

Un navigateur intelligent pour les camions de déneigement: *Est-ce pour bientôt?*



Glenn Nashen

Olivier Quirion-Blais
André Langevin
Martin Trépanier

Fabien Lehuédé
Olivier Péton



POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE



CIRRELT



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

*52e Congrès et Salon des transports :
Prochain Arrêt!*

*Palais des congrès de Montréal
3 au 5 avril 2017*

1 *Plan de la présentation*

- 1 Introduction
- 2 Contraintes et objectifs
- 3 Informations requises
- 4 Résultats

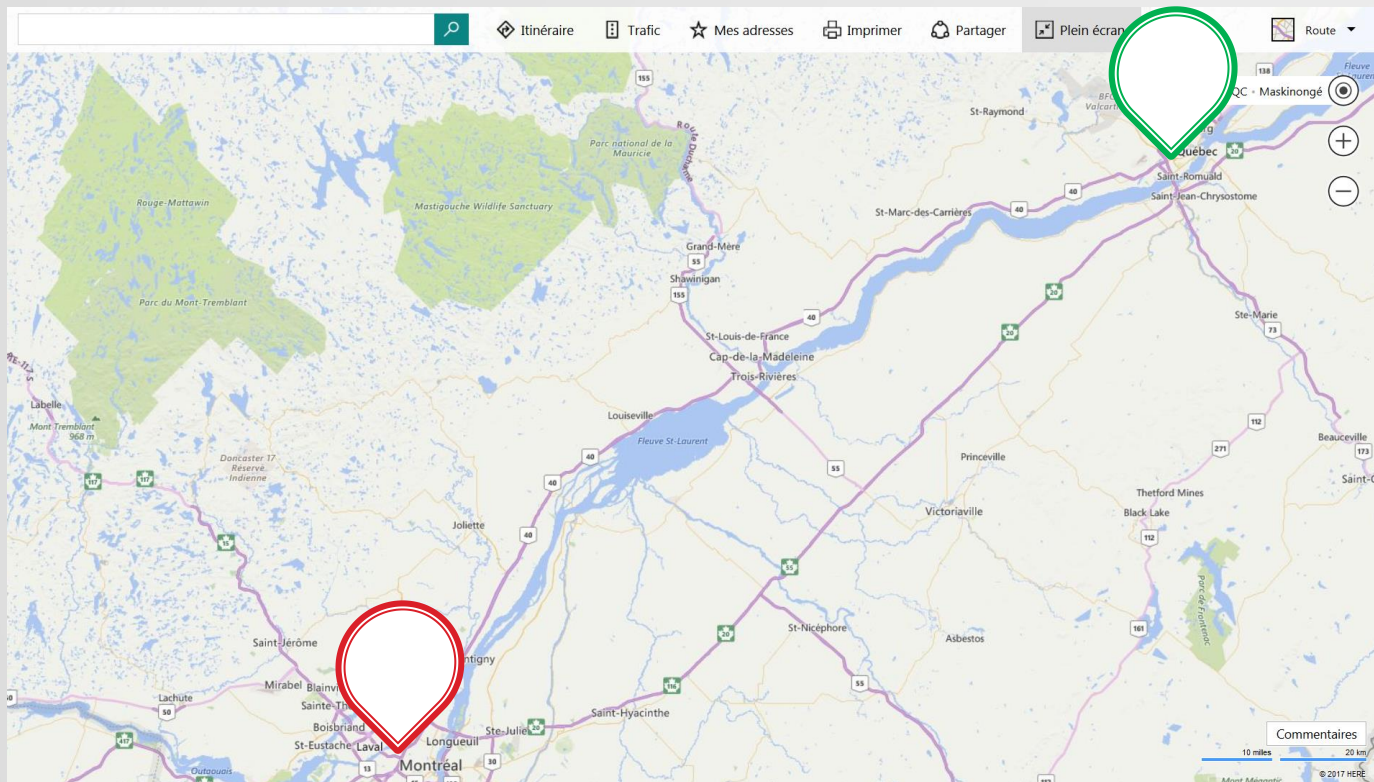


Hugo90

1

Un navigateur GPS pour la voiture

Point de départ + point d'arrivée + objectif

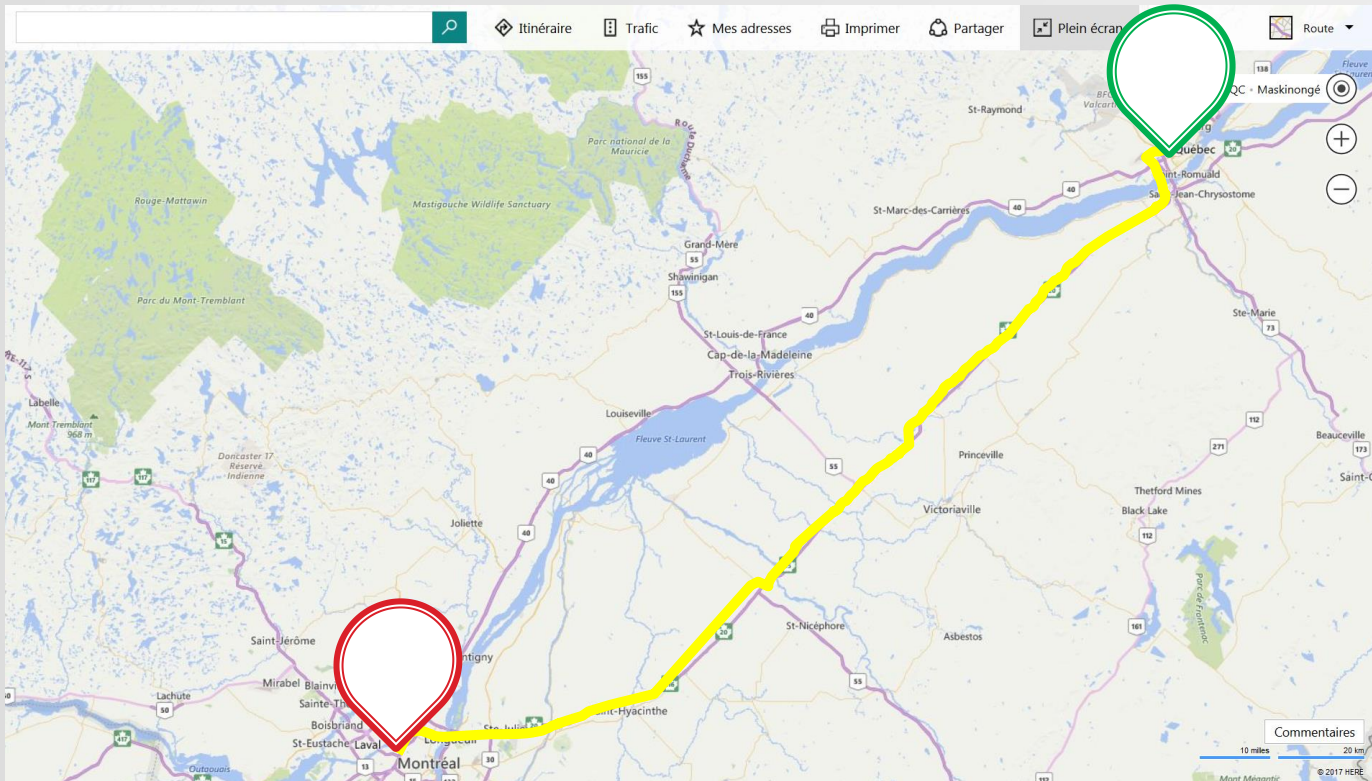


1

Un navigateur GPS pour la voiture

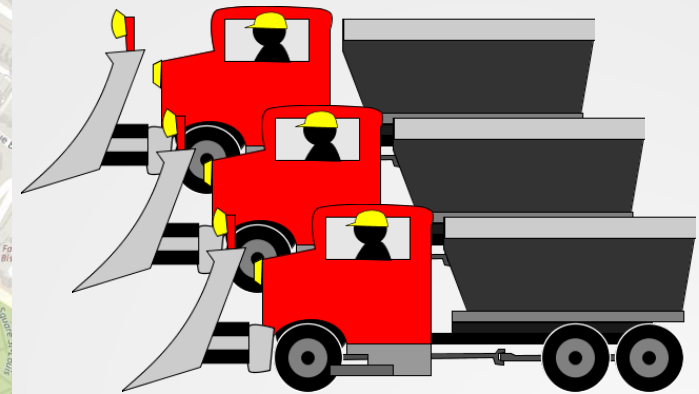
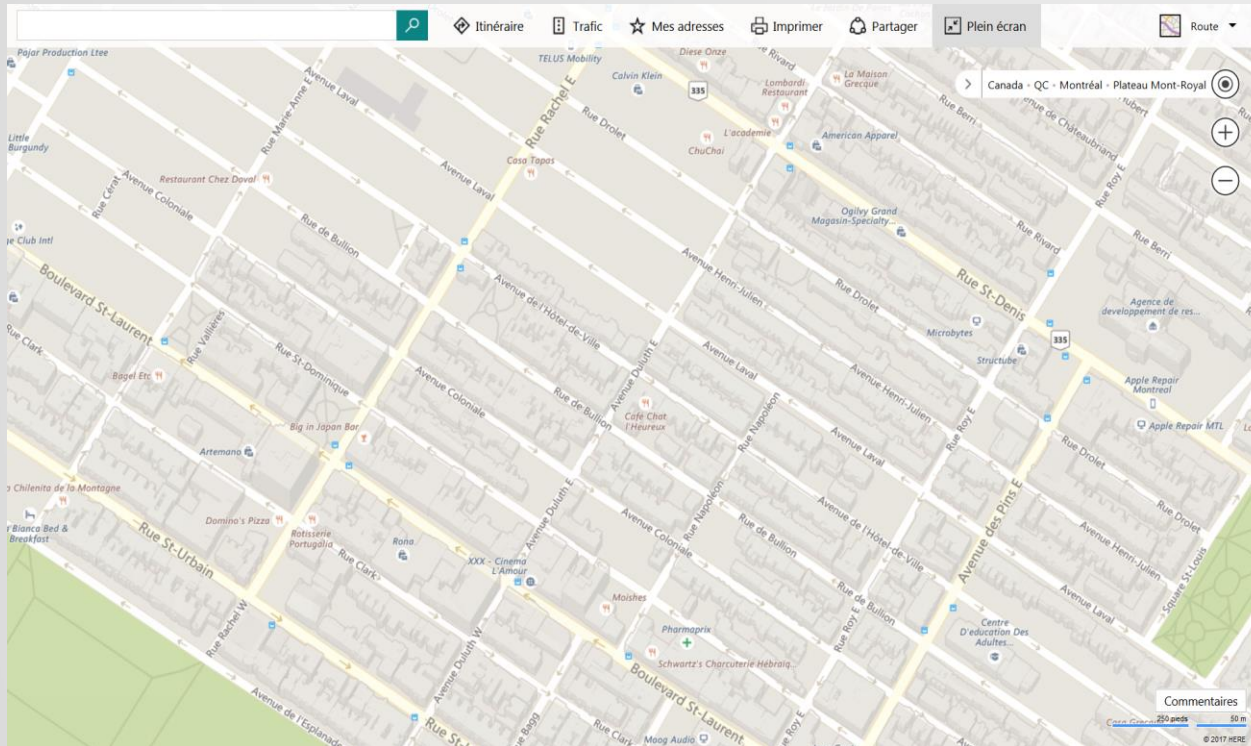
Point de départ + point d'arrivée + objectif

