

Quelle évolution pour l'autopartage en libre-service ?

54e Congrès de l'AQTr - Le transport en 4D : Diversité, Durabilité, Développement et Défis - Avril 2019

CIRRELT

**POLYTECHNIQUE
MONTREAL**

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE



Arame NIANG, étudiante M.Sc.A.

Pr Martin TRÉPANIÉ, ing., Ph.D.

Pr Jean-Marc FRAYRET, ing., Ph.D.

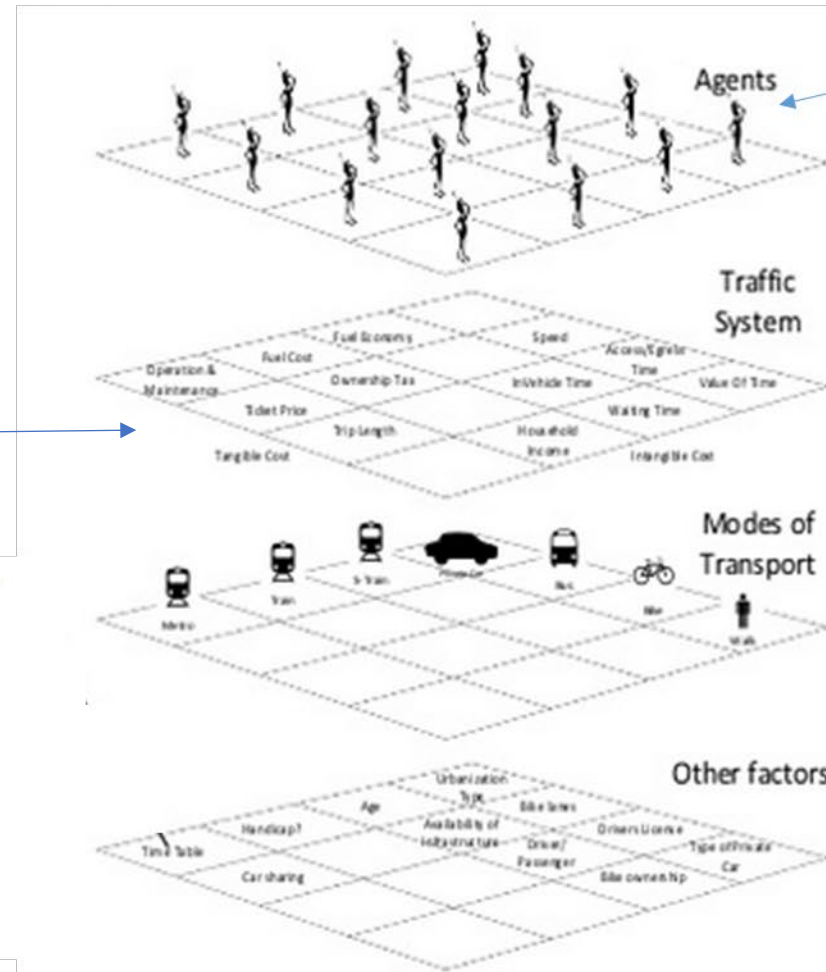
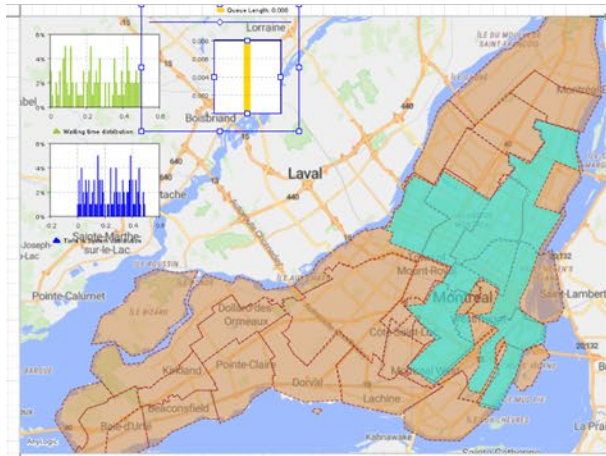


Introduction

Focus sur le transport urbain multimodal



Comment utiliser la simulation à base d'agent pour décrire/prévoir l'utilisation d'un réseau d'autopartage?



