

Optimisation hivernale

Synthèse des réflexions

Groupe 7 : Antoine Leroy, Erwan Kermarrec, Paul Ferreira, Jebril Hocine, Franceline Ngo

Introduction :

Ce document se concentre sur l'optimisation des opérations de déneigement dans la ville de Montréal. L'objectif de cette étude est de minimiser les coûts des opérations de déblaiement tout en garantissant une couverture efficace des routes. Pour ce faire, nous développerons un script simulant l'analyse d'un drone sur une analyse aérienne des niveaux de neige et proposerons des itinéraires optimisés pour les véhicules de déneigement.

Résumé des données utilisées :

Cout / Véhicule	Super drone	Déneigeuse type I	Déneigeuse type II
Vitesse (km/h)	? (> 100)	10	20
Coût fixe (€/jour)	100	500	800
Coût kilométrique (€/km)	0.01	1.1	1.3
Coût des 8 premières heures (€/h)	/	1.1	1.3

Coût après 8 heures (€/h)	/	1.3	1.5
---------------------------	---	-----	-----

Cartographie en drone :

La première solution qui vient à l'esprit pour parcourir toute la ville en drone est d'effectuer un parcours de graphe non orienté puisque le drone n'a pas besoin de respecter le code de la route. Ce problème s'apparente donc au problème du postier chinois et revient à trouver un chemin eulérien dans le graphe. En utilisant une fonction native de la librairie networkx on peut trouver ce chemin eulérien. Notre solution met cependant près d'une heure à s'effectuer donc il faut être patient.

En attendant que le code tourne, nous pouvons nous questionner sur la faisabilité d'un survol complet du réseau routier par un seul drone. Selon le site [city-transit](http://city-transit.com), la ville de Montréal compte plus de 2700 km de routes. A partir de là un problème flagrant apparaît : Les drones actuels n'ont pas la capacité d'effectuer un tel scan, la plupart des drones commerciaux utilisés à des fins de cartographie de nos jours ont entre **30 et 90 minutes** d'autonomie et des vitesses allant de **43km/h à 100km/h**. Il faudrait **27 h** au drone le plus rapide allant à sa vitesse maximum sans interruption et en supposant qu'il pourra conserver sa vitesse tout du long (très improbable vu la géométrie du réseau routier) pour effectuer ce scan. Un vol de plusieurs heures est inconcevable pour les drones existants de nos jours, la solution qui apparaît comme la seule envisageable ici est d'utiliser plusieurs drones pour scanner différentes parties du réseau routier en parallèle.

Puisque le sujet insiste sur la nécessité de scanner l'intégralité du réseau et de n'utiliser qu'un seul drone, cela signifie que le "super drone" a des capacités sans commune mesure avec les drones existants.

Un système qu'il serait intéressant de mettre en place pour économiser du temps d'utilisation du drone serait d'effectuer un scan général de la ville avec notre solution 1, puis d'observer les endroits où la quantité de neige est la plus élevée. Au bout de plusieurs itérations de ce scan on pourrait agglomérer ces résultats pour observer si des zones semblent recevoir des précipitations plus importantes que les autres. Si une telle tendance est constatée il serait possible de définir une carte "type" des chutes de neige en fonction des chutes habituelles, puis l'actualiser en temps réel lors du passage du drone sur une zone. Il ne serait alors pas obligatoire d'attendre la fin du scan par le drone (qui prend 27h avec un drone allant à 100kmh on le rappelle) pour commencer le déneigement. Cette solution ne fonctionne que si l'on constate une régularité dans la répartition des chutes de neige mais vaut le coup d'être tentée.

Problème de déneigement :

Pour le problème du déneigement des trois secteurs (Outremont, Verdun et Anjou) nous avons choisi d'utiliser un simple BFS. Cet algorithme nous permet d'obtenir le chemin le plus court à partir d'un point donné pour la déneigeuse. Pour pouvoir diviser le travail entre plusieurs déneigeuses nous cherchons donc les points de départ les plus éloignés. Pour cela nous calculons la centralité du graph. Et nous prenons les plus grands degrés afin de faire nos points de départ. Ensuite une fois les résultats obtenus nous construisons le graph et calculons le temps et le coût des opérations.

Hypothèses et choix de modélisation :

Solutions retenues :

Comparaison des scénarios :

Pour évaluer l'efficacité des opérations de déneigement, différents scénarios ont été testés à l'aide de déneigeuses de types I et II dans trois secteurs : Outremont, Verdun et Anjou. Les critères de comparaison incluent la distance totale à parcourir, le temps optimal nécessaire, le nombre de véhicules utilisés, le coût optimal et le coût par heure.

Déneigeuse de type I :

Secteur	Distance totale (km)	Temps optimal (h)	Nombre de véhicules	Coût optimal (€)	Coût par heure (€)
Outremont	69.25	0.97	2	1075.7	1109.48
Verdun	156.33	5.77	8	4166.6	722.52
Anjou	226.50	5.54	9	4743.2	856.37

Déneigeuse de type II :

Secteur	Distance totale (km)	Temps optimal (h)	Nombre de véhicules	Coût optimal (€)	Coût par heure (€)
Outremont	69.25	0.48	2	1689.4	3529.17
Verdun	156.33	2.88	2	1730.1	600.03
Anjou	226.50	2.77	3	2687.4	970.29

Déneigeuse optimale :

La combinaison des déneigeuses des types I et II permet d'optimiser les opérations de déneigement

Secteur	Type de	Distance	Temps	Nombre	Coût	Coût par
---------	---------	----------	-------	--------	------	----------

	déneigeuse	totale (km)	optimal (h)	de véhicules	optimal (€)	heure (€)
Outremon t	Type I	69.25	0.97	2	1075.7	1109.48
Verdun	Type II	156.33	2.88	2	1730.1	600.03
Anjou	Type II	226.50	2.77	3	2687.4	970.29

L'analyse révèle que :

- **Outremon t** avec la déneigeuse de type I est le plus rapide et le moins coûteux en termes de coût total, mais le coût par heure est élevé.
- **Verdun** avec la déneigeuse de type II est le plus efficace en termes de coût par heure.
- **Anjou** avec la déneigeuse de type II a le coût total le plus élevé mais reste relativement efficace en termes de coût par heure.

Cette comparaison permet de mieux comprendre l'efficacité des opérations de déneigement dans chaque secteur en tenant compte à la fois des coûts et des temps optimaux pour les scénarios de déneigeuses de types I et II.

Limites du modèle :

Bien que le modèle permette une analyse détaillée des coûts et du temps pour les opérations de déneigement, certaines limites doivent être prises en compte :

- 1. Hypothèses de simplification :**
 - Le modèle suppose une vitesse constante pour les véhicules, ce qui n'est pas réaliste en conditions réelles où la vitesse peut varier en fonction des conditions routières et météorologiques.
 - Le modèle utilise un nombre fixe de véhicules par secteur, sans tenir compte des variations possibles dans la disponibilité des véhicules.
- 2. Coûts non pris en compte :**
 - Les coûts indirects tels que la maintenance des véhicules et les coûts administratifs ne sont pas inclus.
 - Les coûts environnementaux associés aux opérations de déneigement ne sont pas considérés.
- 3. Optimisation du temps :**
 - Le modèle pourrait être amélioré en optimisant non seulement le coût mais aussi le temps, notamment en tenant compte des priorités des différentes routes et en optimisant les itinéraires en temps réel.

En prenant en compte ces limites, il est possible d'améliorer le modèle pour des analyses futures plus précises et efficaces.