur le papier, l'idée était bonne et nous permettait de changer le nombre rapidement à notre guise si on le souhaitait. Cependant, nous avons eu de grandes difficultés à le faire mais nous nous sommes aussi rendu compte que cela créerait des graphes dont les zones s'entremêlent.

Finalement, nous avons découvert que la ville de Montréal disposait de 19 arrondissements et qu'il était possible grâce à la même commande que celle permettant de générer le graphe de Montréal, de pouvoir directement générer les arrondissements de façon individuelle. Nous limitons donc ici la complexité de notre programme mais nous permettons également de pouvoir régler le problème des graphes qui s'entremêlent.

Voici donc la répartition de nos zones à la fin de cette partie :



2 Le drone :

I) Choix de stratégie :

Concernant le drone, nous ne possédons pas la vitesse du drone. Nous avons donc décidé de calculer une estimation de la vitesse basée sur les caractéristiques d'un drone moyen, qui est capable d'atteindre une vitesse de 70 km/h et peut fonctionner pendant 20 minutes avant de nécessiter une pause d'une heure pour le recharger.

En partant du principe que nous allons utiliser un drone par zone, il nous faudra donc au plus 19 drones. Nous avons ensuite calculé la moyenne des distances de chaque sous graphes, ce qui nous a donné une distance moyenne de 146 km (les drones n'ont pas besoin de parcourir une route dans les 2 sens).

Avec les données que nous avons établies, nous en avons conclu qu'un drone pouvait parcourir une zone s'il fonctionnait pendant deux heures. Il aura donc besoin de 6 pauses pour parcourir une zone et pourra donc la parcourir de manière réaliste entièrement en 8,25 heures. Un drone pouvant couvrir une zone en moins de 12 heures, nous pouvons utiliser un drone pour couvrir deux zones en une journée.

D'après nos estimations, nous aurons donc besoin d'au minimum $19/2 = 10$ drones sur une journée (le prix d'un drone par jour étant de 100\$, une telle location coûtera donc 1000€). Le coût moyen kilométrique sera de $0.01€ * 146 = 1.46€$. On multiplie ce coût par 19 (car il existe 19 arrondissements). $1.46 * 19 = 27.74€$

Nous pouvons donc en conclure que la reconnaissance des niveaux de neige en drone coûtera environ 1027.14€.

II) Graphes et chemins eulériens :

Tout d'abord, nous avons pour chaque sous-graphe transformé ces derniers en graphes eulériens. Nous avons fait cela car il était nécessaire pour certains cas comme des impasses de rajouter un chemin de retour pour que le drone puisse y aller et revenir. Mais c'est surtout pour pouvoir faciliter la suite, c'est-à-dire trouver le chemin. Pour toutes ces opérations nous utilisons la librairie python *networkx* qui nous permet de transformer un graphe en graphe eulérien puis de trouver le chemin. Maintenant, nous allons voir ce qu'il en est des déneigeuses.

3 La rentabilité des déneigeuses :

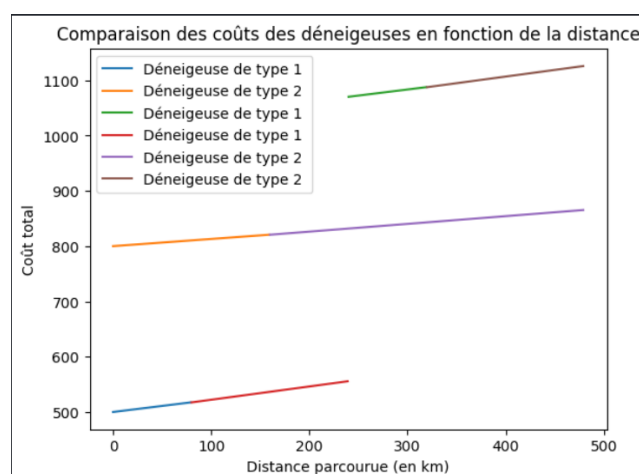
Nous nous sommes ensuite concentrés sur le choix d'utiliser des déneigeuses de type 1 ou 2. Nous avons commencé par réaliser une approche naïve consistant à étudier le coût de chaque déneigeuse en fonction du temps.

Cependant, cette approche n'était pas concluante car le type 1 coûte toujours moins cher à l'utilisation. En effet, la différence de location de 300€ par jour entre les deux types ne

pouvait pas être compensée sur une journée lorsque l'on regardait uniquement l'indicateur temporel peu importe l'échelle considérée : sur les 8 premières heures, puis sur une journée, etc.

Nous avons donc changé de stratégie en regardant cette fois-ci l'indicateur de distance. En effet, les déneigeuses de type 2 ayant une vitesse deux fois plus élevée, elles peuvent donc parcourir une distance deux fois plus grande sur une journée. Une déneigeuse de type 2 peut parcourir jusqu'à 480 km en une journée là où une déneigeuse de type 1 ne peut parcourir que 240 km. Nous avons donc réalisé qu'une déneigeuse de type 1 devrait alors être louée sur deux jours. Le prix de location double alors et nous pouvons voir sur le graphique suivant qu'entre 240 km et 480 km, une déneigeuse de type 2 coûte moins cher. Sur une distance de moins de 240 km en revanche, l'utilisation d'une déneigeuse de type 1 sera plus judicieuse.

Voici ci-après le graphe d'étude montrant le prix d'une déneigeuse de type 1 utilisée pendant 8 heures (sur 80 km, représentée par la courbe bleue), 24 heures (240 km, courbe rouge), puis durant une journée de plus pour atteindre 480 km (8 heures de plus représentées par la courbe verte puis sur la journée complète avec la courbe marron), ainsi que celui de la déneigeuse de type 2, qui fonctionne donc sur un jour entier la courbe sur les 8 premières heures (courbe jaune) puis sur le reste de la journée (480 km modélisés par la courbe violette). Le rendu inclut un code montrant les études précédentes réalisées pour comparer les rentabilités.



Nous pouvons donc en conclure que si la zone à parcourir à une distance supérieure à 240 km (et inférieure à environ 480 km mais cette situation ne se produit pas car nous avons plusieurs sous-zones de notre graphe), on préconise l'utilisation d'une déneigeuse de type 2. Sinon, une déneigeuse de type 1 est à privilégier.

4 Le chemin eulérien :

Nous avons réussi à planifier cinq parcours eulériens pour les déneigeuses grâce au module networkx. Ainsi, nous avons déterminé qu'en utilisant des déneigeuses de type 1 pour les quartiers d'Outremont, Verdun, Saint-Léonard et Le Plateau-Mont-Royal, et une déneigeuse de type 2 pour le quartier de Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles nous aurions le meilleur résultat possible.

Nous trouvons satisfaisant le résultat du produit final développé, car il permet d'assurer un déneigement efficace et économique dans chaque quartier de Montréal.

Voici Montréal avec les 5 chemins eulériens coloriés ci-dessous :



5 Conclusion :

En conclusion, le module OSMnx pour modéliser la ville est une approche intéressante. Cependant, il est important de noter certaines limites associées à notre modèle.

Tout d'abord, en rendant le réseau routier de Montréal non orienté, nous pourrions rencontrer des problèmes liés à la représentation précise des sens de circulation dans la ville.

De plus, bien que OSMnx soit un outil puissant pour extraire des données cartographiques, il peut y avoir des limitations inhérentes aux données elles-mêmes. Une autre limitation potentielle pourrait être la modélisation statique de la couverture de neige dans la ville. Il est important de noter que les conditions météorologiques et la fonte de la neige peuvent varier considérablement dans le temps et l'espace.