- Attributes
- Behavioral rules
- Decision making
- Memory

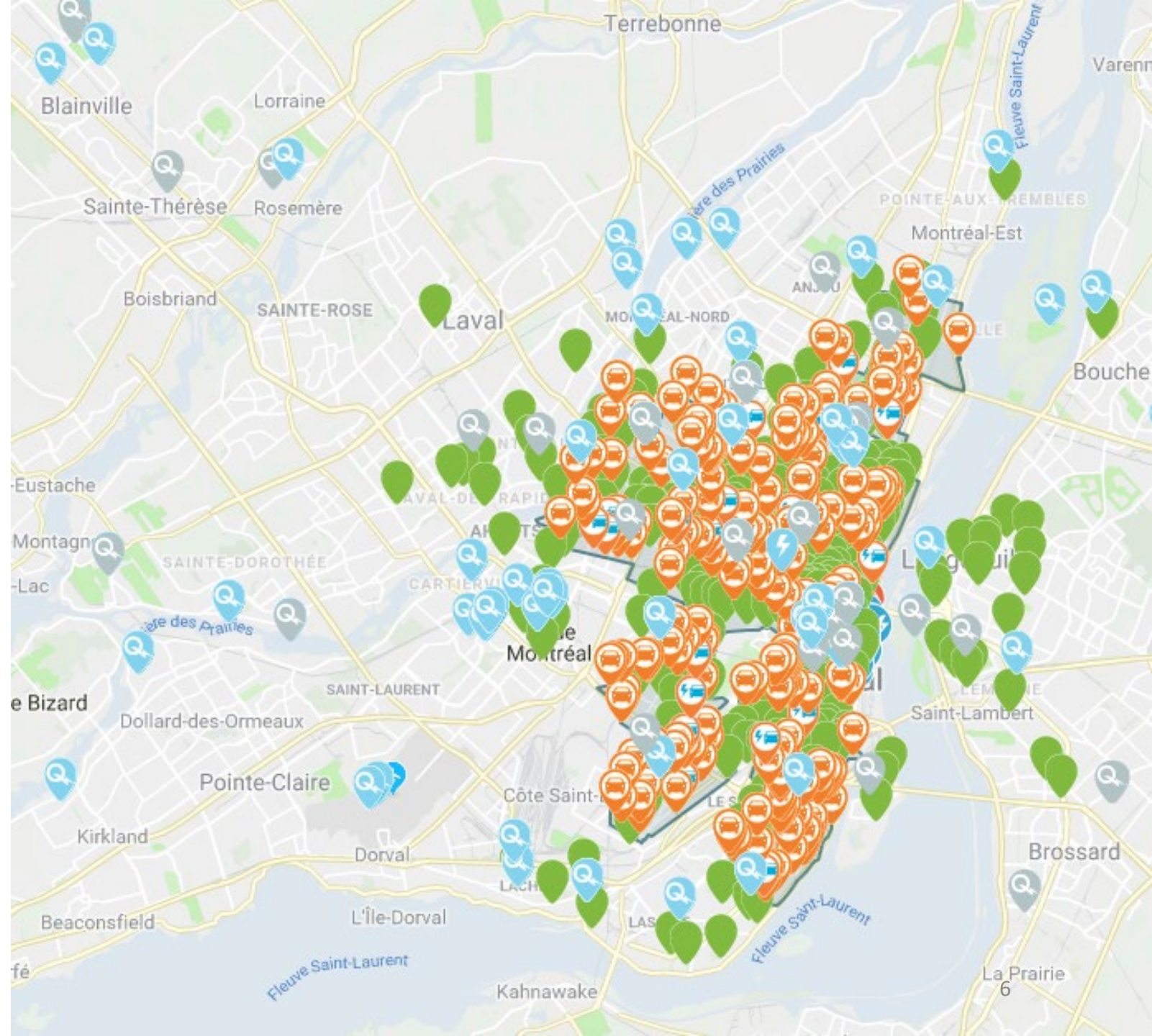
- Hybrid
- Electric



Cas d'étude

Communauto

- **Communauto** : Plus de 2000 véhicules intégrés dans deux offres de service différentes: service régulier avec réservation et le libre-service integral sans réservation (LSI)
- **Objectif général:** Développer un modèle multi-agent simulant les opérations sur le LSI
- **Objectifs spécifiques:**
 - Avoir une vision globale du réseau d'autopartage
 - Déterminer l'impact de la configuration de la zone de service sur le comportement des usagers



Caractéristiques du réseau LSI

- Réseau de plus de 600 véhicules hybrides et électriques répartis dans une zone libre-service
- Navigation libre dans la zone LSI: stationnement dans la rue (sauf payant)
- Pas de réservation, pas de retour à une station Communauto

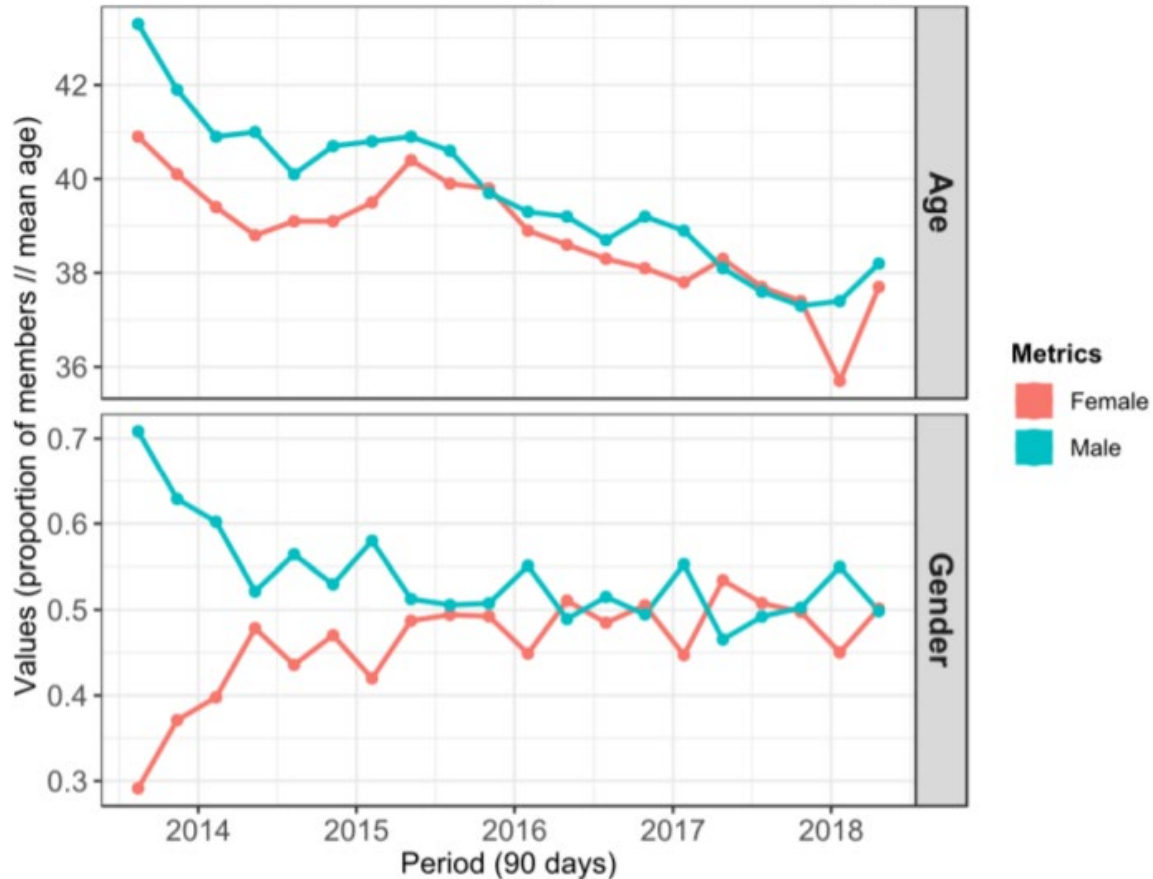


Déplacements du point A au point B Je libère ma voiture *Auto-mobile* où je veux quand je veux.