= chemin le plus court



1 *Le déneigement, un tout autre problème*

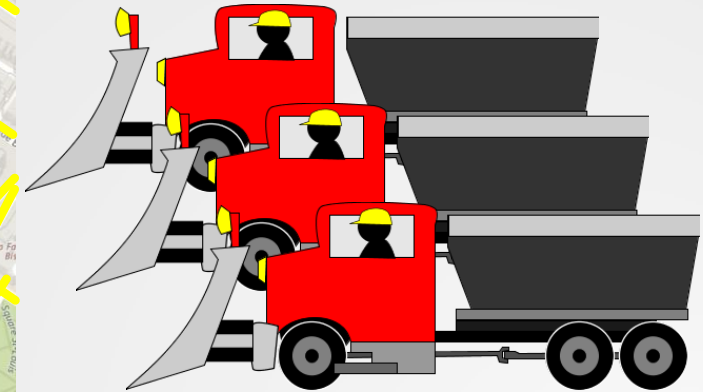
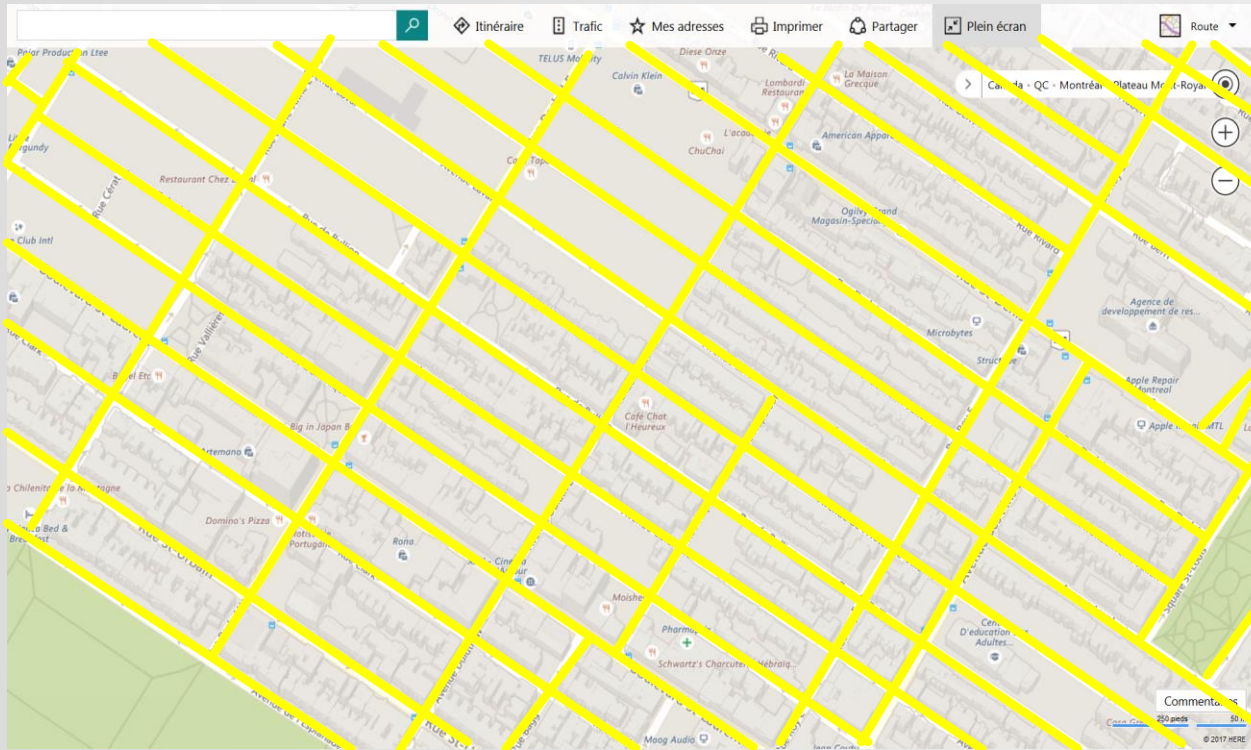
Un réseau de rues + plusieurs véhicules + objectif



Microsoft 2017 ©

1 *Le déneigement, un tout autre problème*

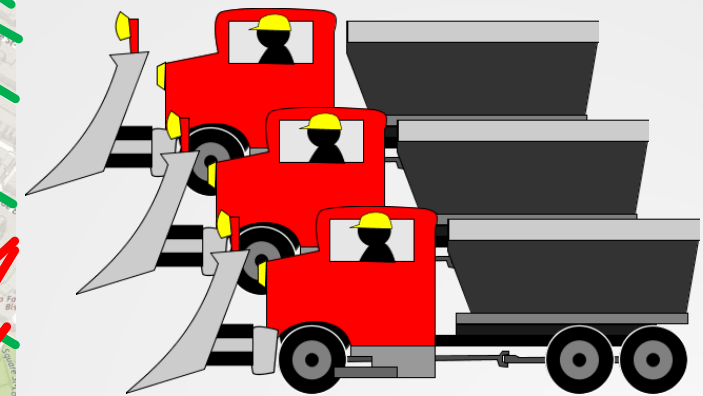
Un réseau de rues + plusieurs véhicules + objectif
= problème de tournées sur les arcs



1

Un problème? Ou trois problèmes?

