

# VALORISATION DES DONNÉES GTFS DANS LA GRANDE RÉGION DE MONTRÉAL

## MÉTHODOLOGIE SYSTÉMATIQUE POUR L'ANALYSE INTÉGRÉE DE L'OFFRE DE SERVICE DE TRANSPORT COLLECTIF (TC)

Mohsen Nazem – Expert en modélisation - Développement des réseaux, Planification et innovations

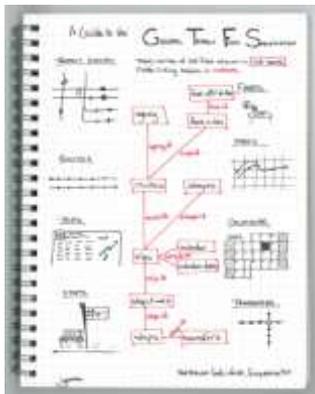
Nicolas Tanguay – Directeur - Développement des réseaux, Planification et innovations

Timothy Spurr – Expert en modélisation - Développement des réseaux, Planification et innovations

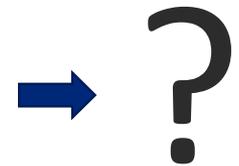
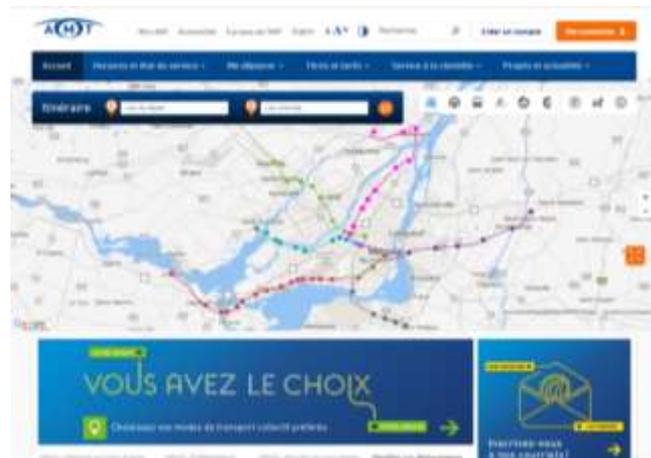
# INTRODUCTION

L'utilité des GTFS - *General Transit Feed Specification* - n'est plus à démontrer :

- Source uniformisée sous un format standard pour outils d'information aux clients
- Données complètes sur l'offre de service pour tous les opérateurs, pour tous les types de services (semaine, fin de semaine, jour férié, etc.)
- Données ouvertes accessibles à tous
- Sous un format standard... mais sans garantie de l'uniformité à la source



Réf.: <http://blog.openplans.org/>



# INTRODUCTION

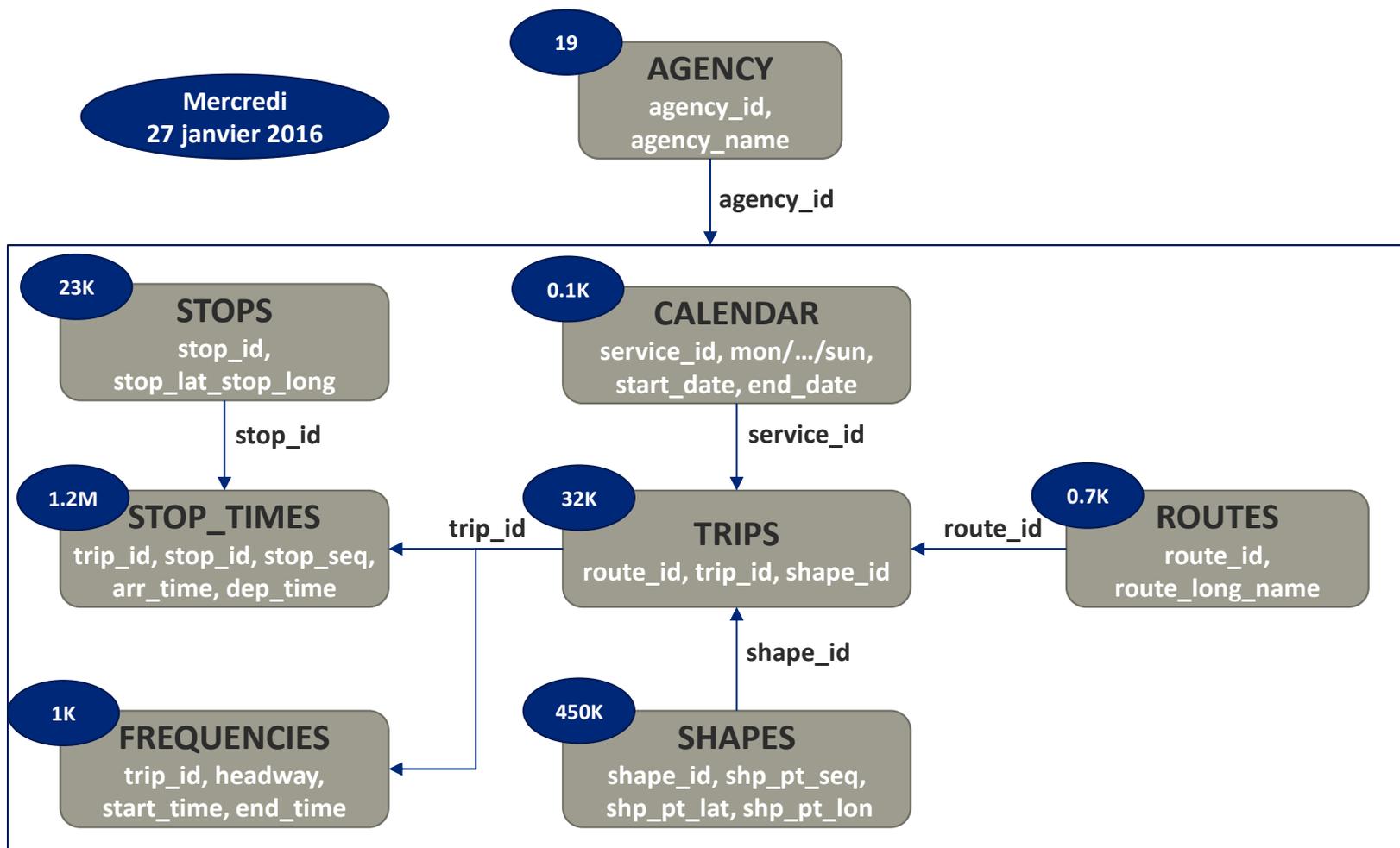
- **Le défi :**
  - Systématiser une méthode pour rendre les données GTFS facilement utilisables pour différents besoins de planification dans une perspective régionale
- **Où en sommes nous ?**
  - Analyses spatiales de l'évolution de l'offre de service aux points d'arrêts par période de la journée (Le classique !)
  - Codification des réseaux de simulation : lignes, arrêts et paramètres de service
  - Caractérisation des axes TC à l'échelle de la grande région de Montréal
    - Intensité de l'offre de service par bus
    - Analyse de la variation des vitesses
  - Mesure de l'offre de service aux équipements métropolitains

# PLAN DE PRÉSENTATION

- Introduction
- Contexte
  - Besoins et cas d'exemple
- Méthodologie
  - Importation des données (préparation de la base de données spatiale)
  - Structure et enrichissement des données
- Quelques cas d'application
  - Analyse des axes de transport
  - Analyse des équipements métropolitains
- Conclusion et perspectives

