

Rapport de Projet ERO1

Groupe 52

Léa Vilovar, Lili Dhalluin, Mélodie Vuong, Lou Vigier, Lucas Zivan

1. Introduction

Ce projet a pour but de développer une solution combinant survol par drone et intervention de déneigeuses pour optimiser le déneigement hivernal à Montréal. Le système repose sur deux grandes étapes :

- Détection des routes enneigées via un ou plusieurs drones.
- Planification du déneigement par des véhicules spécialisés, en respectant les contraintes économiques, temporelles et géographiques.

2. Survol par Drone

2.1 Objectif

L'objectif principal est de couvrir tout le réseau routier de Montréal avec le moins de drones possible, en assurant une détection efficace des zones enneigées.

Caractéristiques du drone :

- Vitesse : 80 km/h
- Coût fixe : 100 €/jour
- Coût au kilomètre : 0,01 €/km
- Le graphe est non orienté, le drone peut parcourir toutes les routes sans contrainte de circulation.

2.2 Notre approche

Nous avons abandonné les stratégies basées sur le parcours en profondeur (DFS), trop longues et peu efficaces.

Nous avons retenu une approche basée sur le problème du postier chinois, avec adaptation via clustering (KMeans) pour diviser la ville en zones gérables.

Les étapes clés :

- Construction du graphe routier via OSMnx.

- Clustering en 50 zones que le drone parcourt de façon connexe (ou alors attribution à chaque drone selon un round robin).
- Détermination des zones enneigées par un nombre choisi de cercles placés aléatoirement de rayons choisis simulant les zones de chutes de neige.
- Génération d'un parcours Eulérien sur chaque cluster avec marquage des arêtes enneigées.
- Génération dynamique de la carte (montreal_drones.html) avec visualisation temporelle du parcours et code couleur selon la fréquence de passage.

2.3 Résultats

- Distance totale parcourue : 4597.49 km (Distance totale des routes de Montréal : 4279.03km) Soit 318 km supplémentaires.
- Durée de vol estimée : 57.47 heures
- Coût total : ~365 €
- Visualisation exportée sous forme d'un film dans un fichier HTML pour une démonstration



montreal_drones.html : Carte interactive de Montréal montrant le survol des drones en bleu (la couleur devient plus foncée selon le nombre de passages) et les zones d'enneigement en rouge.



montreal_drones.html : zoom sur une zone en particulier.

3.1 Objectif

Planifier efficacement l'intervention de déneigeuses pour nettoyer les routes enneigées identifiées. Contraintes :

- Respect du sens de circulation (graphe orienté).
- Découpage en zones géographiques pour diminuer la complexité.
- Nombre limité de véhicules.

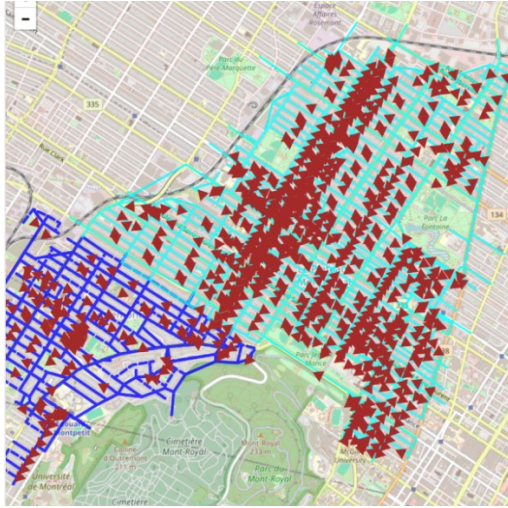
3.2 Méthodologie

- Définition d'une classe SnowplowType qui stocke les caractéristiques des déneigeuses en fonction de leurs types
- Chargement du graphe enrichi (snow.graphml) issu du survol du drone.
- Découpage de Montréal en 5 quartiers : Outremont, Verdun, Anjou, RDP-Pointe-aux-Trembles, Plateau Mont-Royal
- Répartition des déneigeuses selon la grandeur de chaque zone, car le véhicule de type II plus rapides, mais plus chers et les véhicules de type I sont plus lents mais moins chers.
- Pour chaque quartier :
- Extraction d'un sous-graphe local
- Application d'une heuristique de parcours couvrant toutes les arêtes
- Répartition des trajets entre plusieurs déneigeuses
- Estimation de la distance totale parcourue ainsi que du cout total de l'opération de déneigement qui doit prendre en compte (le coût fixe, le coût kilométrique et le coût selon l'horaire)
- Intégration graphique (HTML) avec flèches de sens unique et un survol interactif affichant les informations détaillées de la classe déneigeuse (type de véhicule, coût, durée, distance).

3.3 Résultats

- Nombre total de nœuds : 19 519
- Arêtes : 48 865
- Quartiers traités : 5 principaux : Outremont, Verdun, Anjou, Rivière-des-Prairies-Pointe-aux-Trembles, Le Plateau-Mont-Royal.
- Véhicules utilisés dans l'exemple : 2 de Type I, 3 de Type II

- Coût moyen par véhicule : 2 199 €
- Coût total du déneigement des 5 quartiers : 10 997 €
- Carte exportée : montreal_snowplow.html
- Temps d'exécution du script : ~25 secondes



montreal_snowplow.html : Informations concernant une déneigeuse spécifique au survol de la souris.

montreal_snowplow.html : Carte interactive de Montréal montrant le déneigement par zones, avec les sens uniques identifiés par des triangles rouges.

4. Conclusion

Nous avons développé une chaîne de traitement complète, allant de la détection automatisée de la neige par drones à la planification stratégique du déneigement par quartiers. Ce système est spécialement adapté aux contraintes de la ville de Montréal et offre une visualisation claire et interactive des opérations. Ce projet propose une solution robuste, économiquement viable et techniquement applicable à des situations réelles.

5. Bibliographie

- Chinese Postman Problem (Wikipedia) : https://en.wikipedia.org/wiki/Chinese_postman_problem
- NetworkX Documentation – Eulerian Circuit : https://networkx.org/documentation/stable/reference/algorithms/generated/networkx.algorithms.euler.eulerian_circuit.html
- OSMnx Documentation : <https://osmnx.readthedocs.io/en/stable/>
- Documentation Python & scikit-learn (KMeans)