Optimisation Hivernale

Notre but lors de ce projet est de proposer une méthode afin de déneiger Montréal avec le moindre coûts. Nous avons ainsi pour but de déterminer un chemin afin que les déneigeuses passent dans toutes les rues de Montréal avec le chemin le plus court possible.

Étude théorique

Pour l'étude théorique nous étudions le graphe de Montréal. Afin d'analyser l'ensemble des routes, nous avons apparentés notre problème à celui du postier chinois.
Le problème du postier chinois consiste à trouver le plus court chemin dans un graphe connexe non orienté qui passe au moins une fois par chaque arête du graphe et revient à son point de départ.

Dans l'étude de cas de Montréal avec le drone nous avons utilisé un graphe non orienté. Effectivement, le drone nous permet de nous affranchir de certaines contraintes physiques.

Le meilleur moyen de trouver un chemin passant exactement une fois par chaque arête est un cycle eulérien. Un graphe connexe admet un parcours eulérien si et seulement si ses sommets sont tous de degré pair sauf au plus deux.
Nous avons ainsi d'abord commencé par rendre notre graphe eulérien afin de pouvoir déterminer un chemin le plus court.

Puis nous avons déterminer le chemin eulérien. Et le tout seulement avec les bibliothèques standards de Python.

Étant limité par le hardware, nous avons testé notre algorithme avec des villes plus petites que Montréal.

Étude de cas réel

Pour l'étude de cas réel, nous avons découpé notre problème en différentes parties :

- Récupérer le graphe de Montréal et le rendre eulérien
- Trouver le chemin eulérien dans le graphe pour le drone
- (Construire un sous graphe avec seulement les rues enneigées, selon ce que le drone doit détecter après avoir parcouru le chemin eulérien de Montréal)
- Découper le graphe de Montréal en fonction du nombre de déneigeuses utilisées.
- Trouver le chemin le plus court pour chaque déneigeuse dans des sous-graphes

Cependant, plusieurs problèmes se posent à nous. Comment allons-nous affecter des poids aux arêtes dont les rues sont enneigées sachant que nous n'avons aucune information dessus.
Et comment découper notre graphe en sous-graphes ?
Ainsi, pour résoudre ces problèmes nous partons du fait que Montréal est complètement enneigé et que l'on doit parcourir chaque rue. Étant une grande ville, Montréal est déjà découpé en quartier et plus exactement 77 quartiers. On utilisera ainsi ces différents quartiers comme sous-graphes de Montréal.

Afin de résoudre ce problème, nous avons dans cette partie utilisé la bibliothèque *networkx.* Cela nous est très utile car nous avons accès à des fonctions prédéfinies contrairement à ce qu'on a fait dans la partie théorique.

Après avoir récupéré un graphe d'un quartier de Montréal, nous avons vérifié si le graphe est dirigé et qu'il est soit connecté soit faiblement connecté. Un graphe est dirigé s'il a des arêtes avec une direction donnée, ce qui signifie que les arêtes indiquent une règle de traversée avec une direction d'un nœud u vers v dans le graphe. Un graphe connecté est un graphe où, étant donné deux sommets u et v, il existe un chemin de u à v. Et un graphe faiblement connecté est un groupe de nœuds qui sont mutuellement accessibles (u depuis v et inversement) en supprimant les directions donc en rendant le graphe non dirigé.

Puis nous vérifions si le graphe est eulérien, comme dans la partie précédente. S'il ne l'est pas, on le rend eulérien.
On peut ainsi procéder à la recherche du plus court chemin. Grâce à networkx, nous obtenons le chemin le plus court qu'une déneigeuse peut emprunter.

Cependant, dans la vie réelle ceci n'est pas la méthode la plus optimisée.
Effectivement, il y a des rues qui sont beaucoup plus empruntées que d'autres. Il faut ainsi d'abord déblayer les grands axes afin que les usagers puissent circuler sans trop de difficultés tôt le matin.

Jusque-là, nous avons seulement utilisé une seule déneigeuse pour les parcours. Or nous avons 2200 appareils ainsi que 3000 employés. Cela serait dommage de ne pas les utiliser. Sinon, déneiger Montréal nous prendrait beaucoup trop de temps pour les 228km de route et 449km de réseau pédestre.
Comme proposé ci-dessus, nous avons découpé Montréal en quartier. Nous avons ainsi au minimum 77 déneigeuses en action. Mais malheureusement tous les quartiers ne sont pas de la même taille.
Ainsi en fonction de la superficie d'un quartier nous pouvons affecter plus ou moins de déneigeuses.

Ayant 677km de route et de réseau pédestre à déneiger, nous n'avons pas besoin d'utiliser les 2200 appareils à disposition. Cependant le nombre de déneigeuses optimal serait aux alentours de la centaine. Effectivement, avec 100 déneigeuses, cela représente 6,77km à déneiger par appareil. Avec la vitesse faible des déneigeuses lorsqu'elles sont en actions, une moyenne de 7km semble correcte afin que Montréal soit déneigé rapidement.
Nous pouvons ajouter plus de déneigeuses, mais cela semble être une perte d'argent. Car il faudrait plus d'employés et faire tourner plus de déneigeuses, donc consommer plus d'essence sachant qu'une déneigeuse doit aller jusqu'au lieu qu'elle doit déneiger et revenir.

Nous avons traité une petite partie du problème de déneigement de Montréal. Effectivement, pour déneiger cette ville, c'est 10000km à parcourir. Et le déneigement ne se limite pas à un seul passage d'une déneigeuse.