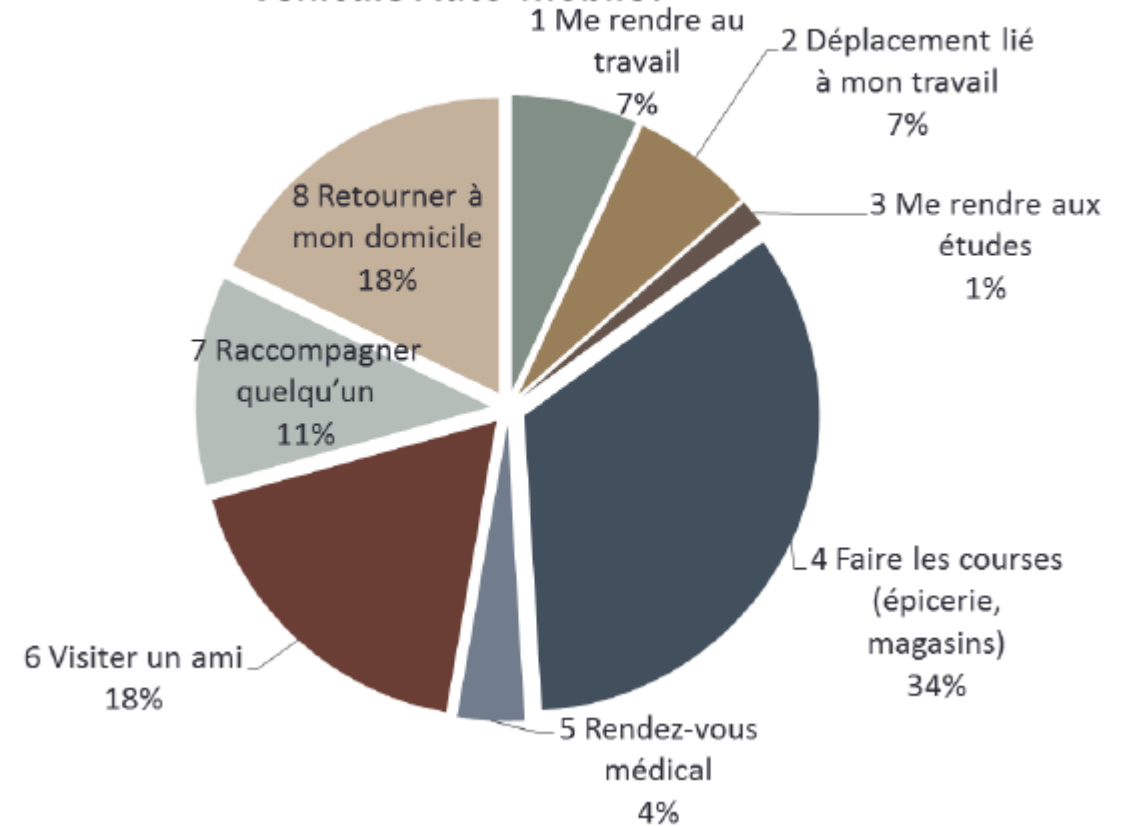
Caractéristiques du réseau LSI

Informations sur les usagers du service Automobile

Evolution of new free-floating members demographic



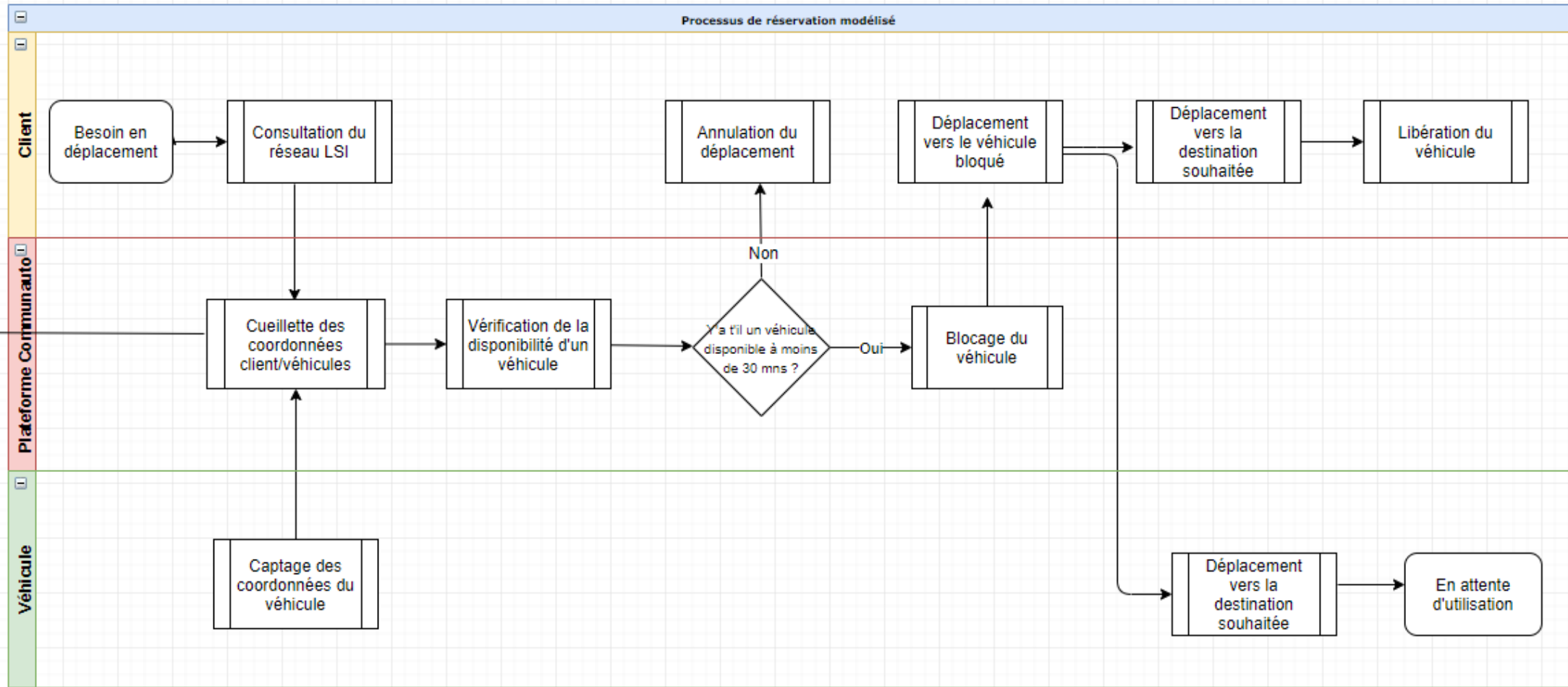
Quel est le motif de ce déplacement effectué avec le véhicule Auto-moblie?



A hand holds a smartphone displaying a map with several green location pins. A semi-transparent dark banner is overlaid across the middle of the image, containing the word 'Méthodologie' in white, bold, sans-serif font. The background is a blurred street scene with a person on a bicycle and a white car. The map on the phone shows a network of streets and several green location pins, some of which are connected by lines, suggesting a data visualization or a specific route. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on technology and urban mobility.