# CONTEXTE

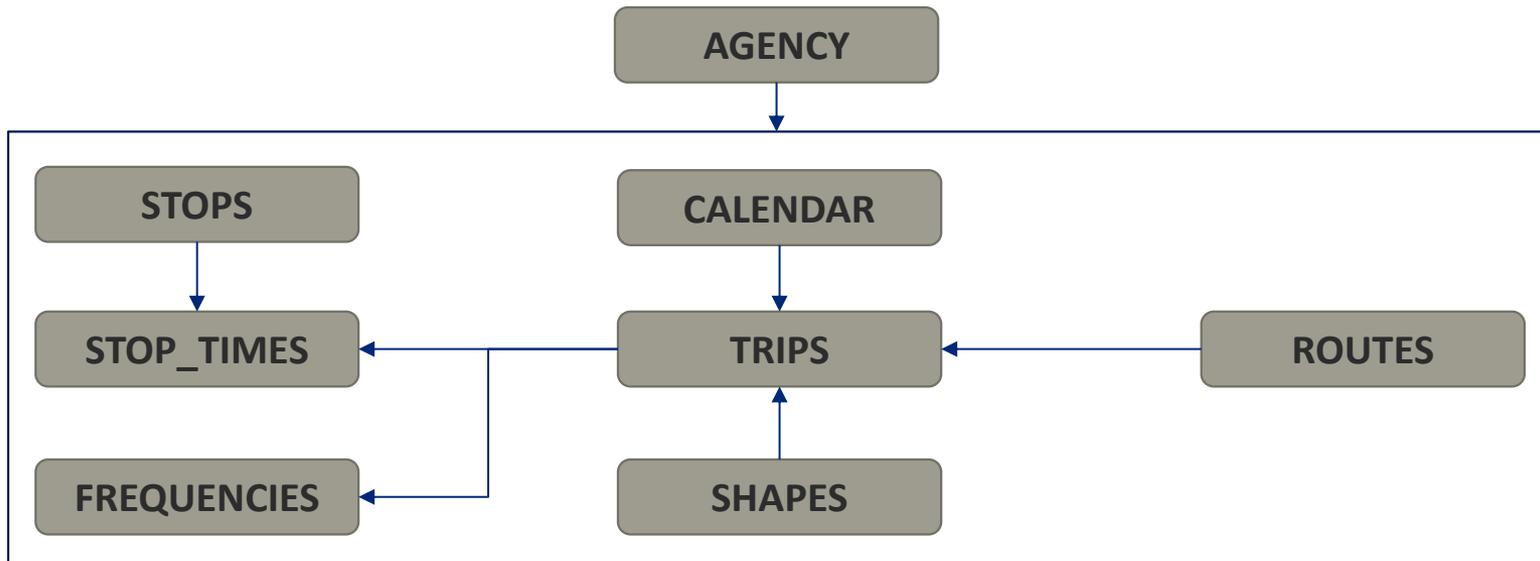
## MODÈLE DE DONNÉES PRIMAIRE



# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

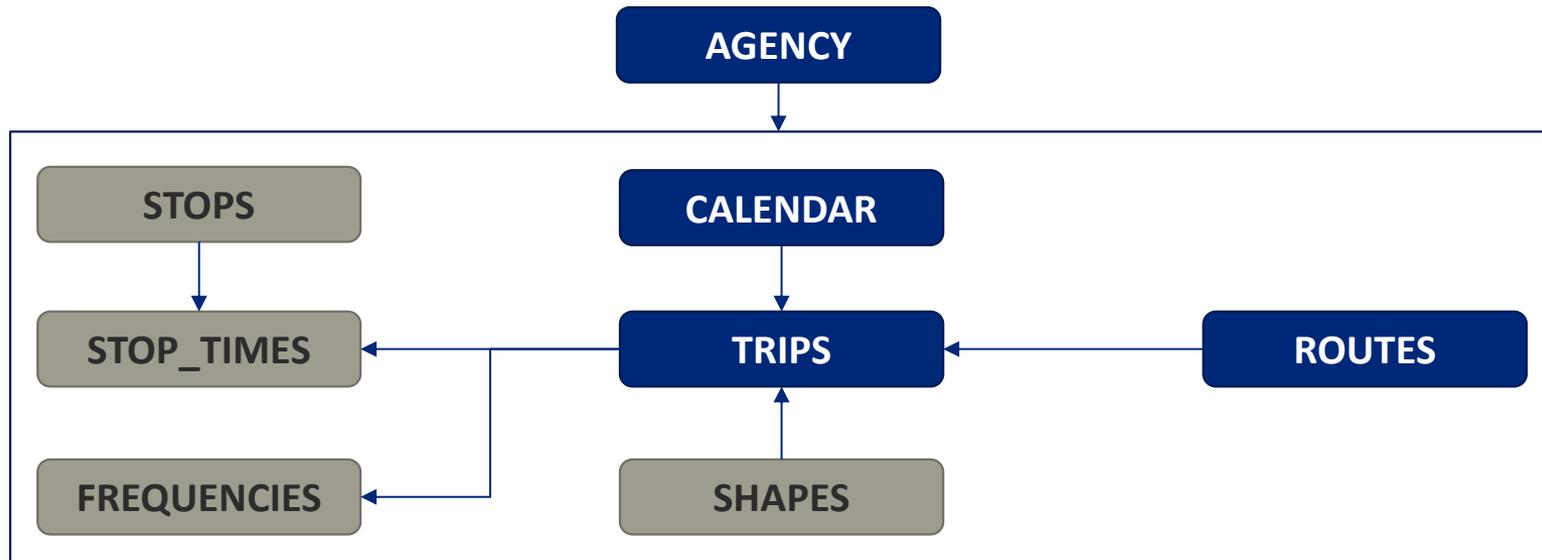


# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

1. Choisir les voyages en service pour la date en question



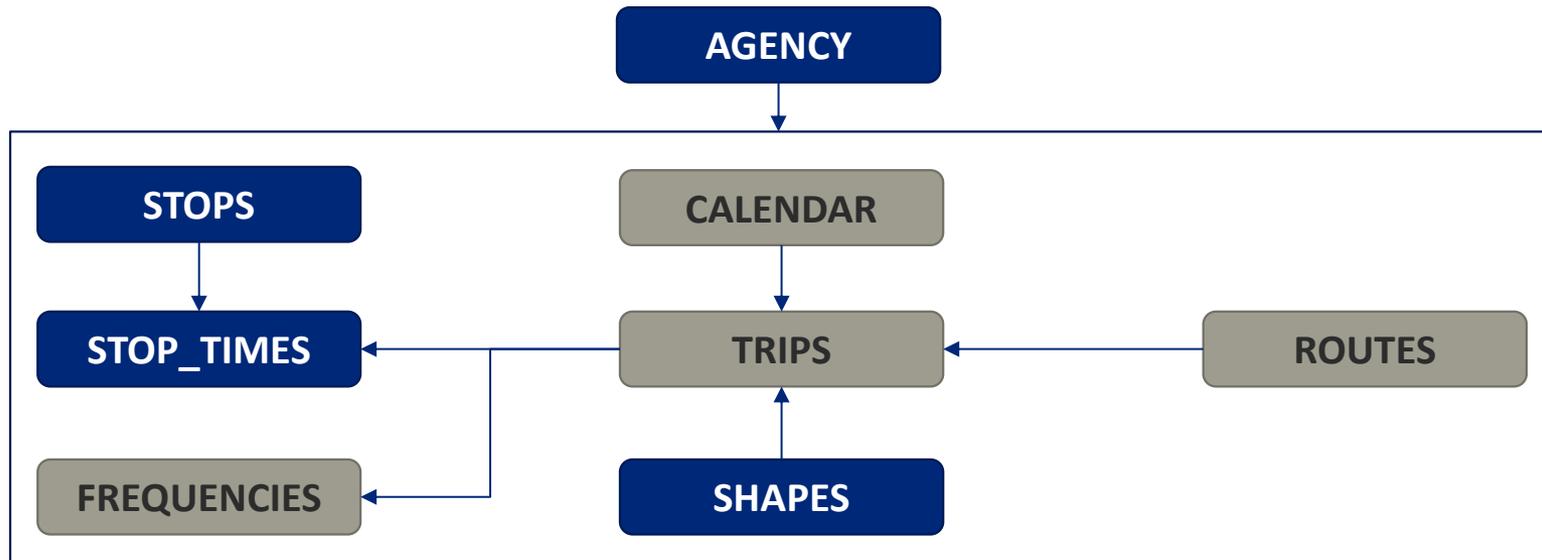
# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

1. Choisir les voyages en service pour la date en question
2. Générer des tronçons inter-nœuds et inter-arrêts

**Caractérisation  
spatiale**



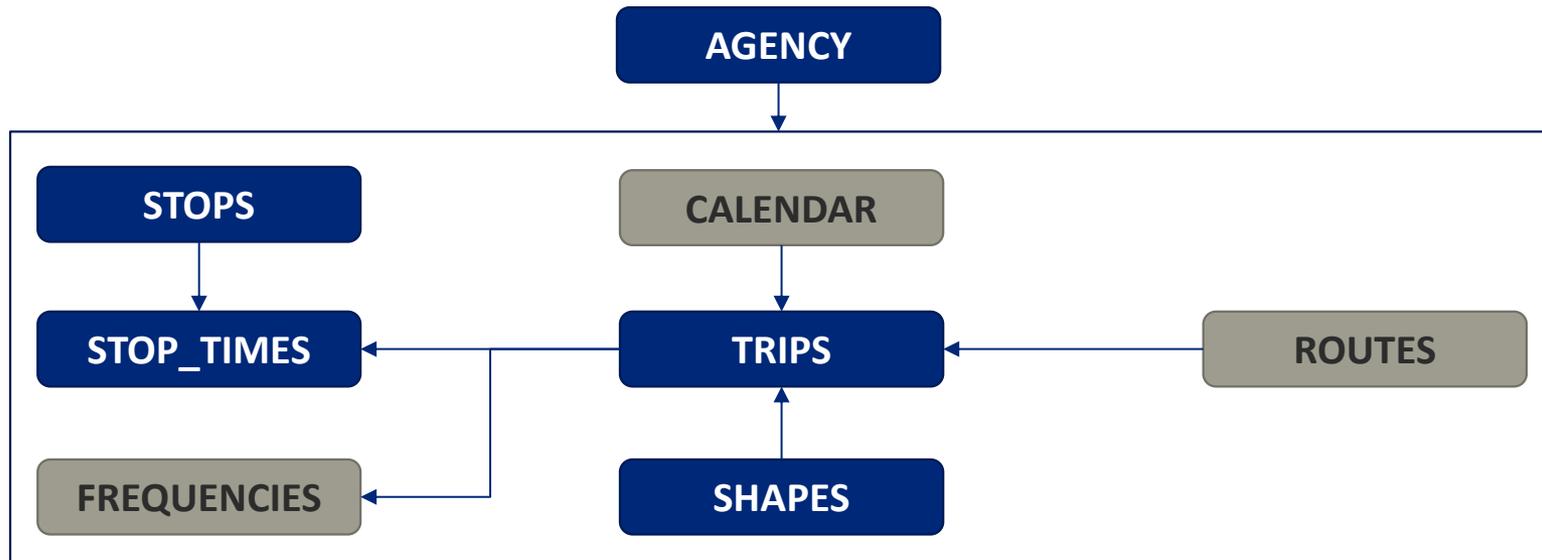
# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

1. Choisir les voyages en service pour la date en question
2. Générer des tronçons inter-nœuds et inter-arrêts
3. Associer les arrêts et les points de géométrie