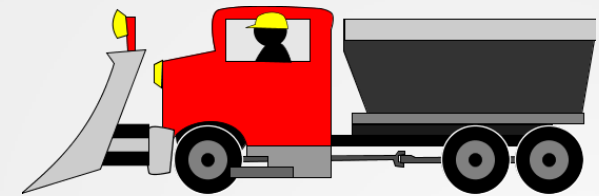
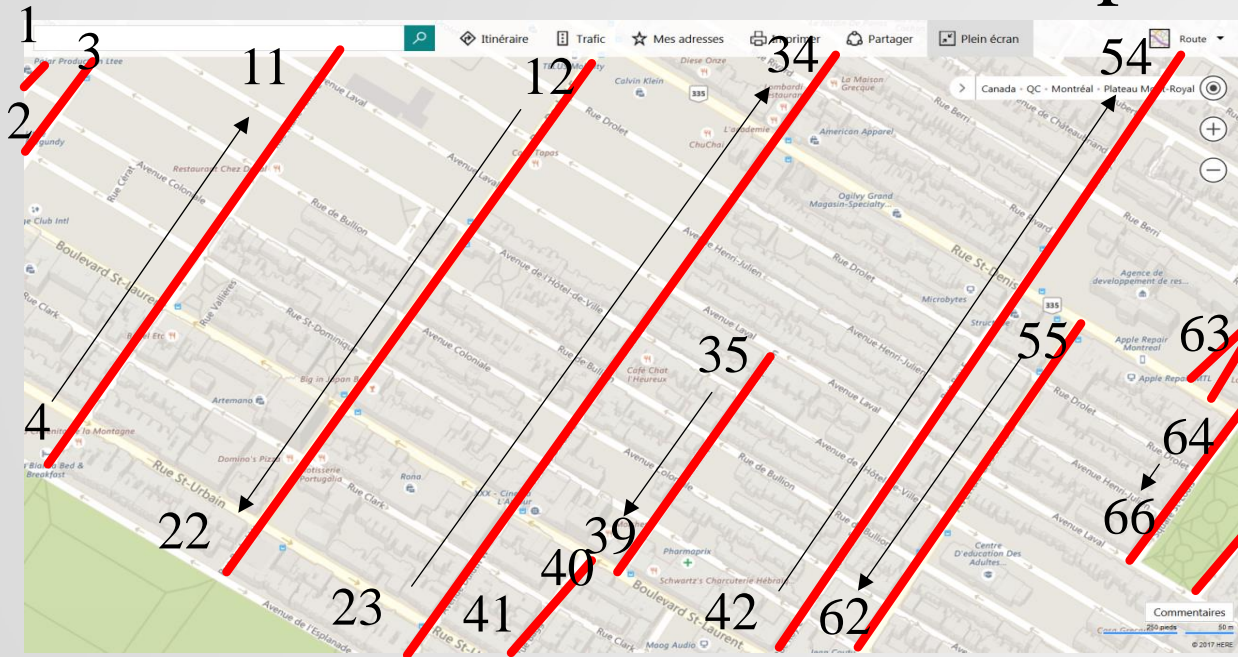
1. Partitionner le réseau
2. Ordonnancer les rues à déblayer
3. Trouver les plus courts chemins (en temps)



1

Un problème? Ou trois problèmes?

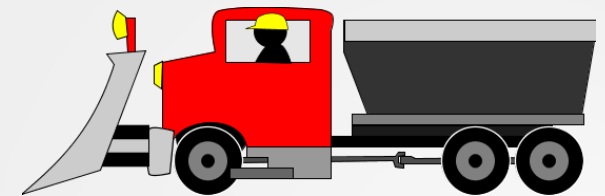
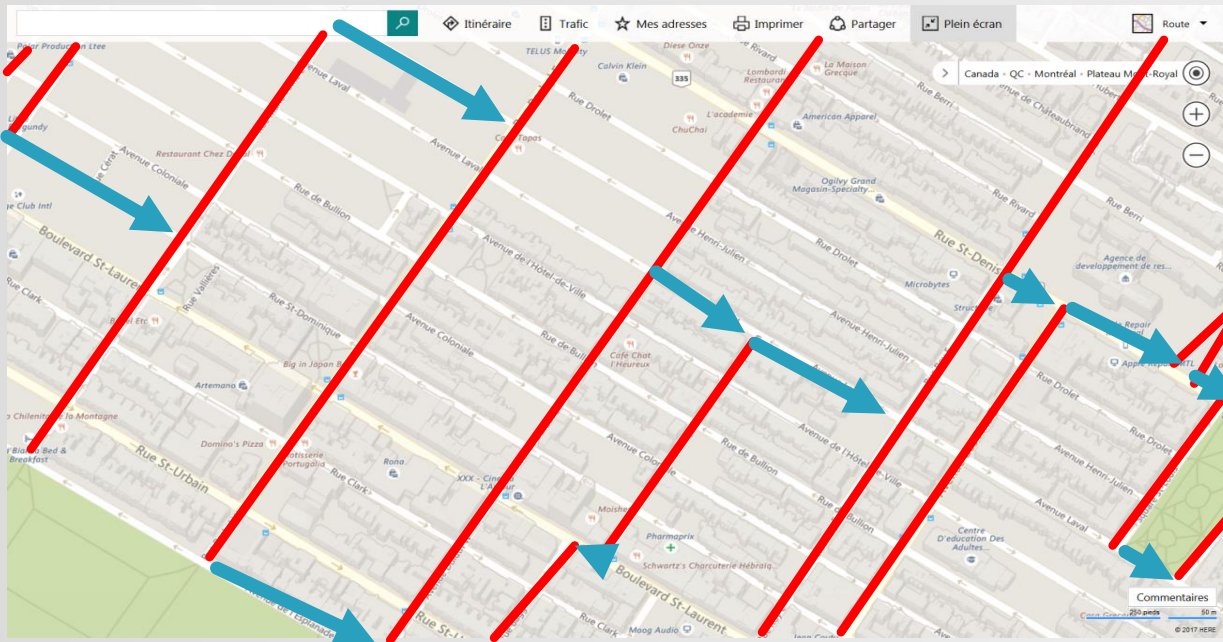
1. Partitionner le réseau
2. Ordonnancer les rues à déblayer
3. Trouver les chemins les plus courts



1

Un problème? Ou trois problèmes?

