

COMPRENDRE LES FACTEURS D'INFLUENCE DE LA MOTORISATION DANS LE GRAND MONTRÉAL : UNE ANALYSE PAR MODÉLISATION SPATIALE

Jérôme Laviolette, candidat au doctorat

Codirection : Catherine Morency & Owen Waygood

Avec la collaboration du Pr Kostas Goulias

SYMPOSIUM ANNUEL DE LA CTT
23-24 SEPTEMBRE 2020



Chaire en
Transformation du
Transport



POLYTECHNIQUE
MONTREAL

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE



CIRRELT

Fonds de recherche
Nature et
technologies

Québec 

Le projet est réalisé en collaboration avec le
GeoTrans Lab de l'Université de Californie à
Santa Barbara (UCSB).

UC SANTA BARBARA

PROJET DOCTORAL : COMPRENDRE LES DÉPENDANCES À L'AUTOMOBILE

Volet 1

Facteurs d'influence de la motorisation

1. Modélisation spatiale de la possession automobile
2. Accessibilité aux opportunités, au transport collectif et à l'autopartage : quelle distance influence la motorisation ?
3. Analyse de l'évolution de la motorisation à Montréal de 2006 à 2016

Sujet
d'aujourd'hui

Volet 2

Caractérisation des dépendances à l'automobile

1. Développement d'une typologie de « captivité » à l'automobile
2. Mesurer l'influence des facteurs psychologiques dans les choix de mobilité et de possession automobile

POURQUOI S'INTÉRESSER À LA MOTORISATION DES MÉNAGES ?

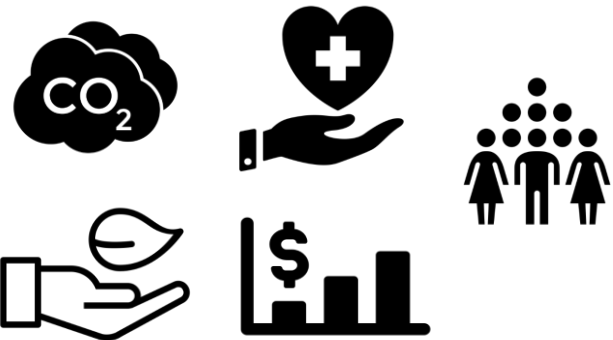


Au coeur du système
d'automobilité

Impacts sur les
comportements de mobilité
et autres décisions

Compétition pour espaces
urbains limités

Externalités négatives



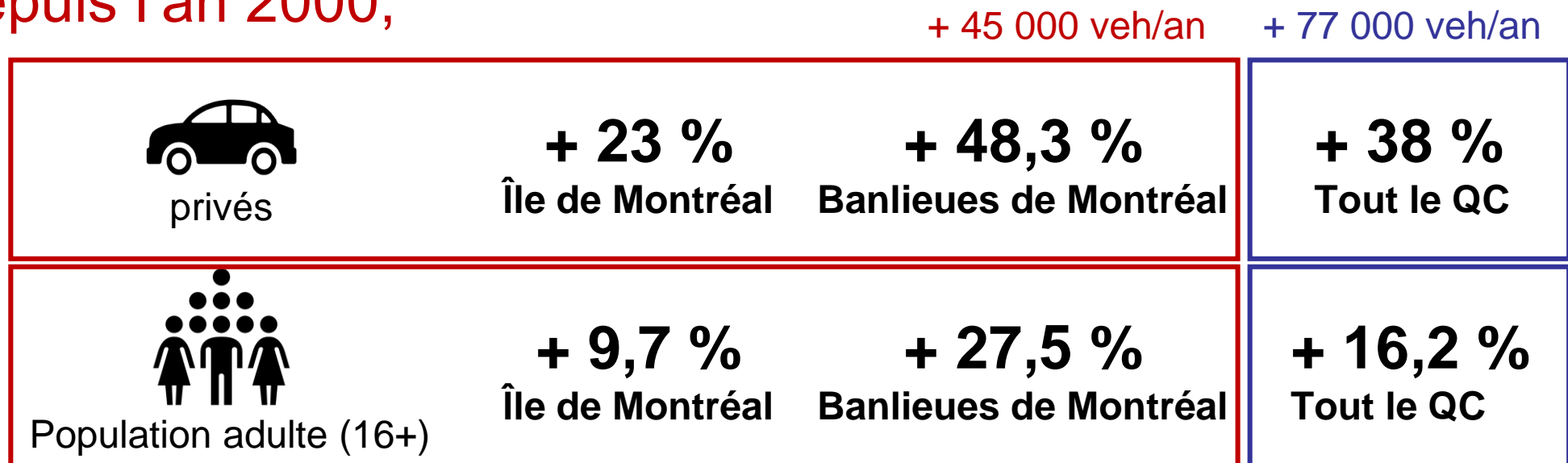
- Activités :
 - Fréquence
 - Durée
 - Localisation
- Déplacements :
 - Choix modal
 - Nb et distance
- Attitudes
- Choix de localisation résidentielle