Méthodologie

Frontières du système



Approche de modélisation

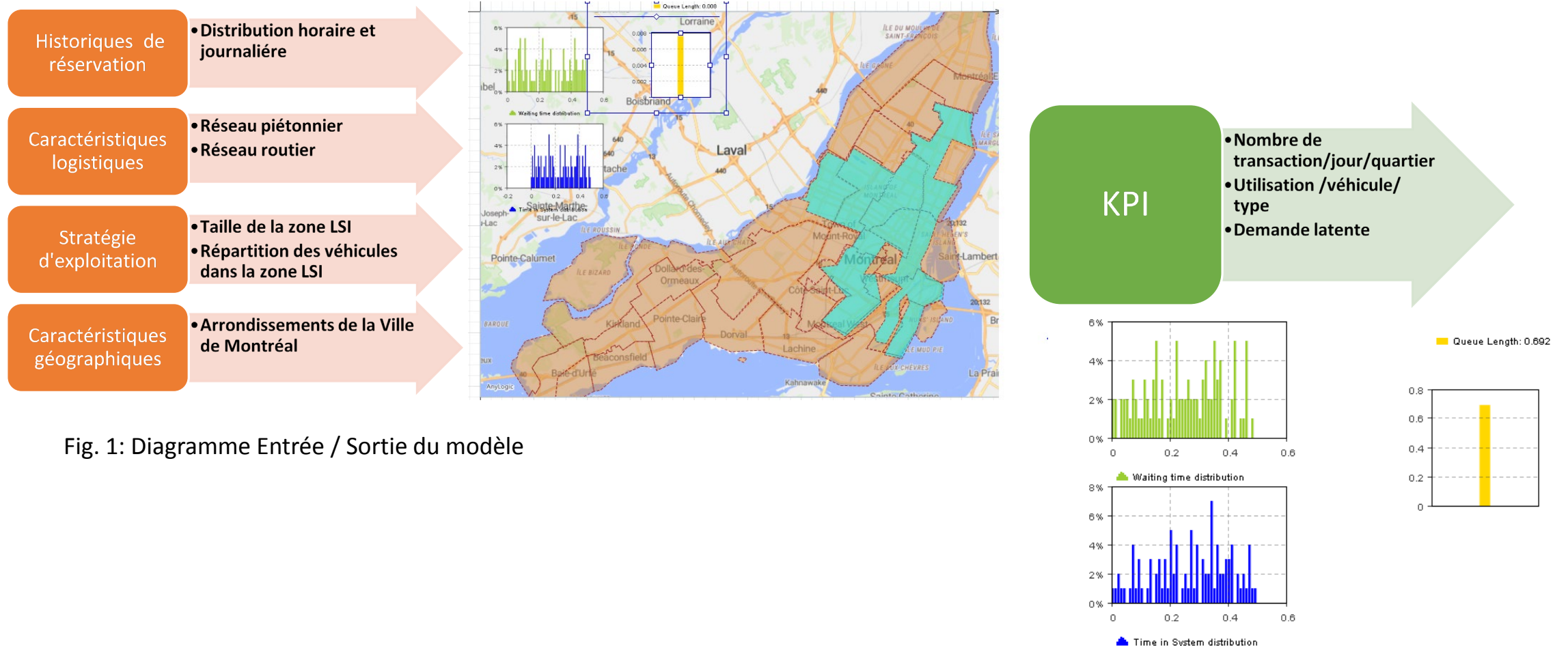


Fig. 1: Diagramme Entrée / Sortie du modèle



Premiers résultats

Scénario de base

Diagramme d'état de l'agent *Client*.

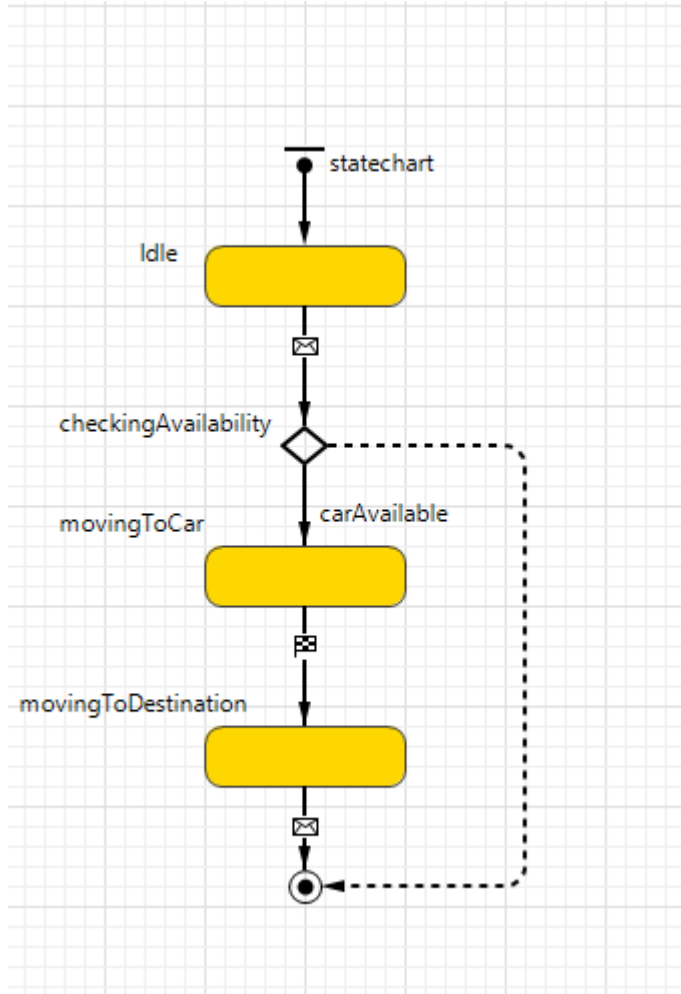
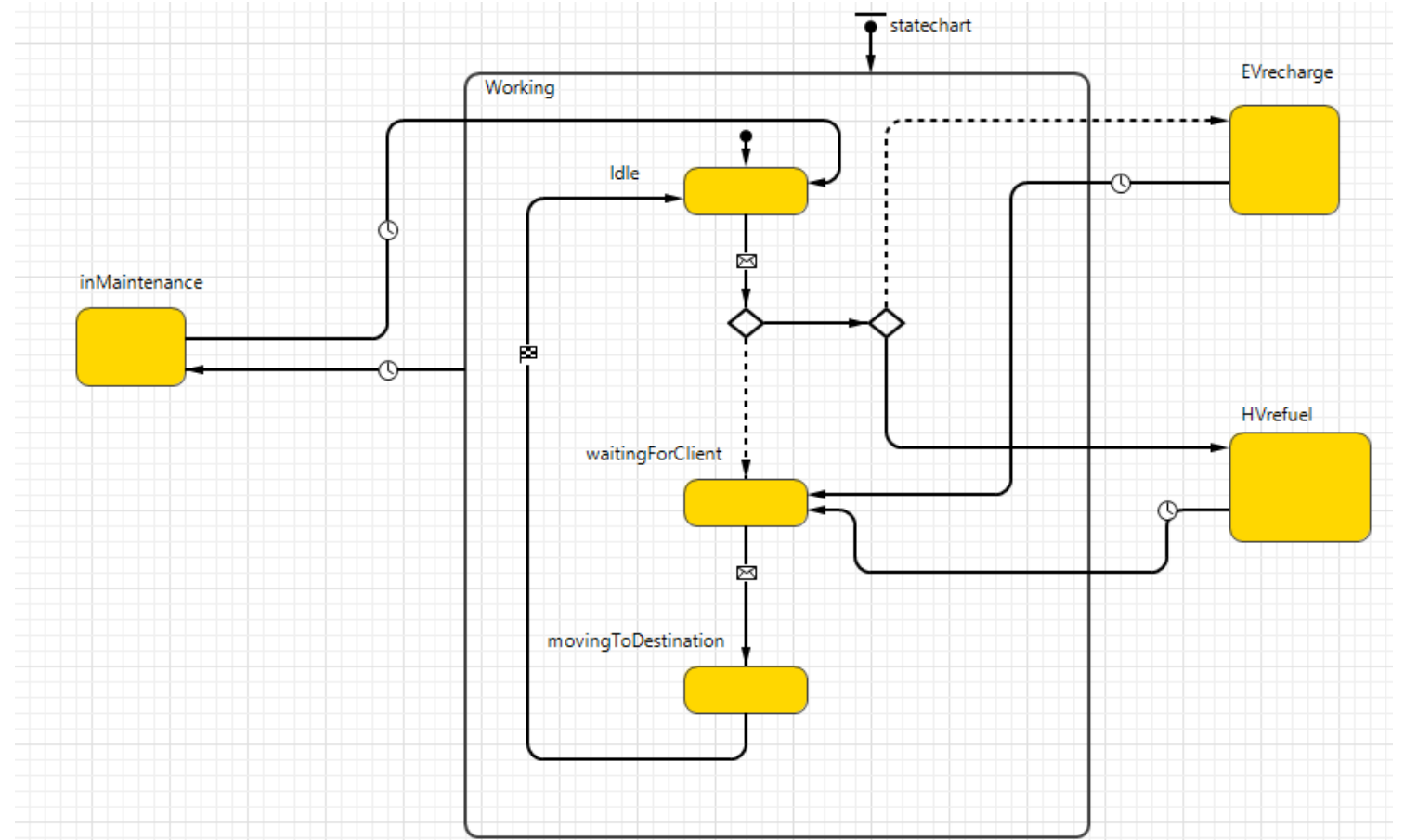