1. Partitionner le réseau
2. Ordonnancer les rues à déblayer
3. Trouver les chemins les plus courts (en temps)



1 *Un problème très complexe*

... même pour les ordinateurs

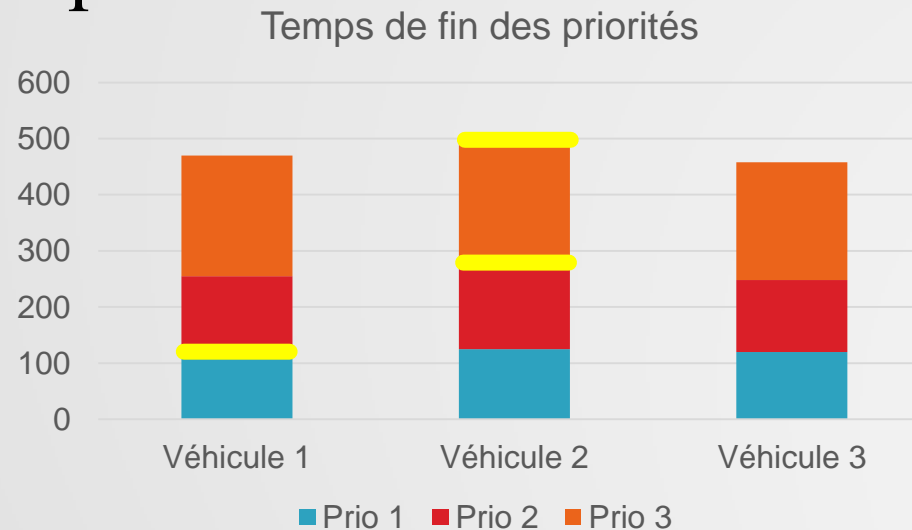


2 L'objectif considéré

- Minimiser la durée des opérations par priorité

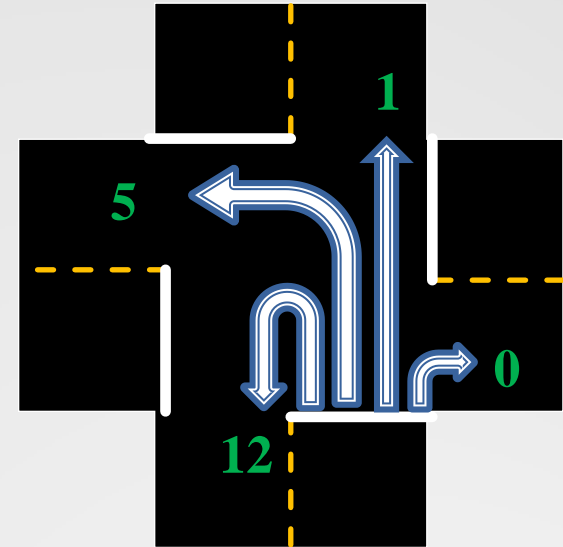
$$T^{p1} \cdot \rho^{p1} + T^{p2} \cdot \rho^{p2} + \dots$$

- ρ^{pn} : poids déterminés par le gestionnaire
- Permet d'équilibrer les tâches de travail



2 Les contraintes considérées

- Équilibrage des tâches
 - Considéré dans l'objectif
- Type de virages
 - Ajout d'une pénalité pour les virages non désirés (éviter les virages à gauche)
- Compatibilité rues/véhicules



3 Les données requises: SIG

The screenshot displays the ArcMap interface. The main map area shows a geographic map with various features, including roads and buildings, overlaid with a green and blue grid pattern. The interface includes a menu bar at the top with options like 'Fichier', 'Edition', 'Affichage', 'Géosignets', 'Insérer', 'Sélection', 'Géotraitement', 'Personnaliser', 'Fenêtres', and 'Aide'. Below the menu is a toolbar with numerous icons for map navigation and editing. On the left side, there are two panels: 'Table des matières' (Table of Contents) and 'Identifier' (Identify). The 'Table des matières' panel shows a tree structure with a folder 'C:\Olivier backup profil mgi 18 août 2' containing a layer 'shp8_shpOutleration99'. Below this, there are four legend entries: '<toutes les autres valeurs>', 'PRIORITE', '1', '2', '3', and '999'. The 'Identifier' panel has a dropdown menu set to '<Couche supérieure>' and an 'Emplacement:' field. Below these are instructions in French: 'Cliquez ou dessinez un rectangle autour de l'entité ou du site à identifier sur la carte. La liste de ses attributs sera affichée ici.', 'Utilisez la liste déroulante pour définir les couches à identifier.', 'Appuyez sur la touche Maj pour ajouter des entités à la liste en cours.', and 'Le champ de localisation fournit les coordonnées de l'emplacement sur lequel vous avez cliqué.' At the bottom of the 'Identifier' panel, it says 'Aucune entité identifiée' and 'Active ou désactive temporairement l'affichage.' The status bar at the bottom right shows the coordinates '706589,993 5413507,059 Unités inconnues'.

3 Les données requises: SIG

Sans titre - ArcMap - ArcInfo

Fichier Edition Affichage Géosignets Insérer Sélection Géotraitement Personnaliser Fenêtres Aide

Table des matières

Couches

- C:\Olivier backup profil mgi 18 août 2
- shp8_shpOutleration99
 - <toutes les autres valeurs>
 - PRIORITE
 - 1
 - 2
 - 3
 - 999

Identifieur

Identifieur depuis: <Couche supérieure>

Emplacement:

Cliquez ou dessinez un rectangle autour de l'entité ou du site à identifier sur la carte. La liste de ses attributs sera affichée ici.

Utilisez la liste déroulante pour définir les couches à identifier.

Appuyez sur la touche Maj pour ajouter des entités à la liste en cours.

Le champ de localisation fournit les coordonnées de l'emplacement sur lequel vous avez cliqué.