ÉVOLUTION DE LA MOTORISATION : TENDANCES INQUIÉTANTES

FAITS SAILLANTS

Depuis l'an 2000,

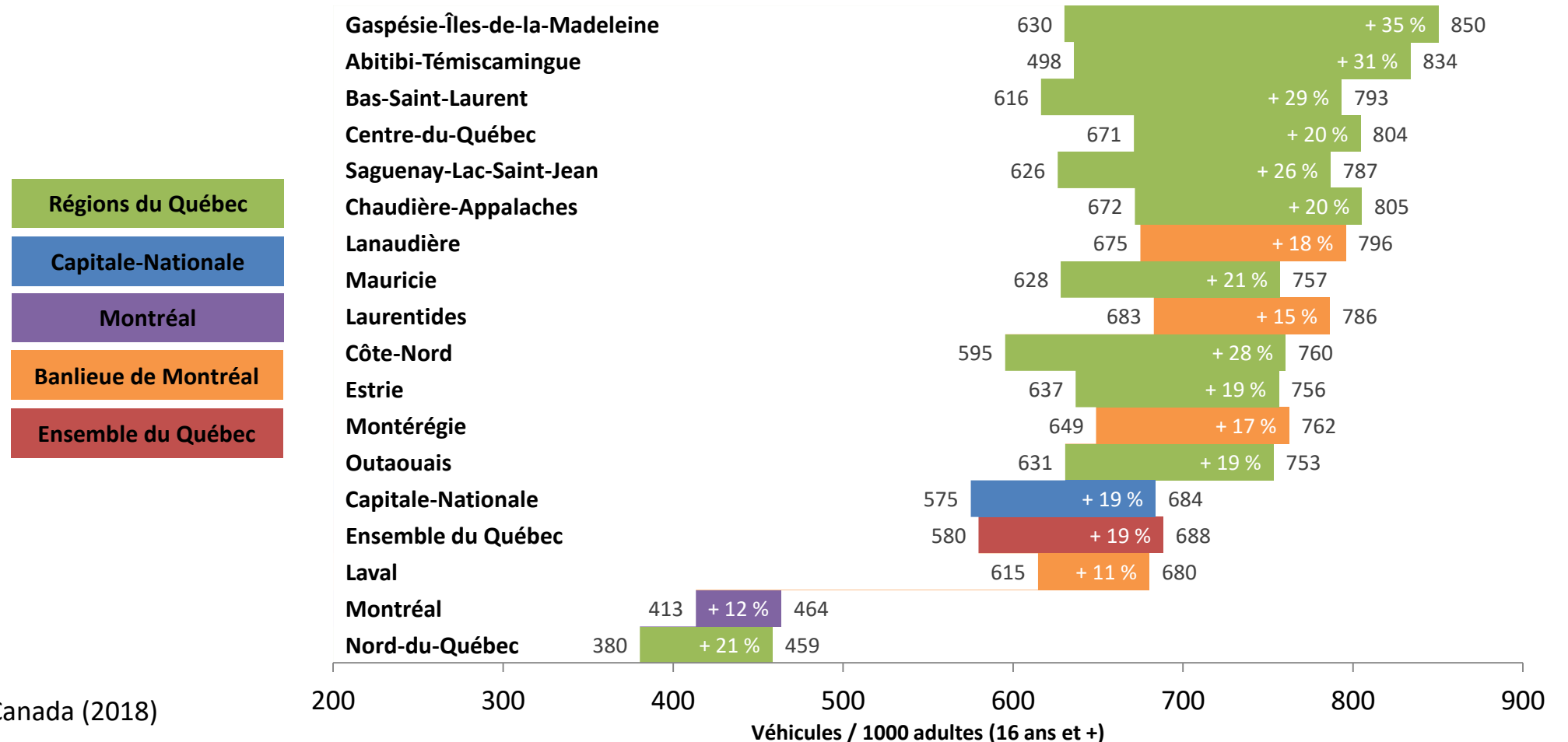


Source des données :
SAAQ (2018) et Statistique Canada (2018)