Diagramme d'état de l'agent *Véhicule*:



Scénario de base

Limitations:

- One-way trip : on ne considère pas les allers-retours
- **Aucun arrêt hors de la zone LSI n'est tolérée**
- La congestion sur le réseau routier n'est pas simulée
- Il n'y a pas de restriction sur le stationnement sur rue

Hypothèses générales :

- 660 véhicules sont répartis dans la zone LSI, dont 86% sont des hybrides.
- Le choix des O/D est fonction de la densité démographique ainsi que des historiques de réservation



Scénario de base: quelques métriques

Origine	Destination											
	AJ	CN	LR	MH	OM	PM	RO	SO	VD	VM	VS	
AC	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
AJ	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
CL	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
CN	0,000%	4,155%	0,000%	0,431%	0,157%	1,490%	0,745%	0,627%	0,274%	0,157%	0,470%	
HS	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
LS	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
ME	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
MH	0,000%	0,235%	0,000%	5,018%	0,039%	3,842%	3,058%	0,314%	0,039%	0,823%	1,490%	
MR	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,039%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
OM	0,000%	0,157%	0,000%	0,118%	0,274%	0,078%	0,196%	0,078%	0,039%	0,000%	0,118%	
PM	0,039%	2,862%	0,000%	2,705%	0,627%	10,192%	8,232%	1,921%	0,510%	0,549%	4,469%	
RO	0,000%	0,666%	0,000%	3,293%	0,196%	6,350%	5,135%	1,176%	0,157%	0,823%	1,960%	
SO	0,000%	1,372%	0,000%	0,353%	0,000%	1,254%	0,823%	1,176%	0,745%	0,039%	0,510%	
VD	0,000%	0,353%	0,000%	0,157%	0,000%	0,431%	0,235%	0,431%	0,823%	0,000%	0,118%	
VM	0,000%	0,392%	0,000%	0,314%	0,118%	0,823%	0,274%	0,235%	0,118%	0,118%	0,274%	
VS	0,000%	0,588%	0,039%	1,254%	0,078%	2,979%	2,117%	1,294%	0,470%	1,019%	2,352%	
WM	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
Total	0,039%	10,780%	0,039%	13,642%	1,529%	27,440%	20,815%	7,252%	3,175%	3,528%	11,760%	

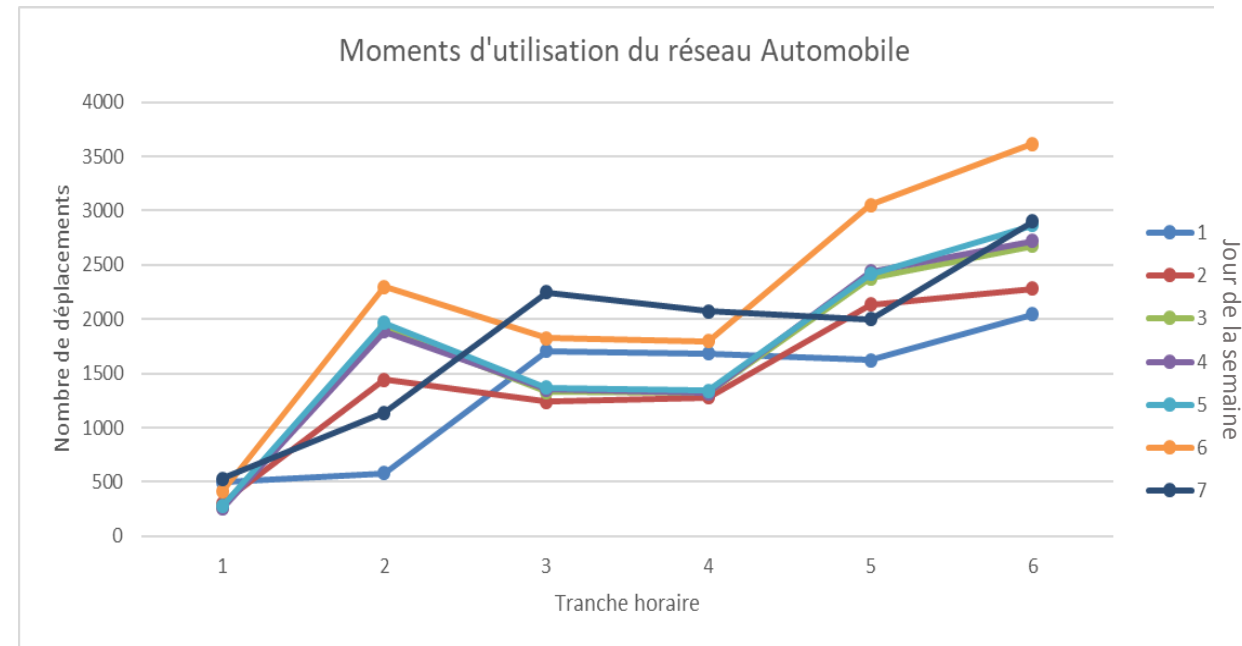


Fig.1: Carte de chaleur de la répartition des transactions selon l'arrondissement de départ/d'arrivée