**Caractérisation  
temporelle**



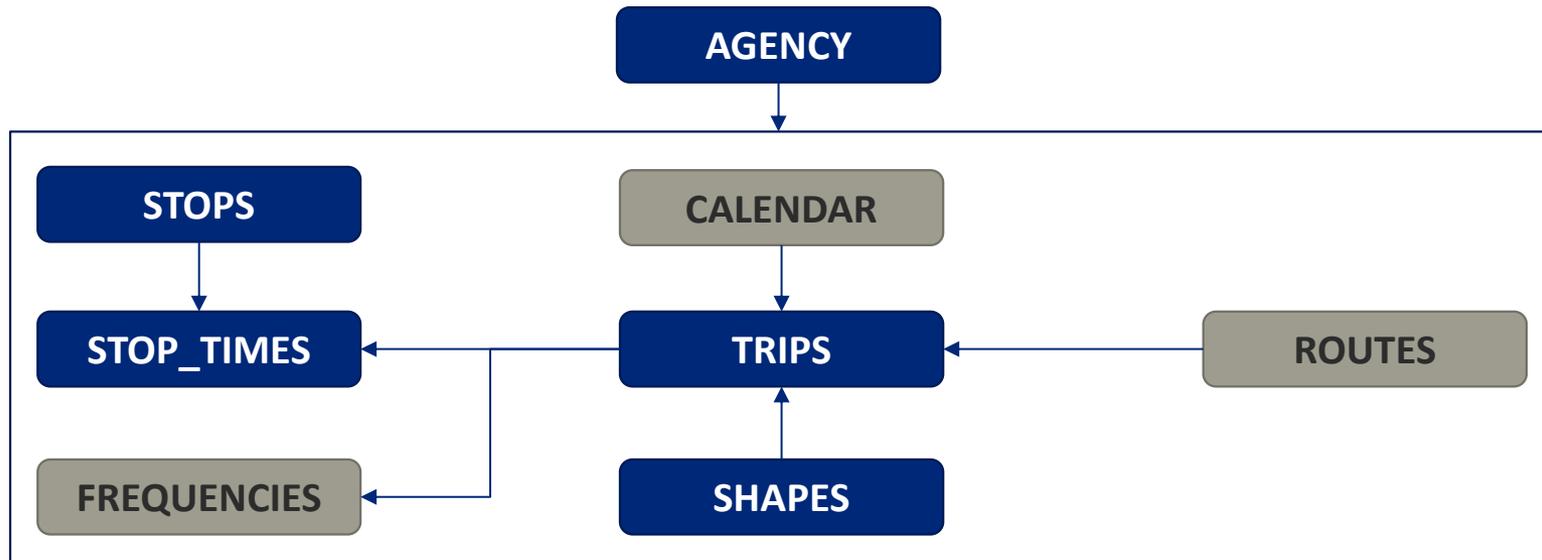
# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

**Caractérisation  
temporelle**

1. Choisir les voyages en service pour la date en question
2. Générer des tronçons inter-nœuds et inter-arrêts
3. Associer les arrêts et les points de géométrie
4. Interpoler les temps de parcours inter-nœuds et inter-arrêts



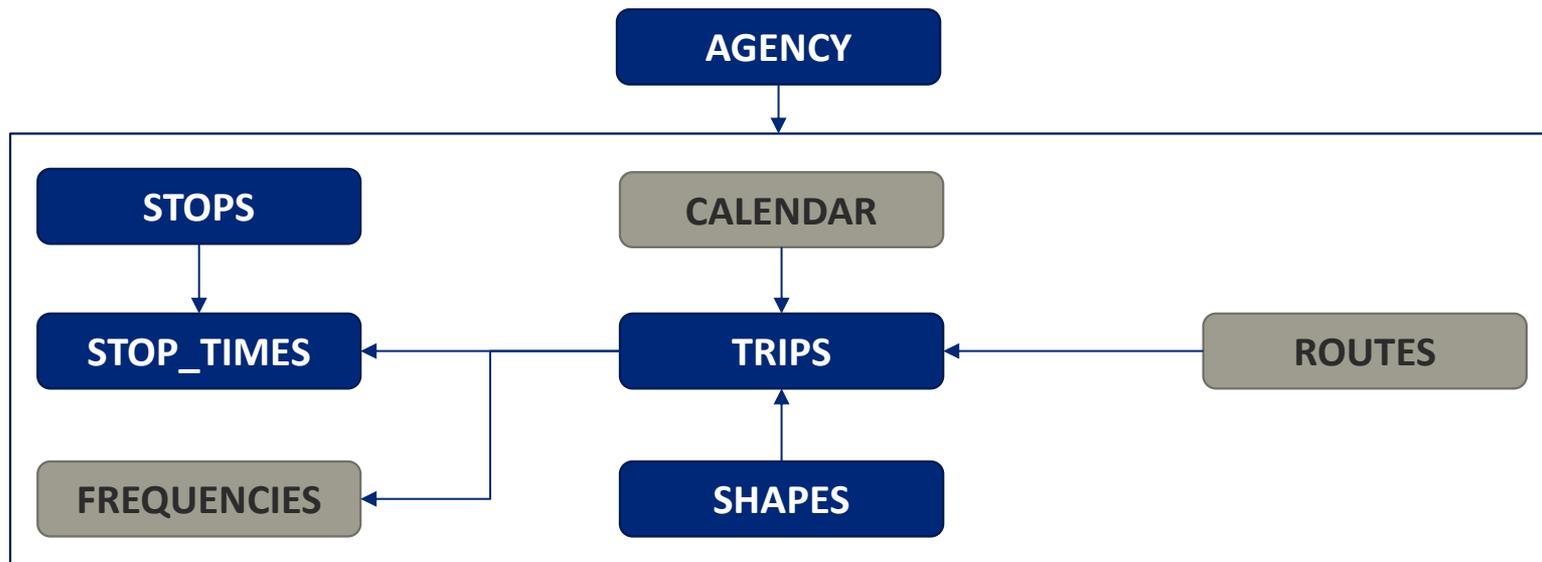
# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

1. Choisir les voyages en service pour la date en question
2. Générer des tronçons inter-nœuds et inter-arrêts
3. Associer les arrêts et les points de géométrie
4. Interpoler les temps de parcours inter-nœuds et inter-arrêts
5. Calculer la vitesse sur les tronçons

Calcul des  
vitesses



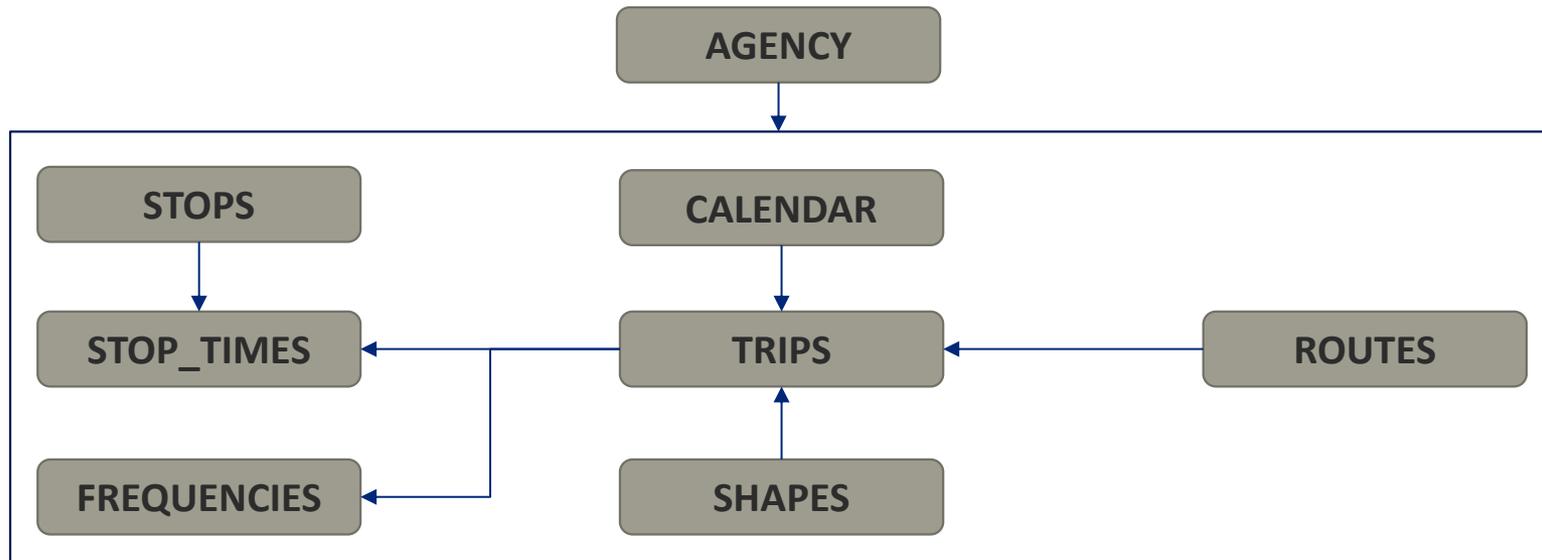
# CONTEXTE – EXEMPLE 1

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser l'évolution de vitesse de passage des lignes de bus sur un tronçon autoroutier pour différentes périodes de la journée ?