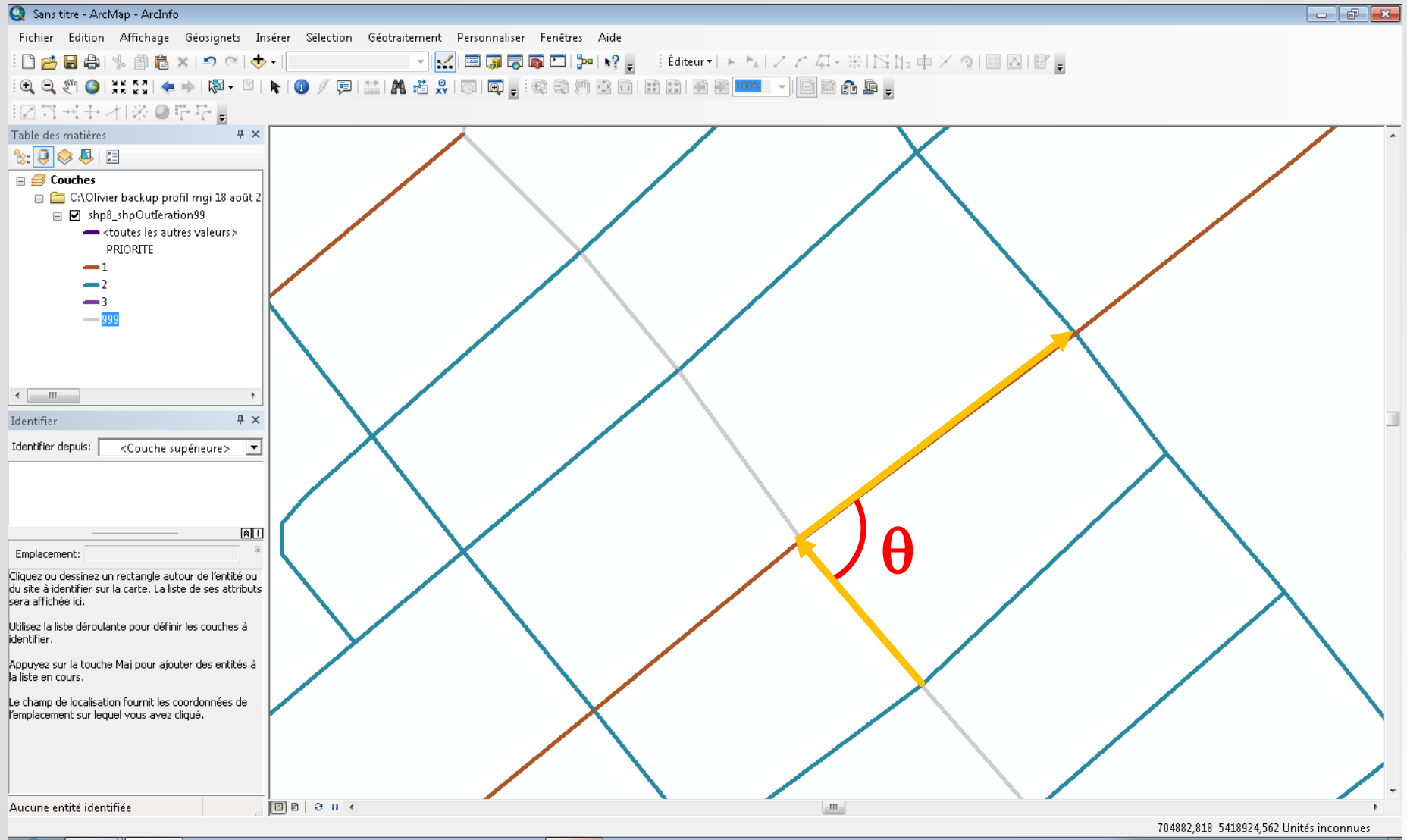
Aucune entité identifiée

Active ou désactive temporairement l'affichage.

706589,993 5413507,059 Unités inconnues

- Rues à desservir
- Nombre de voies
- Priorités
- (In)compatibilité entre les rues et les véhicules
- Garage

3 Les données requises: virages



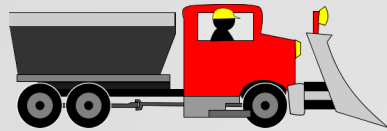
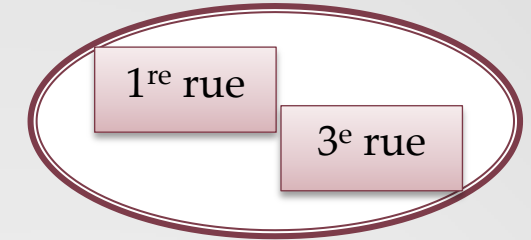
3 Les données requises: véhicules

Type	Quantité	Vitesse d'opération (km/h)	Vitesse à vide (km/h)
Niveleuse	2	15	15
Chargeur frontal	3	15	20
Camion	3	20	50