Tranche horaire	Id
< 6:00 AM	1
6 :00 AM-9 :00 AM	2
9 :00 AM-12 :00 AM	3
12 :00 PM-3 :00 PM	4
3 :00 PM-6 :00 PM	5
<6 :00 PM	6

Fig.2: Nombre de transactions journalières selon la tranche horaire et le jour de la semaine

Scénario 2

Limitations:

- One-way trip : on ne considère pas les allers-retours ni les arrêts
- On tolère les fins de déplacements hors de la zone LSI
- La congestion sur le réseau routier n'est pas simulée
- Il n'y a pas de restriction sur le stationnement sur rue

Hypothèses générales :

- 660 véhicules sont répartis dans la zone LSI dont 86% sont des hybrides.
- Le choix du O/D est fonction de la densité démographique ainsi que des historiques de réservation



Scénario 2

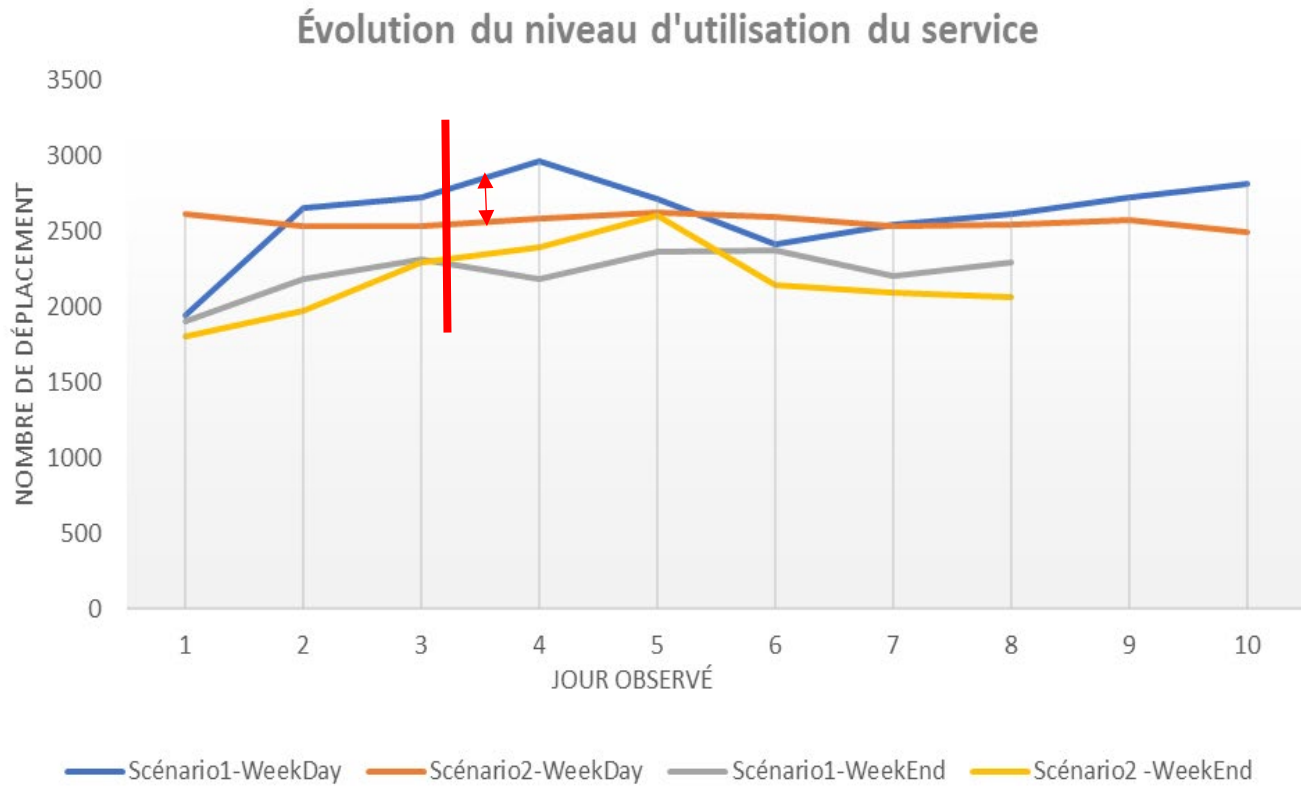


Fig.3: Graphe de comparaison du niveau d'utilisation du service selon le scénario étudié