1. Choisir les voyages en service pour la date en question
2. Générer des tronçons inter-nœuds et inter-arrêts
3. Associer les arrêts et les points de géométrie
4. Interpoler les temps de parcours inter-nœuds et inter-arrêts
5. Calculer la vitesse sur les tronçons

**Comment peut-on systématiser cette approche au niveau de la grande région de Montréal ?**



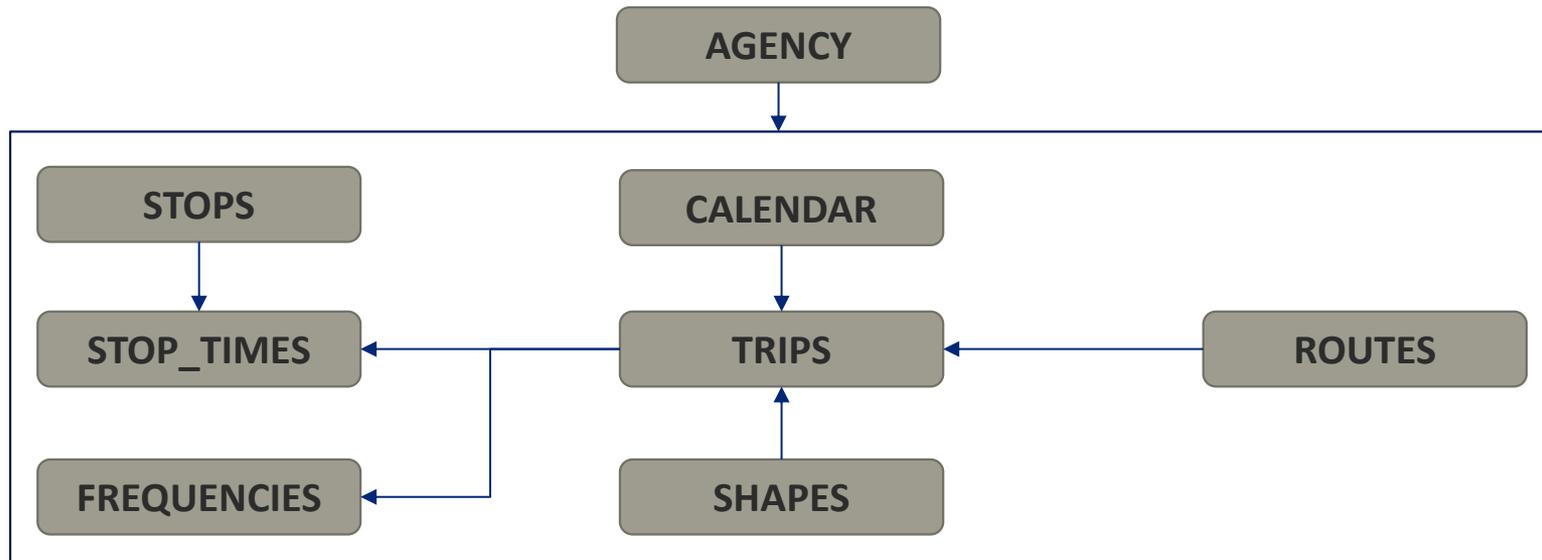
# CONTEXTE – EXEMPLE 2

## CALCUL SYSTÉMATIQUE DE CARACTÉRISTIQUES OPÉRATIONNELLES

Comment analyser le nombre de départs et d'arrivées des bus de tous les opérateurs au terminus centre-ville durant une journée spécifique et sur différentes journées ?

1. Choisir les voyages en service pour la date en question
2. Choisir les arrêts qui représentent le terminus centre-ville
3. Calculer le nombre de voyage qui desservent ces arrêts

**Comment systématiser cette approche pour plusieurs opérateurs dans le cas où des codes d'arrêts différents pourraient varier d'une période à l'autre?**

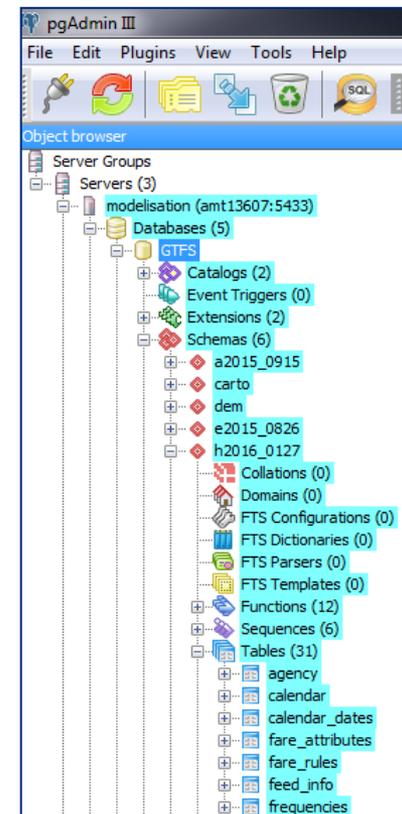
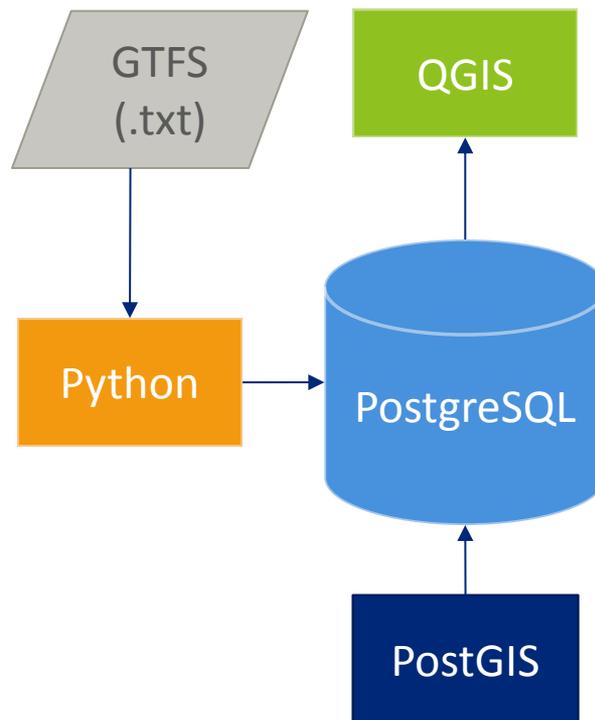


# MÉTHODOLOGIE - IMPORTER LES DONNÉES

## IMPORT SYSTÉMATIQUE PAR UN PROGRAMME PYTHON

- Téléchargement des archives GTFS des opérateurs de la région (19 archives)
  - Trois périodes de l'année (janvier, juin et septembre)
  - Pour chaque période, trois jours types (jour de semaine, samedi et dimanche)
- Importation dans une base de données PostgreSQL par un programme Python
- Structuration des données dans les schémas et les tables

Nom	Type	Taille
agency.txt	Fichier TXT	1 Ko
calendar_dates.txt	Fichier TXT	3 Ko
fare_attributes.txt	Fichier TXT	1 Ko
fare_rules.txt	Fichier TXT	4 Ko
feed_info.txt	Fichier TXT	1 Ko
frequencies.txt	Fichier TXT	37 Ko
routes.txt	Fichier TXT	18 Ko
shapes.txt	Fichier TXT	8 530 Ko
stop_times.txt	Fichier TXT	254 406 Ko
stops.txt	Fichier TXT	946 Ko
trips.txt	Fichier TXT	6 867 Ko



# MÉTHODOLOGIE - ENRICHIR LES DONNÉES (1/3)

## GÉNÉRATION SPATIO-TEMPORELLE DES VOYAGES

### ÉTAPE I Caractérisation spatiale

(SHAPE-POINTS)

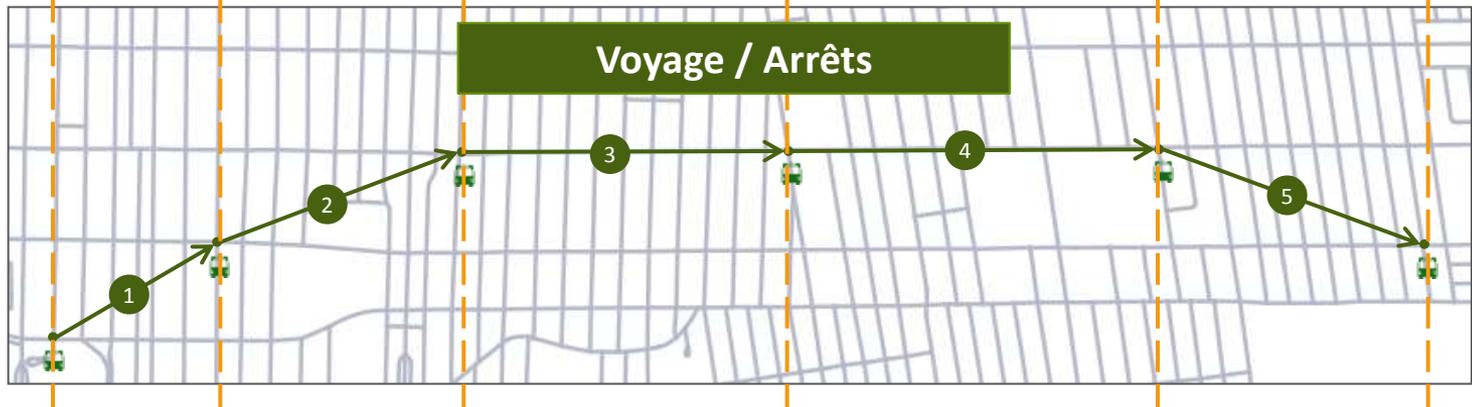
- ✓ Distance
- ✓ Pente
- ✓ Direction



### ÉTAPE II Caractérisation temporelle

(STOP-TIMES)

- ✓ Temps de parcours



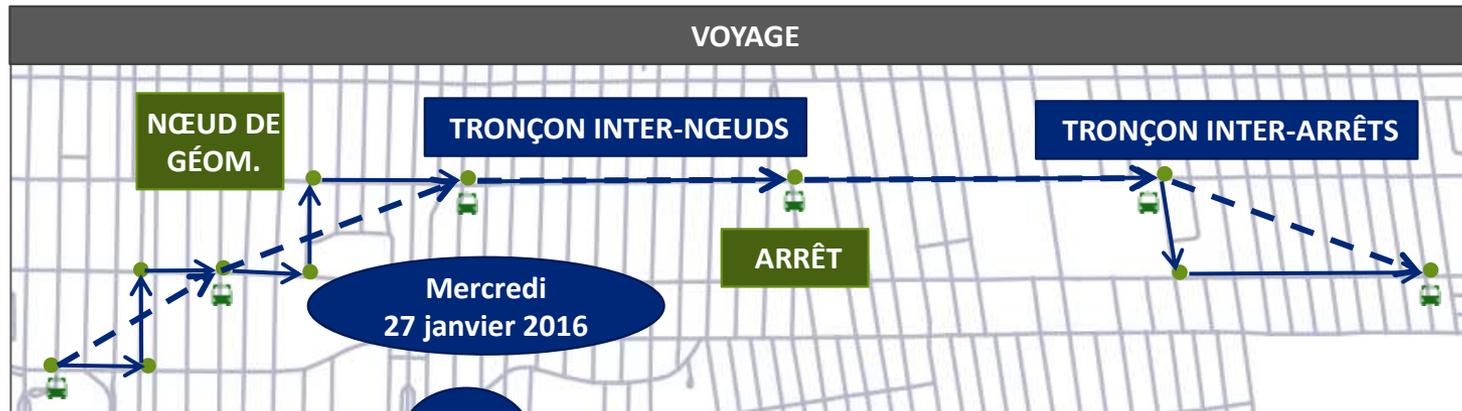
### ÉTAPE III

Association des caractéristiques spatiales et temporelles pour chaque voyage

- ✓ Vitesse sur les tronçons générés à partir des shape-points pour chaque voyage