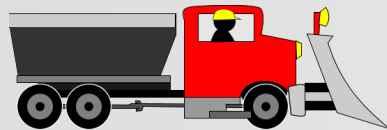
3 L'algorithme informatique

Objectif : $T^{p1} \cdot \rho^{p1} + T^{p2} \cdot \rho^{p2} + \dots$

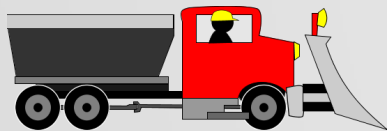


Rue Commerciale

Rue de l'Église



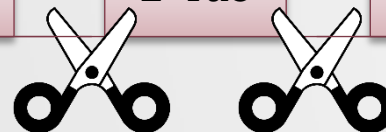
Avenue Principale



Rue du Parc

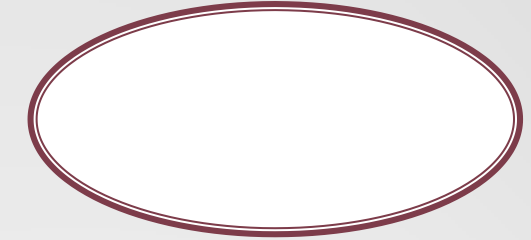
2^e rue

Rue de la montagne

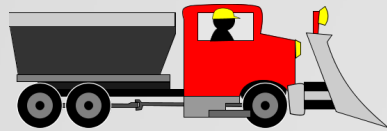


3 L'algorithme informatique

Objectif : $T^{p1} \cdot \rho^{p1} + T^{p2} \cdot \rho^{p2} + \dots$



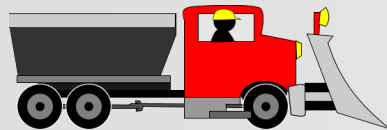
Rues à assigner



Rue Commerciale

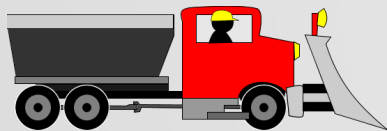
Rue de l'Église

1^{re} rue



Avenue Principale

3^e rue



Rue du Parc

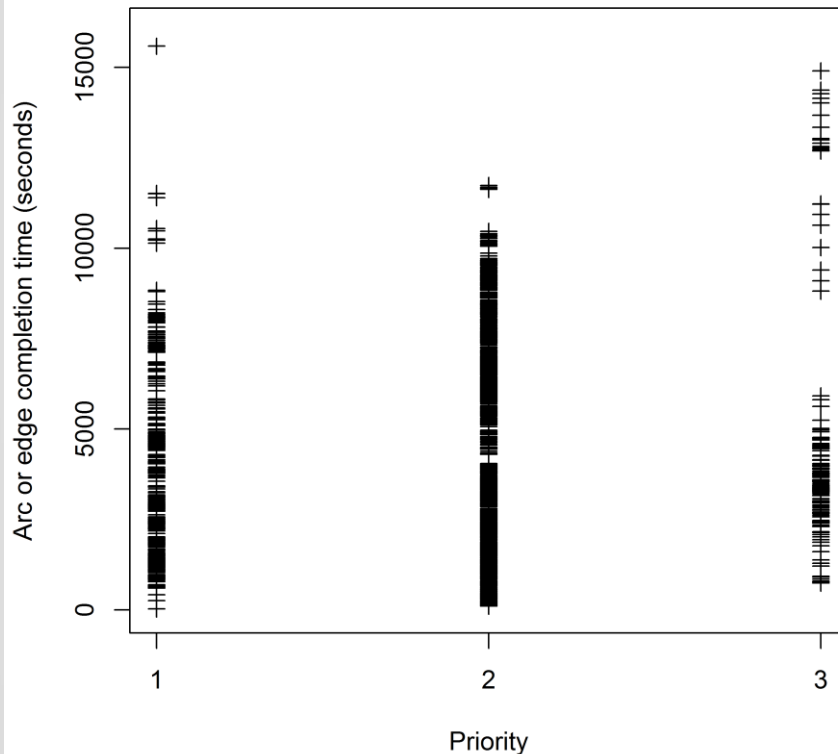
Rue de la montagne

2^e rue

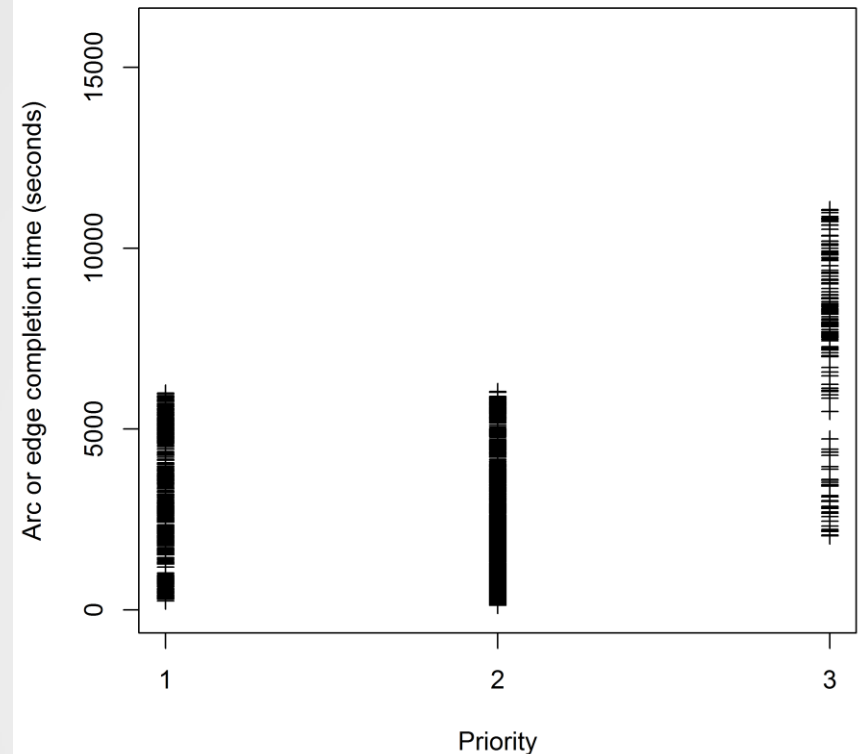
4 Résultats: temps de fin des rues

Les nouveaux circuits respectent mieux les priorités

Circuits proposés précédemment



Nouveaux circuits



4 Résultats: virages

	Continuer tout droit, même rue	Tourner à droite	Continuer tout droit, rue différente	Tourner à gauche	Virage en "U"
Circuits précédents	630	581	131	633	165
Nouveaux circuits	849	476	41	313	210

4 Résultats



4 Résultats: fichiers KML/GPX

The screenshot shows the Google Earth interface. On the left, the 'Recherche' (Search) bar contains the text 'exemple: 44000'. Below it, the 'Lieux' (Places) list shows 'Véhicule 1' selected under 'Lieux temporaires'. The 'Calques' (Layers) panel on the bottom left shows various layers like 'Base de données primaire', 'Voyager', 'Frontières et légendes', 'Lieux', 'Photos', 'Routes', 'Bâtiments 3D', 'Océan', 'Météo', 'Galerie', 'Sensibilisation mondiale', and 'Plus'. The main map area displays a satellite view of a town with a red line tracing a route and a yellow vehicle icon. A timeline at the top of the map shows the date '1/1/2010 11:34 am' and a range from '31/12/2009' to '2/1/2010'. A text box on the right contains the text: 'Les fichiers KML peuvent être analysés en utilisant Google Earth©.' The bottom of the map shows copyright information: '© 2016 Cnes/Spot Image', 'Image © 2016 DigitalGlobe', and 'Date des images satellite : 29/4/2012 48°54'05.96"N, 72°14'01.05"O élév. 143 m altitude 3.06 km'.