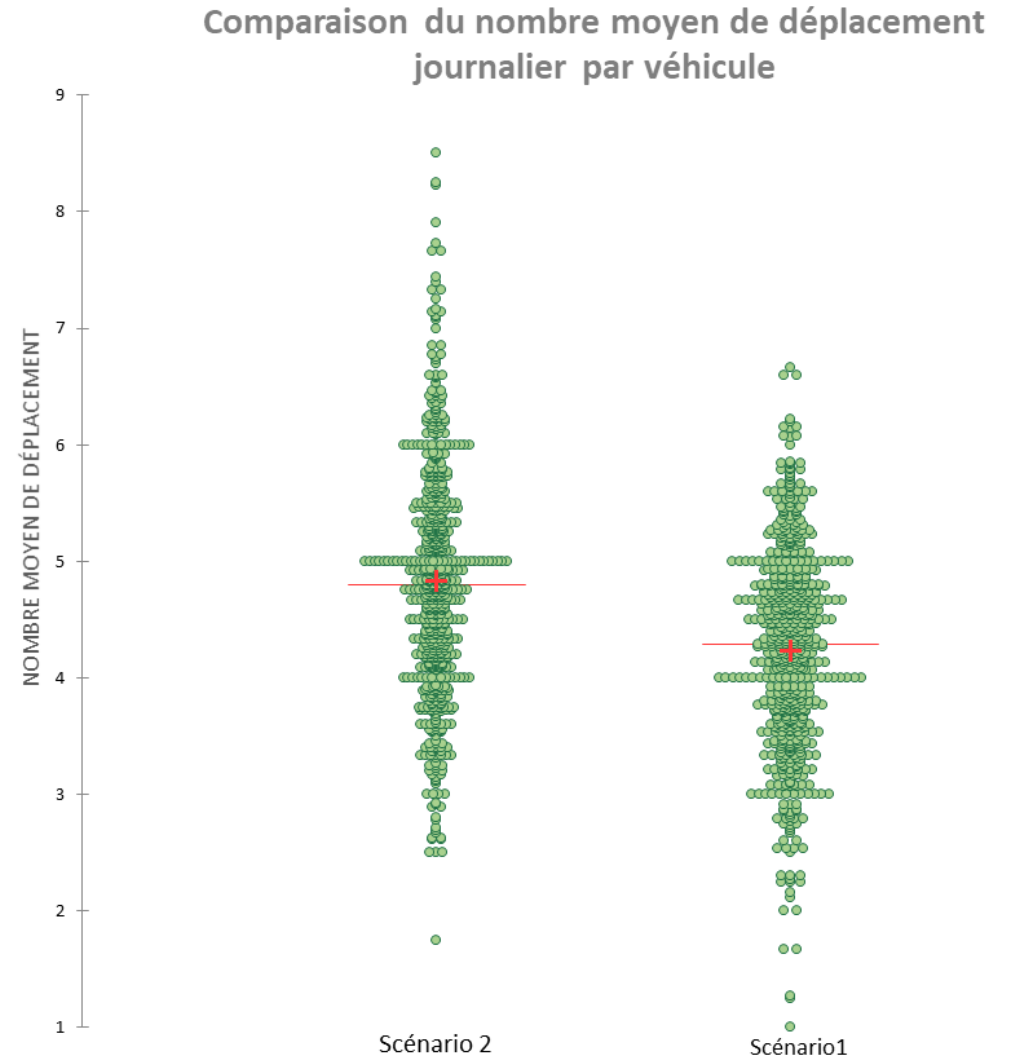
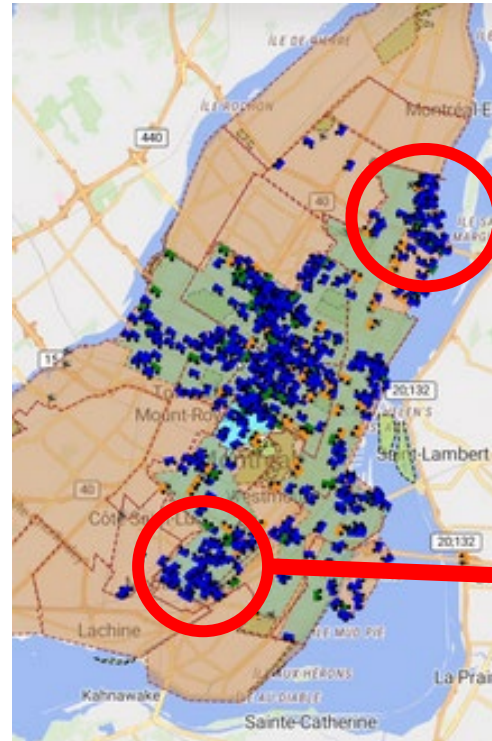


Fig.4: Diagramme de dispersion de l'utilisation journalière moyenne d'un véhicule