# MÉTHODOLOGIE - ENRICHIR LES DONNÉES (2/3)

## CARACTÉRISATION SPATIO-TEMPORELLE DES VOYAGES



1.2M  
9.7M

### TABLES DES TRONÇONS INTER-ARRÊTS/INTER-NŒUDS (type : lignes)

- ID de tronçon
- Voyage
- Agence (AOT)
- Ligne (nom/ numéro)
- Direction (affichée/ géo.)
- Heure de début/ fin
- Temps de parcours
- Distance
- Vitesse
- Pente

1.2M  
9.7M

### TABLES DES ARRÊTS/ NŒUDS DE GÉOMÉTRIE (type : nœud)

- ID d'arrêt/ nœud de géom.
- Voyage
- Agence (AOT)
- Ligne (nom/ numéro)
- Direction (affichée/ géo.)
- Heure de passage

32K

### TABLE DES VOYAGES (type : poly-lignes)

- ID de voyage
- Agence (AOT)
- Ligne (nom/ numéro)
- Direction (affichée/ géo.)
- Heure de début/ fin
- Temps de parcours
- Distance
- Vitesse

# MÉTHODOLOGIE - ENRICHIR LES DONNÉES (3/3)

## INTRODUCTION D'UNE GRILLE SPATIALE UNIFORME FIXE

La grille spatiale fixe permet d'analyser l'évolution de l'offre TC sur des nœuds ou des tronçons à partir d'un système de référence indépendant.

L'approche retenue:

- Introduction d'une grille composée de 4.3 millions cellules identiques de taille 50m x 50m dans la grande région de Montréal
- Caractérisation de l'offre de service TC à l'intérieure de chaque cellule
  - au niveau de passage physique des lignes de bus sur les axes (ex. 1)
  - au niveau des arrêts en considérant la notion d'accessibilité (ex. 2)



# CAS D'APPLICATION



**ANALYSE DES AXES DE TRANSPORT**  
**DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU DE TRANSPORT**  
**MÉTROPOLITAIN PAR AUTOBUS (RTMA)**



# DIFFÉRENTES EXPLOITATIONS DES GTFS (1/3)

## ÉTUDE DE L'OFFRE POUR L'IDENTIFICATION DES AXES

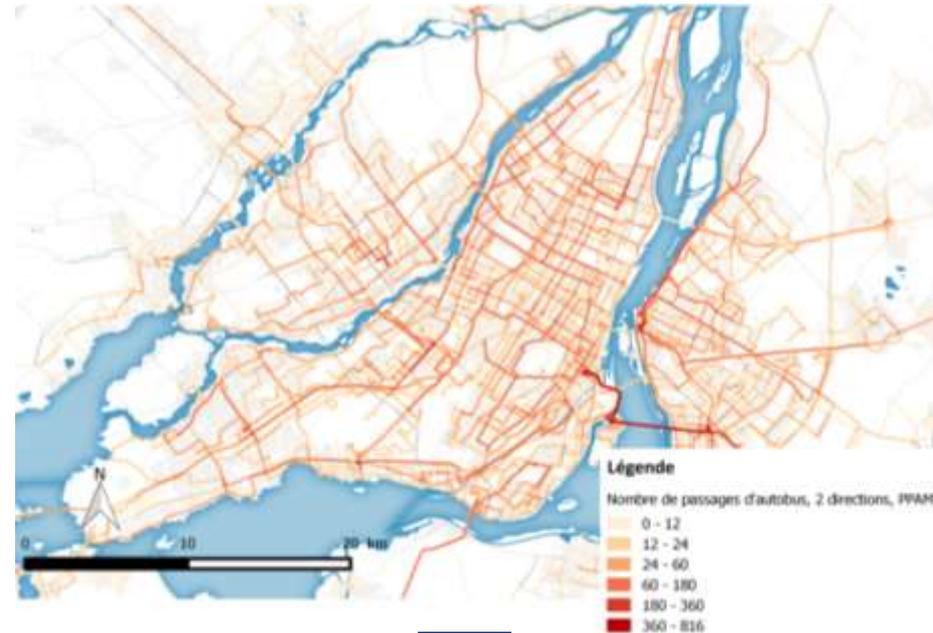


### Représentation à partir des lignes

- Chaque ligne est tracée sur la carte
- Coloration et épaisseur selon la fréquence de la ligne

**+** Permet d'obtenir facilement de l'information au niveau des lignes

**-** Permet difficilement de faire des analyses sur des axes (cumul de plusieurs lignes)



### Représentation à partir d'une grille

- Grille composée de cellule de 50m \* 50m
- Coloration selon la fréquence cumulée des passages

**+** Permet d'examiner les volumes globaux sur des corridors

**-** Ne permet pas d'analyser en détail une ligne

# DIFFÉRENTES EXPLOITATIONS DES GTFS (2/3)

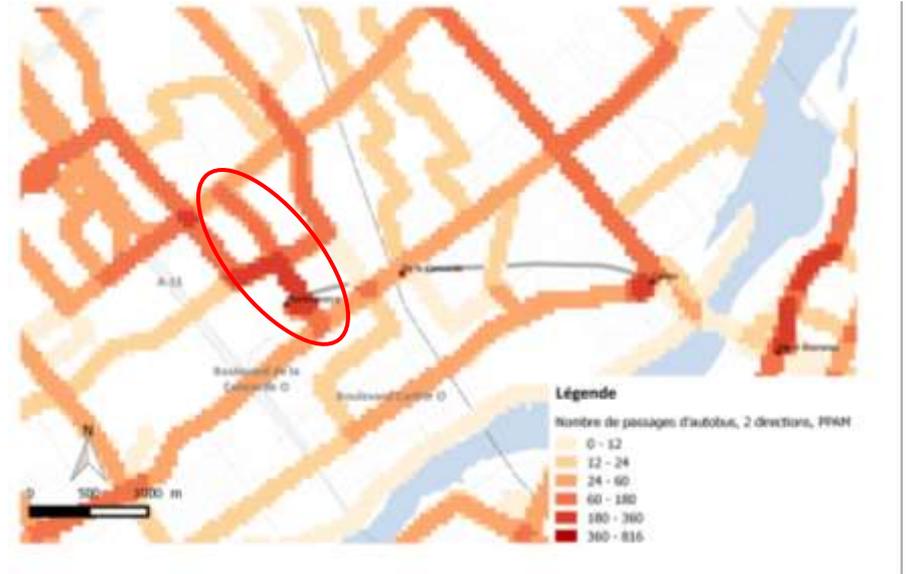
## ANALYSE DE L'OFFRE PAR TRONÇON POUR IMPLANTATION DE MPB



### Représentation à partir des lignes

- Lignes STL avec chacune entre 15 et 45 passages en PPAM (Période de Pointe AM)
- Le détail des lignes est disponible
- Aucune information sur le cumul des départs par axe

Outil pour analyser finement les corridors identifiés



### Représentation à partir d'une grille

- Nombre de départs total entre 60 et 180
- Chaque grille donne une valeur cumulée des passages
- Aucune information sur la répartition des départs entre les lignes

Outil pour déterminer les corridors avec le plus de passages

# DIFFÉRENTES EXPLOITATIONS DES GTFS (3/3)

## DIFFÉRENCES DANS LES BASES DE DONNÉES

### Base de données des lignes :

- Détail de chacune des lignes
- Total des passages par trajet associé à une ou plusieurs lignes

	AGENCY_ID	SHAPE_ID	AG_SHP_ID	PAM_150915	PPM_150915
18	CITCRC	2_3	CITCRC_2_3	0	2
19	CITCRC	20_2	CITCRC_20_2	0	0
20	CITCRC	3_1	CITCRC_3_1	0	1
21	CITCRC	3_2	CITCRC_3_2	5	0
22	CITCRC	3_3	CITCRC_3_3	0	2
23	CITCRC	300_1	CITCRC_300_1	2	1
	CITCRC	300_2	CITCRC_300_2	0	2