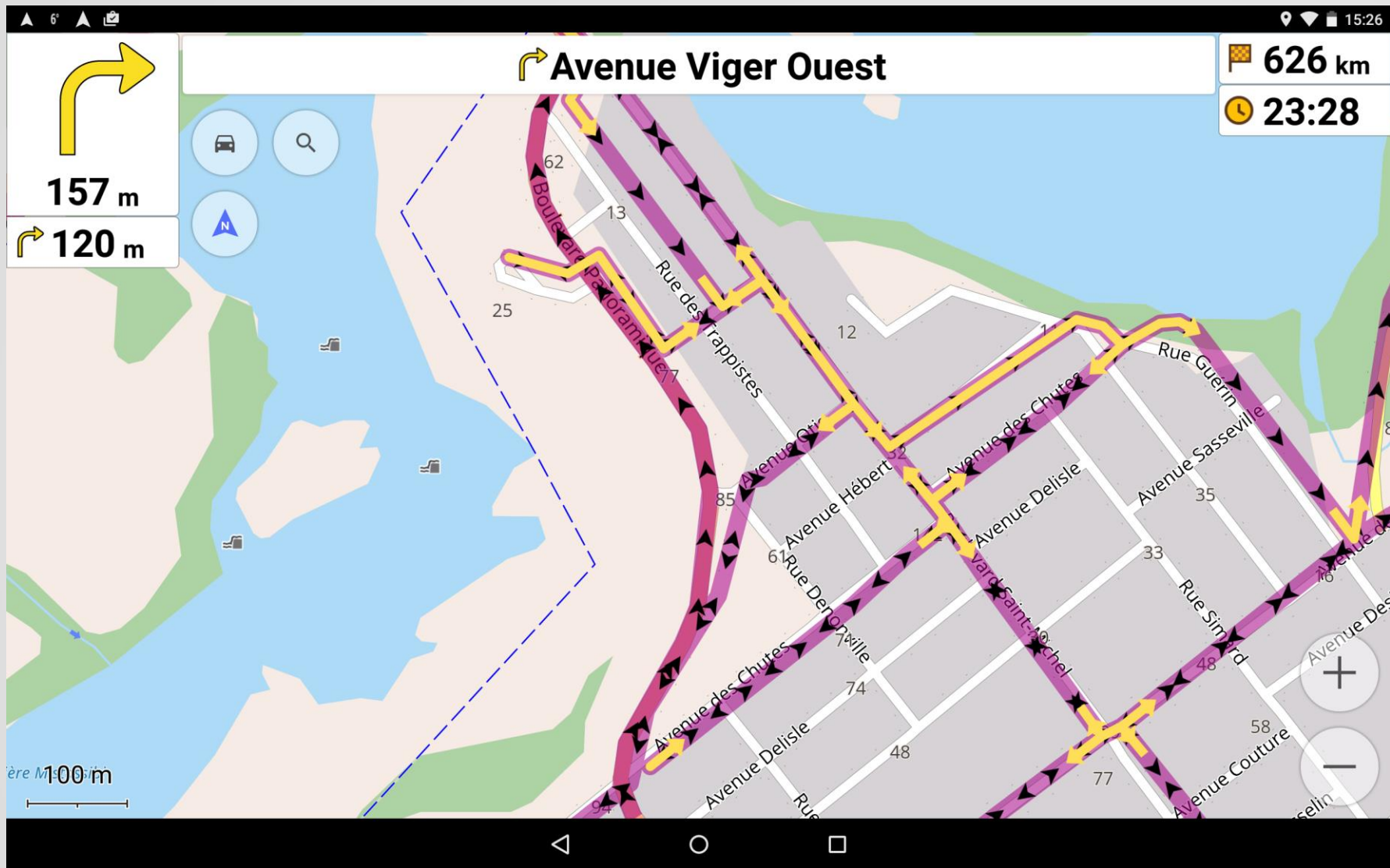
4 Résultats: fichiers KML/GPX



Les fichiers KML peuvent également être analysés avec Google Street View©.

<http://brianfolts.com/driver/?origin=&destination=&advanced=on&fps=0.5&travelmode=D RIVING&rn=&exportWidth=512&exportHeight=512>

4 Résultats: fichiers KML/GPX

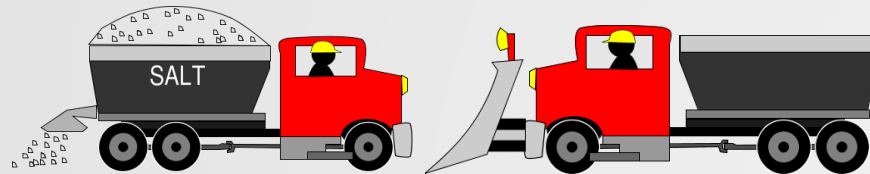


4 Perspectives et défis

- Temps d'exécution total aux environs de 4 à 6 heures
- Les résultats peuvent être instables
- Les opérations de déneigement et d'épandage peuvent être



combinées



- Environnement dynamique



WSDOT

Remerciements



CRSNG
NSERC

**Fonds de recherche
Nature et
technologies**

Québec 



VILLE DE
DOLBEAU-MISTASSINI