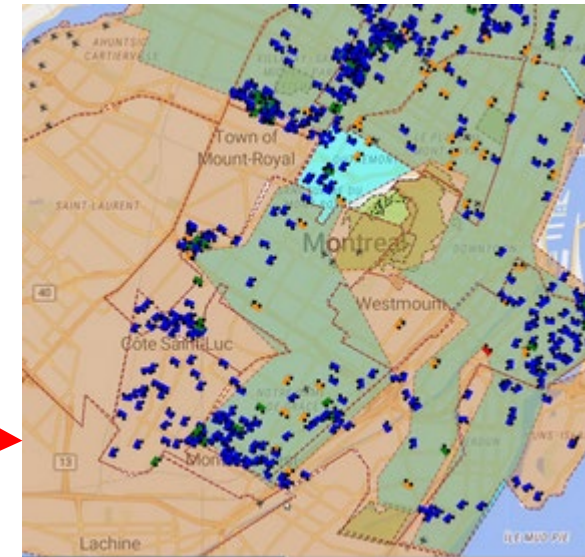
Scénario 2: Notion d'accessibilité



Lundi 00:00:00
Jour 1



Mercredi 16:18:00
Jour 3

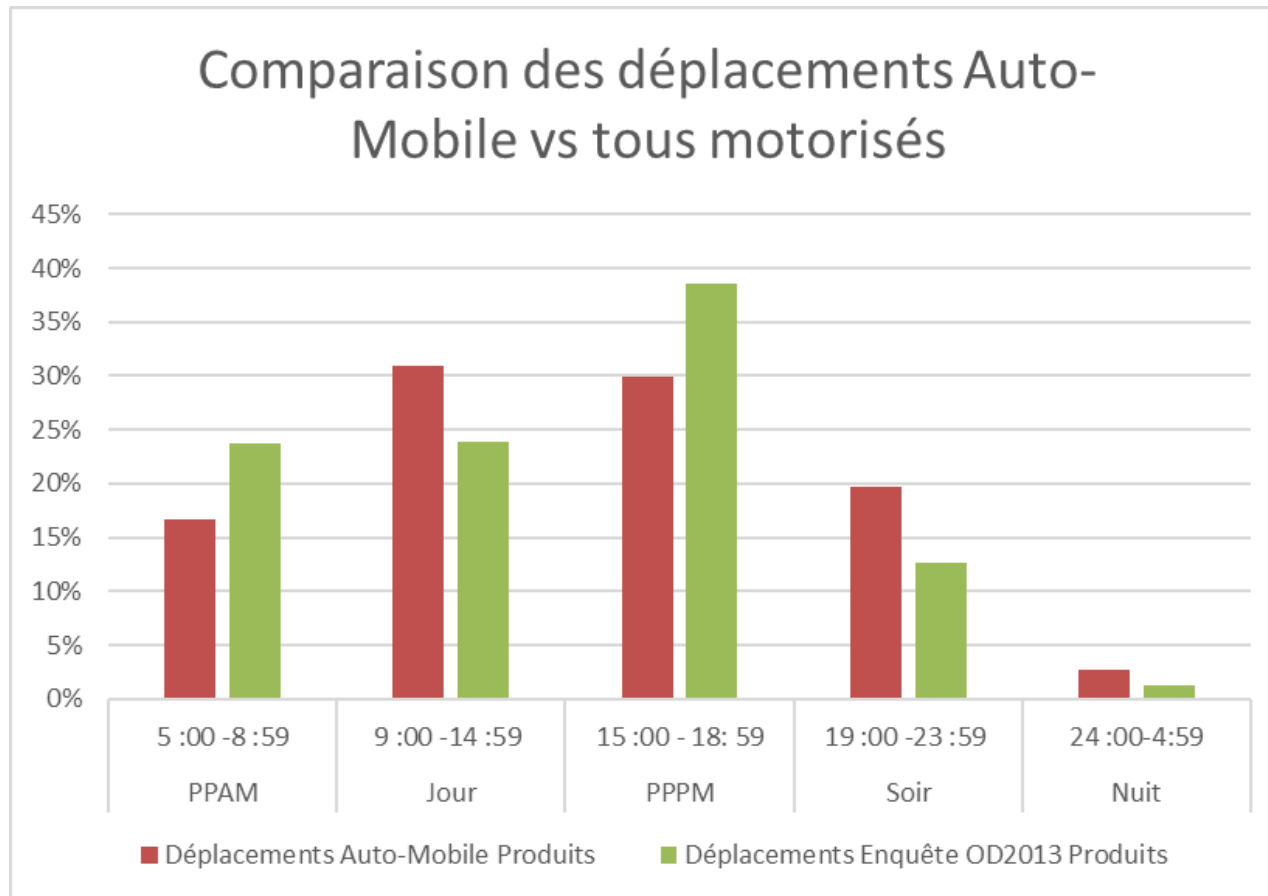


↑ Besoin en relocalisation **OU** Zone d'extension potentielle

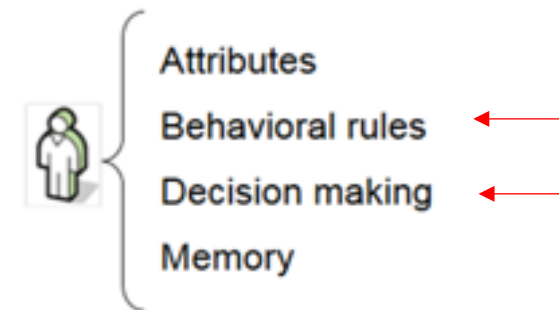


Perspectives

Simulation multi-agent en transport



- Meilleure description des agents = meilleure description du système
- Nécessité de capter les comportements des usagers pour prévoir l'utilisation des réseaux de transport
- Enquêtes O/D et sondages favorisant la fiabilité des agents modélisés



Véhicules autonomes

- Définition dans le Code de la sécurité routière (CSR):

« **véhicule autonome** »: Un véhicule routier équipé d'un système de conduite autonome qui a la capacité de conduire un véhicule conformément au niveau d'automatisation de conduite 3, 4 ou 5 de la norme J3016 de la SAE International;

(Projet de loi no 165, Gouvernement QC)

- Prérequis à la modélisation multi-agent d'un système d'autopartage de véhicules autonomes :

Caractéristiques socio-démographiques

- Sondage sur les habitudes de déplacement
- Recensement

Caractéristiques géographiques

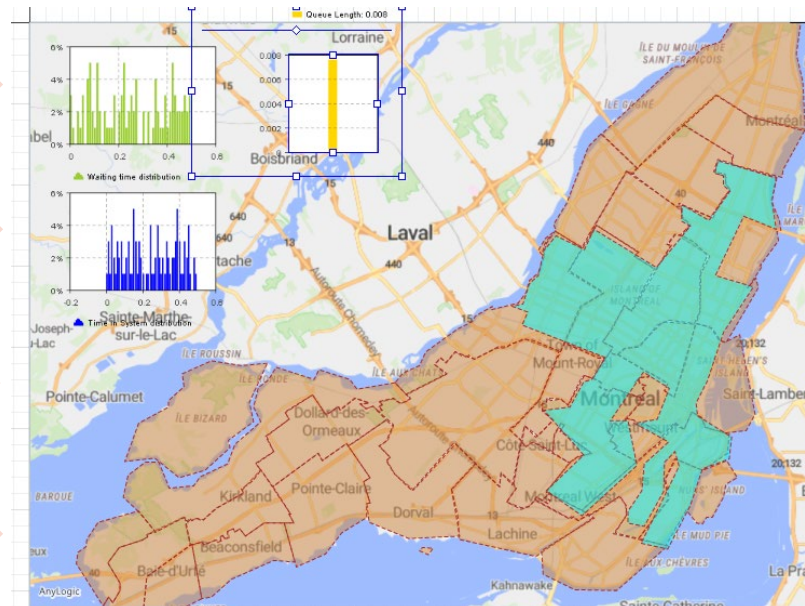
- Plan d'aménagement du territoire

Stratégie d'exploitation de l'opérateur

- Processus de réservation
- Positionnement de la flotte

Caractéristiques logistiques

- Réseau de transport public
- Réseau routier

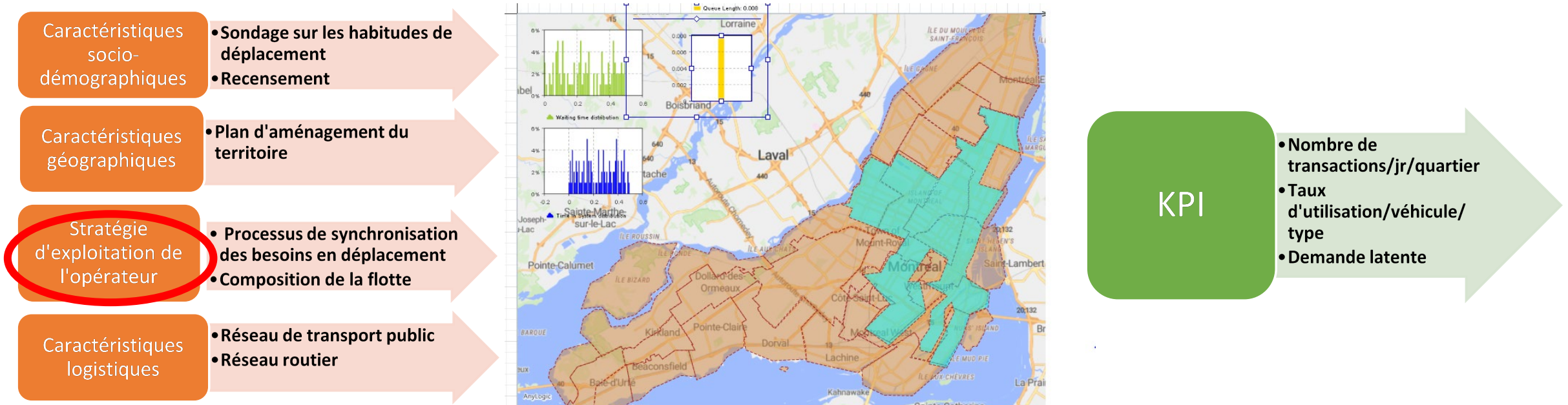


KPI

- Nombre de transactions/jr/quartier
- Taux d'utilisation/véhicule/type
- Demande latente

Covoiturage

- **14,8 millions** de places disponibles chaque jour dans les voitures circulant dans la région de Montréal (Enquête O/D 2013)
- **14,2 %** de travailleurs faisant du covoiturage dans la région de Montréal (Enquête nationale auprès des ménages, 2011)





Conclusion



Conclusions

- L'autopartage en LSI a réussi son intégration dans les grandes agglomérations bénéficiant d'un réseau de transport vaste
- La flexibilité du service entraîne cependant des problèmes logistiques complexes pouvant être retracés à l'aide de la simulation multi-agent
- La mesure de l'impact de la diversification de l'offre de service Auto-Mobile nécessiterait une caractérisation poussée des utilisateurs et de leurs activités sur le territoire



Questions