### Base de données de grille :

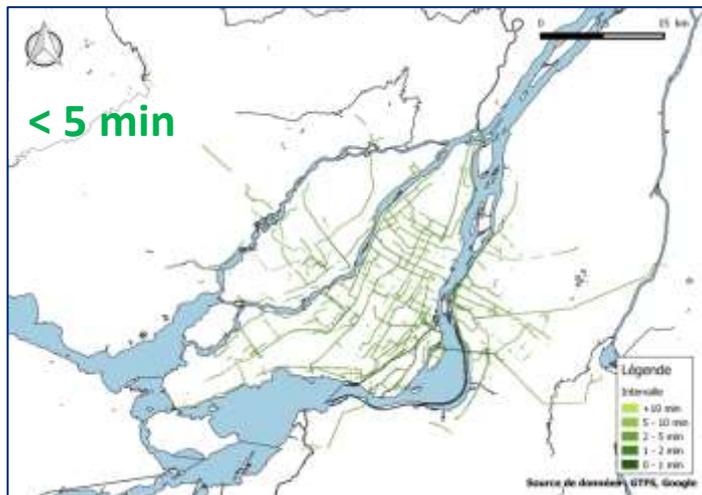
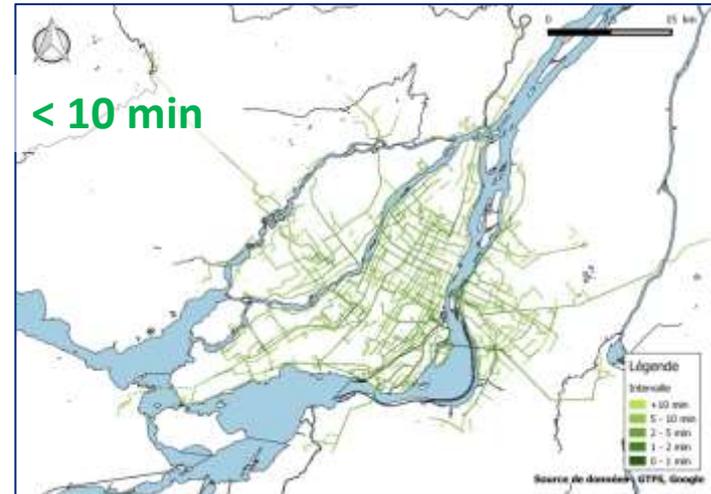
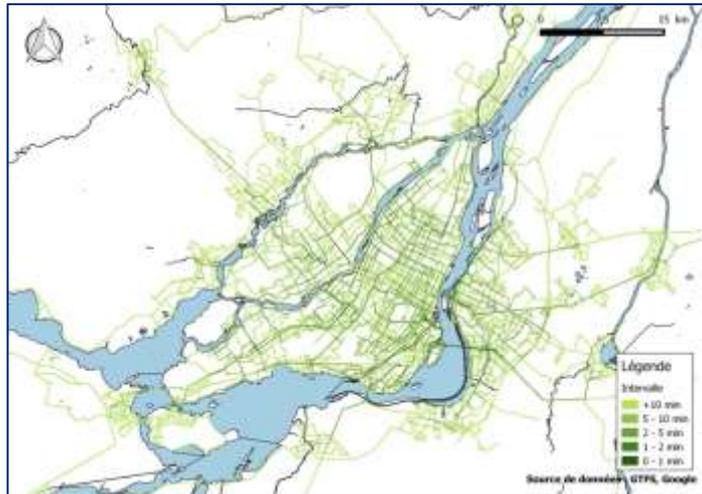
- champ du **nombre cumulé** de passages d'autobus
- Répartition entre les AOT

	omitsju	rtl	stl	stm	pam_150915
151114	0	0	3	55	58
151115	0	0	3	55	58
151116	0	0	3	64	67
151117	0	0	0	18	18
151118	0	0	0	41	41
151119	0	0	0	41	41
	0	0	0	41	41

L'exploitation des GTFS peut se moduler selon les besoins de planification

# CARACTÉRISATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE (1/4)

## ANALYSE DE L'OFFRE - INTERVALLE DE PASSAGE COMBINÉ (6H00-9H00)



Données du 27 janvier 2016

# CARACTÉRISATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE (2/4)

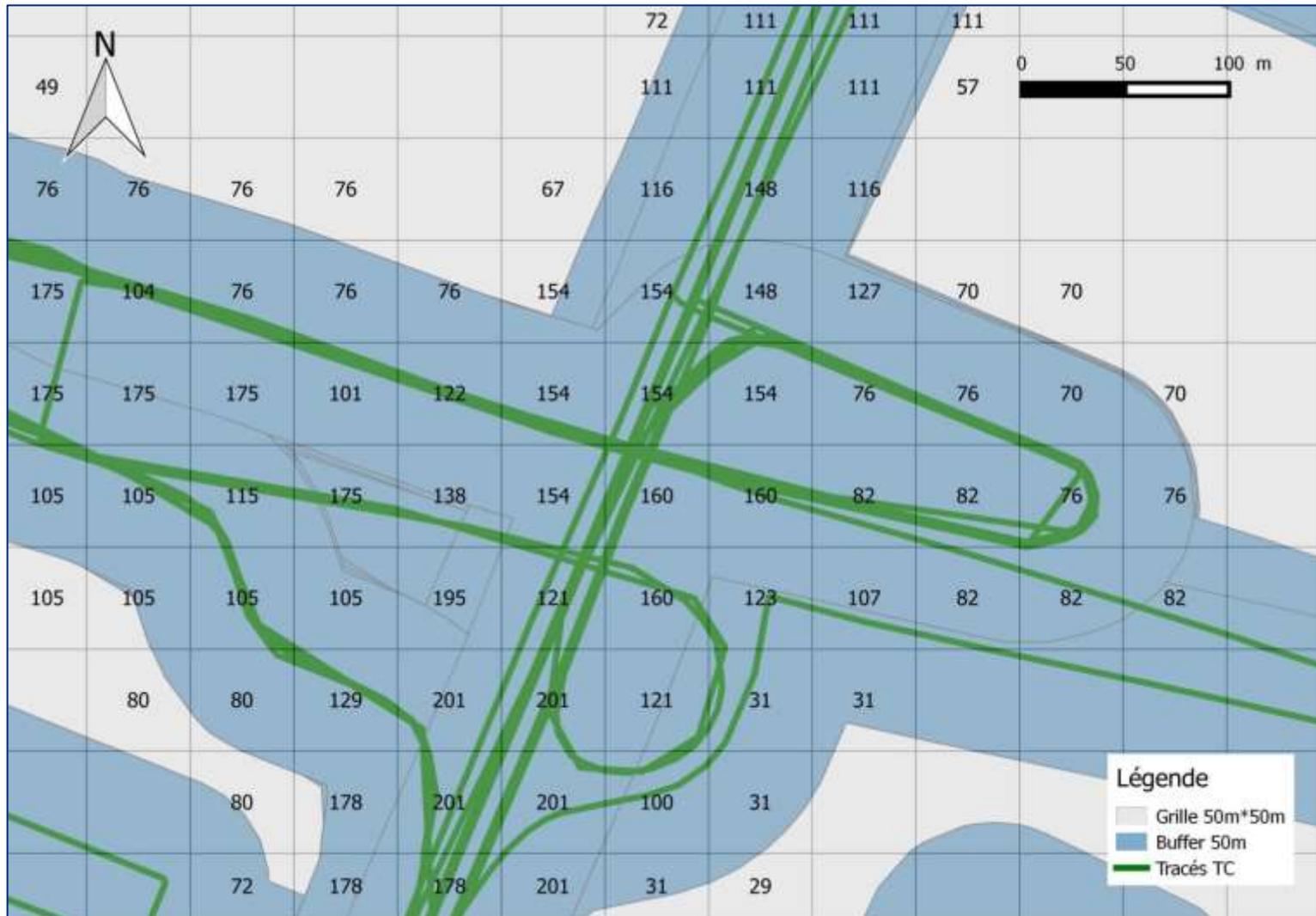
## VISUALISATION DES RÉSULTATS EN 3D

Fréquence de passage des bus (6h00-9h00) selon les données GTFS du 15 septembre 2015



# CARACTÉRISATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE (3/4)

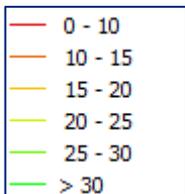
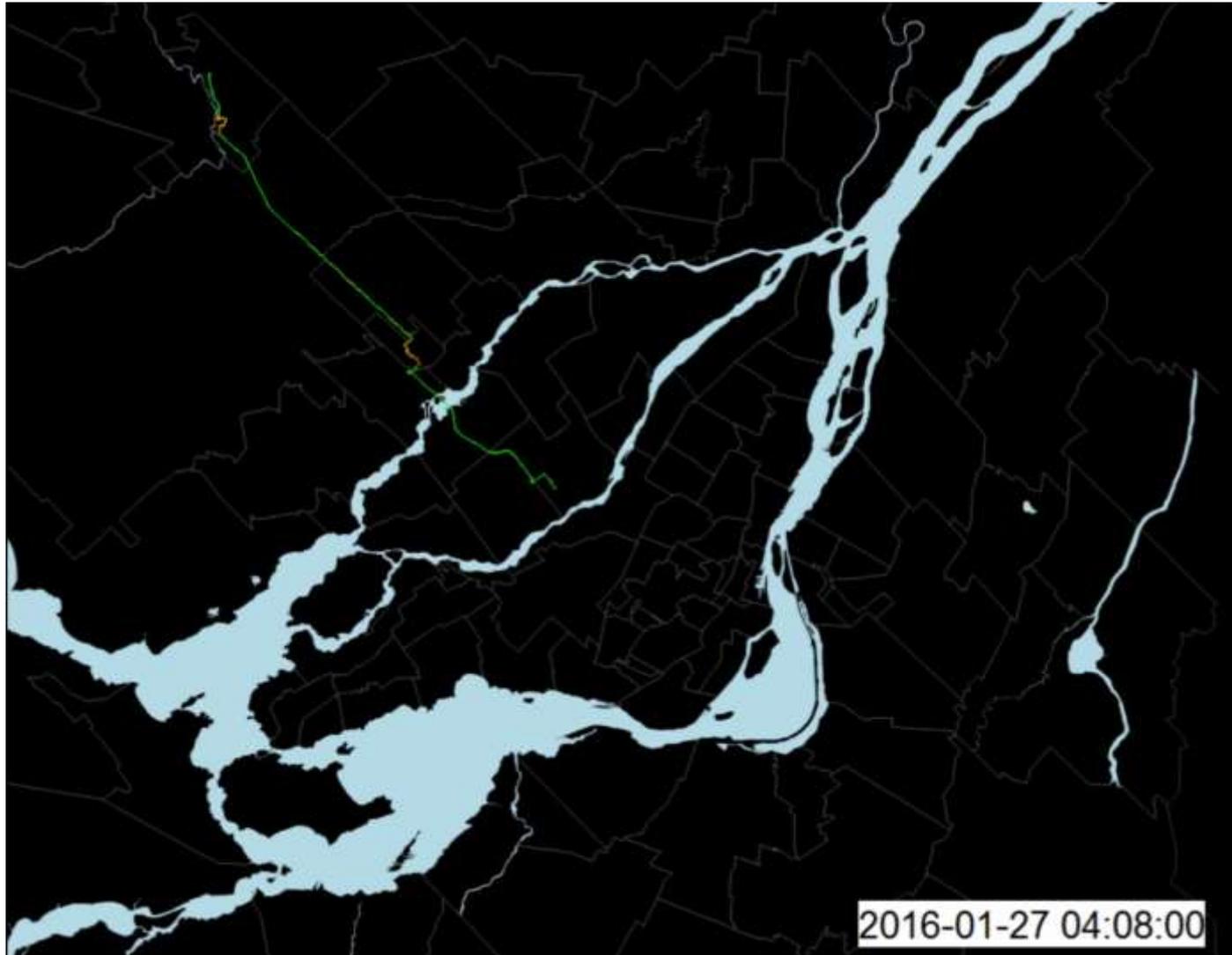
## ANALYSE SPATIALE DE L'OFFRE À L'ÉCHELLE FINE DES CELLULES



Données du 15 septembre 2015

# CARACTÉRISATION À L'ÉCHELLE RÉGIONALE (4/4)

## ANALYSE DYNAMIQUE DES VITESSES PAR TRONÇON DE LIGNE TC



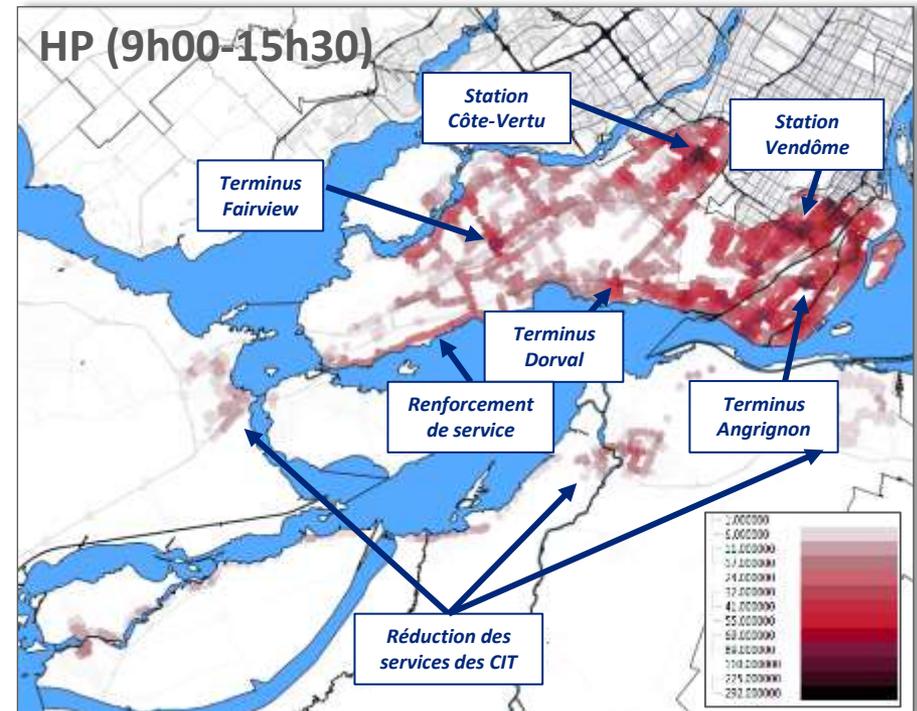
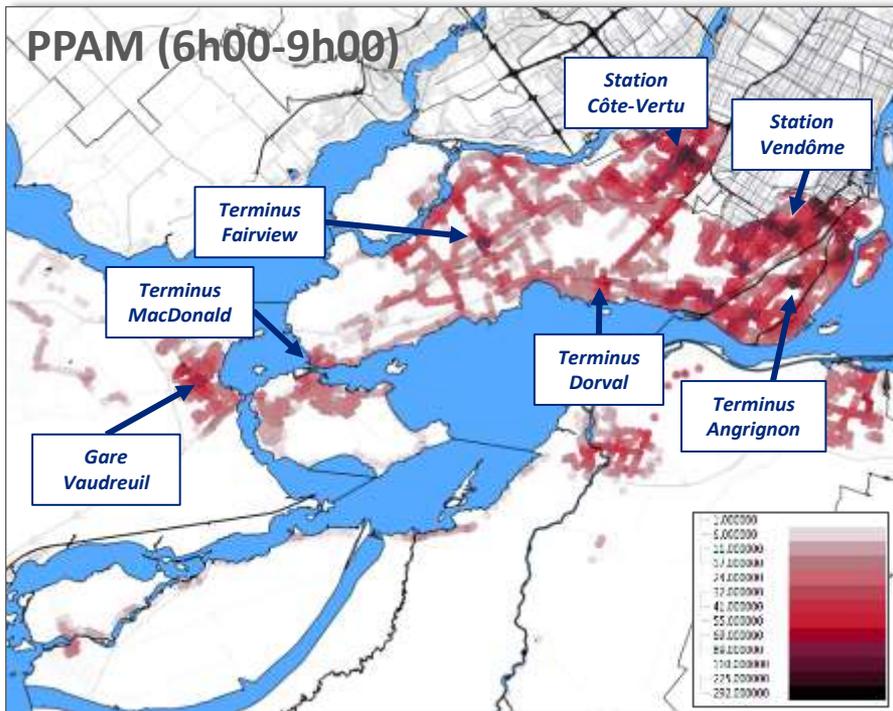
# **ANALYSE DES ÉQUIPEMENTS MÉTROPOLITAINS**

## **DESSERTE AUX TERMINUS ET AUX GARES**

# CARACTÉRISATION DE L'OFFRE RÉGIONALE

## INTENSITÉ DE L'OFFRE DE PASSAGE AUX ARRÊTS

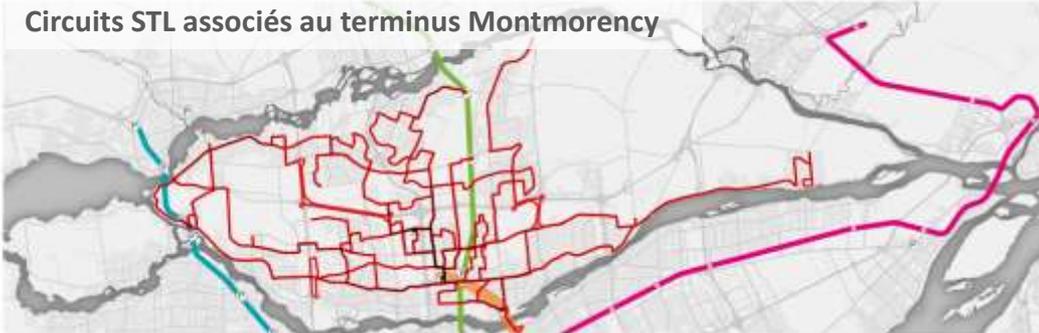
- Localisation des principaux équipements gares et terminus
- Visualisation des corridors de desserte
- Comparaison de l'offre pour différentes périodes de la journée



# ANALYSE DE L'OFFRE POUR DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS (1/3)

## IDENTIFICATION DES RÉSEAUX DE DESSERTE

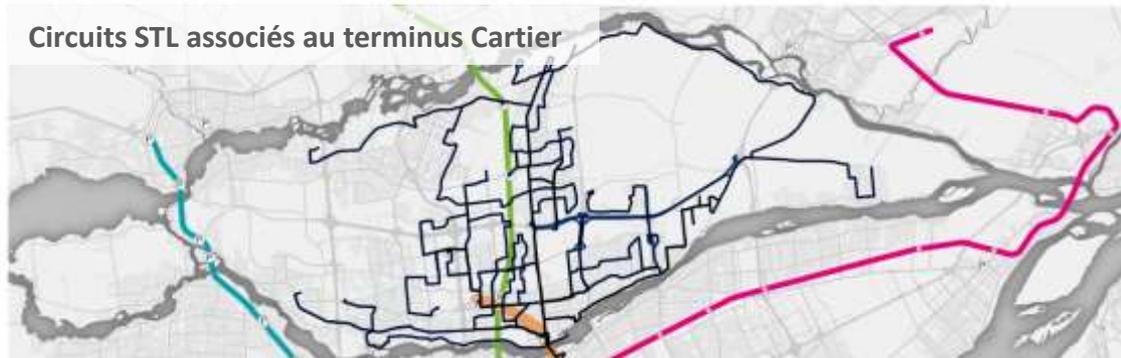
Circuits STL associés au terminus Montmorency



Circuits STL associés à la station intermodale De la Concorde

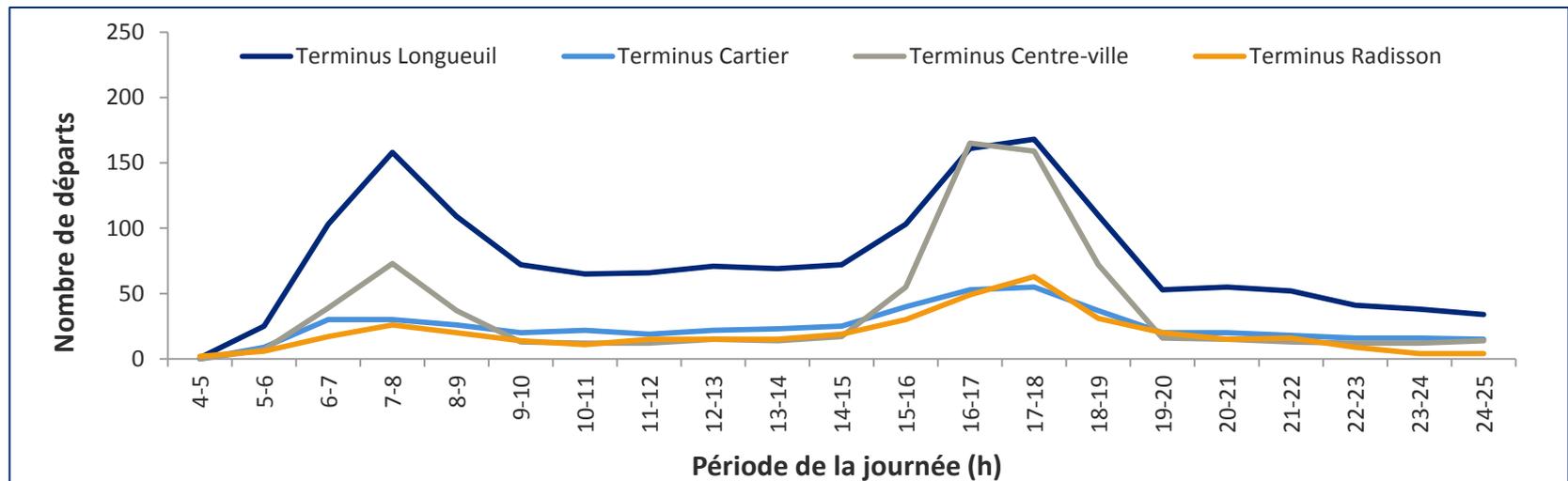
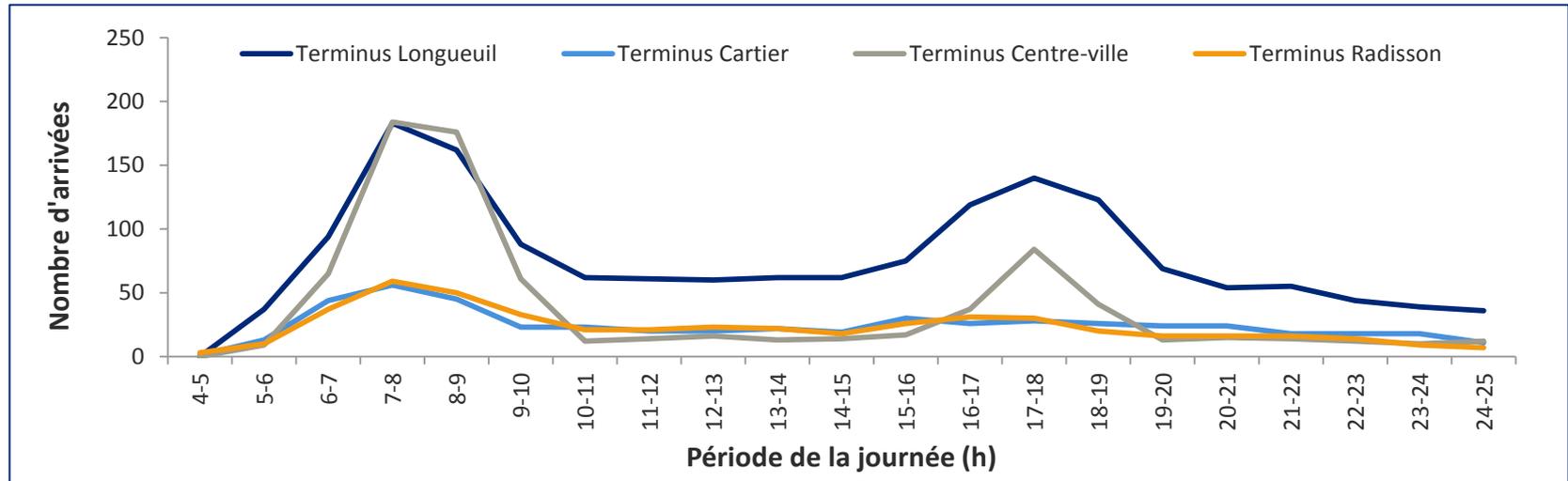


Circuits STL associés au terminus Cartier



# ANALYSE DE L'OFFRE POUR DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS (2/3)

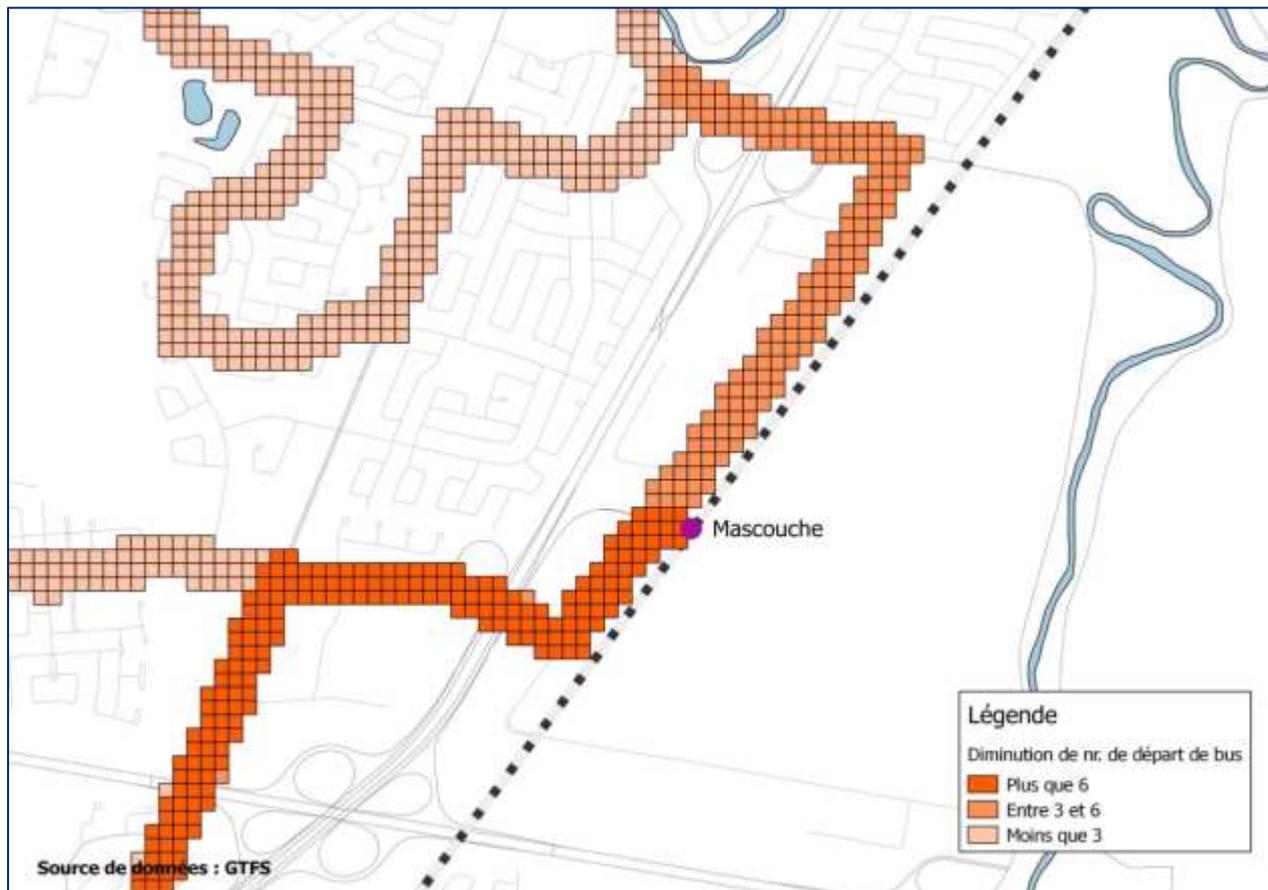
## DISTRIBUTION HORAIRE DES ARRIVÉES/DÉPARTS



# ANALYSE DE L'OFFRE POUR DIFFÉRENTS ÉQUIPEMENTS (3/3)

## ÉVOLUTION DE L'OFFRE DE RABATTEMENT AUX GARES DE TRAIN

Identification des axes de rabattement avec réduction de service entre septembre 2015 et janvier 2016.



# CONCLUSION

## Principaux constats :

- GTFS, source de données riche sur l'offre de TC planifiée
- Plusieurs pistes d'application pour les fins d'analyses régionales :
  - Outils de visualisation de l'offre TC
  - Caractérisation et évolution de l'offre TC à l'échelle régionale
  - Analyse des axes du RTMA (volumes de passage, vitesses, etc.)
  - Analyse des équipements métropolitains (desserte, distributions horaires, etc.)
- Les nouveaux outils développés pour systématiser les analyses :
  - facilitent les traitements
  - minimisent les risques d'erreurs
  - assurent une reproductibilité des résultats

## Limites :

- Précision des données
- Service planifié versus service rendu
- Données manquantes : bus scolaires, trajets haut-le-pied, etc.

# PERSPECTIVES

## **Structure et enrichissement des données :**

- Croisement avec d'autres sources de données :
  - Population – ex. recensement canadien
  - Demande et achalandage – ex. OD, comptages, validations
  - Données opérationnelles du service rendu - GPS, validations CAP, ...
- Calcul d'indicateurs complémentaires :
  - Émissions GES – pentes, types de véhicules, ...
  - Facteurs de congestions - temps PTE/HP, temps Google...

## **Amélioration des outils de codification des réseaux :**

- Élaboration d'un autre référentiel spatial fixe (ex. réseau routier métropolitain)
- Automatisation de génération de réseaux analytiques

# BIENVENUE



15-17 MAY

**MONTRÉAL 2017**

GLOBAL PUBLIC  
TRANSPORT SUMMIT

[www.uitpsummit.org](http://www.uitpsummit.org)

HÔTES LOCAUX





# BIENVENUE



15-17 MAY

**MONTRÉAL 2017**

GLOBAL PUBLIC  
TRANSPORT SUMMIT

[www.uitpsummit.org](http://www.uitpsummit.org)

HÔTES LOCAUX



# Merci !

Questions?