ÉVOLUTION DE LA MOTORISATION : TENDANCES INQUIÉTANTES

TAUX DE MOTORISATION – VÉH / 1000 ADULTES

2000  2017

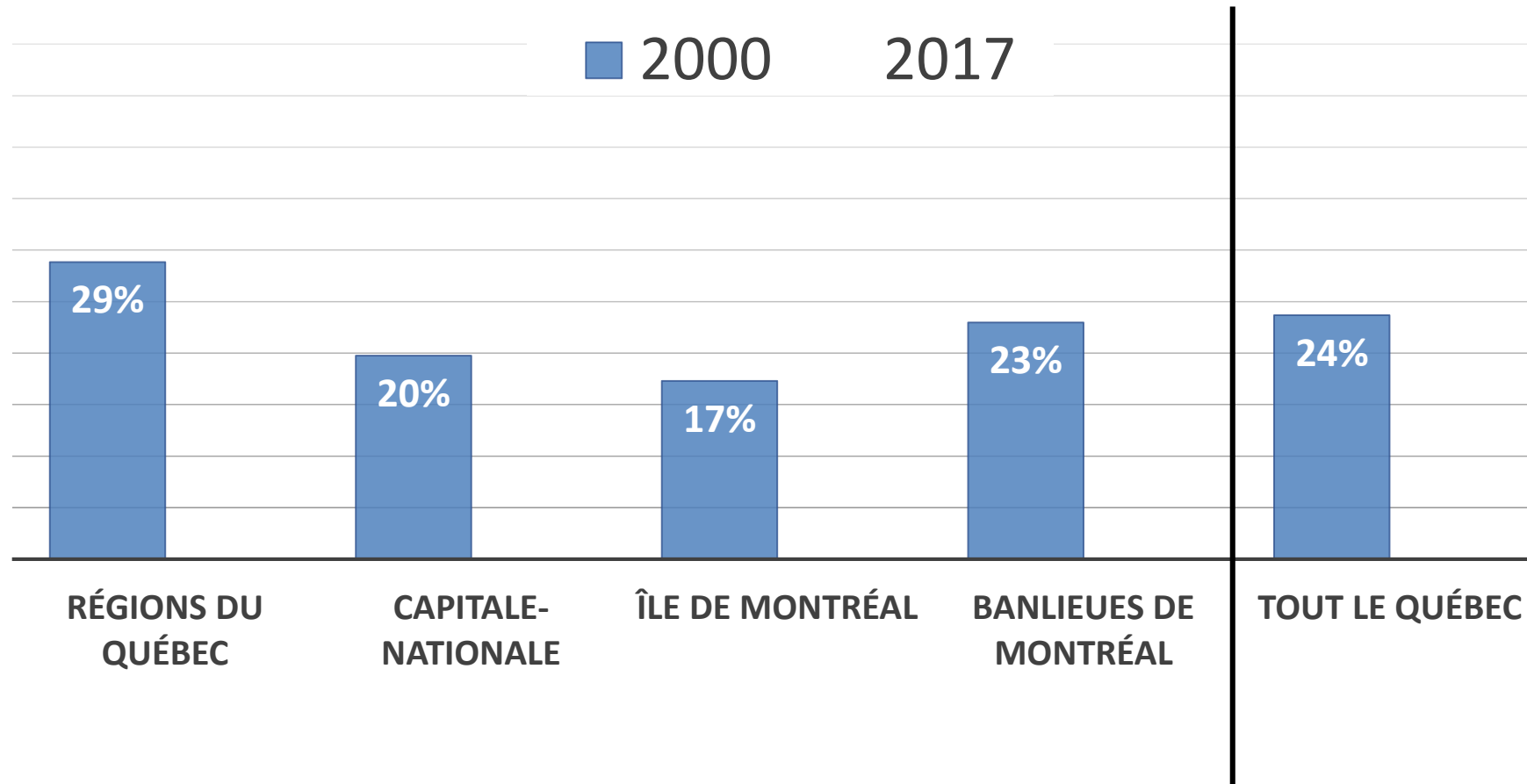


Source des données :
SAAQ (2018) et Statistique Canada (2018)

TENDANCES DE MOTORISATION : PLUS GROS, PLUS LARGE



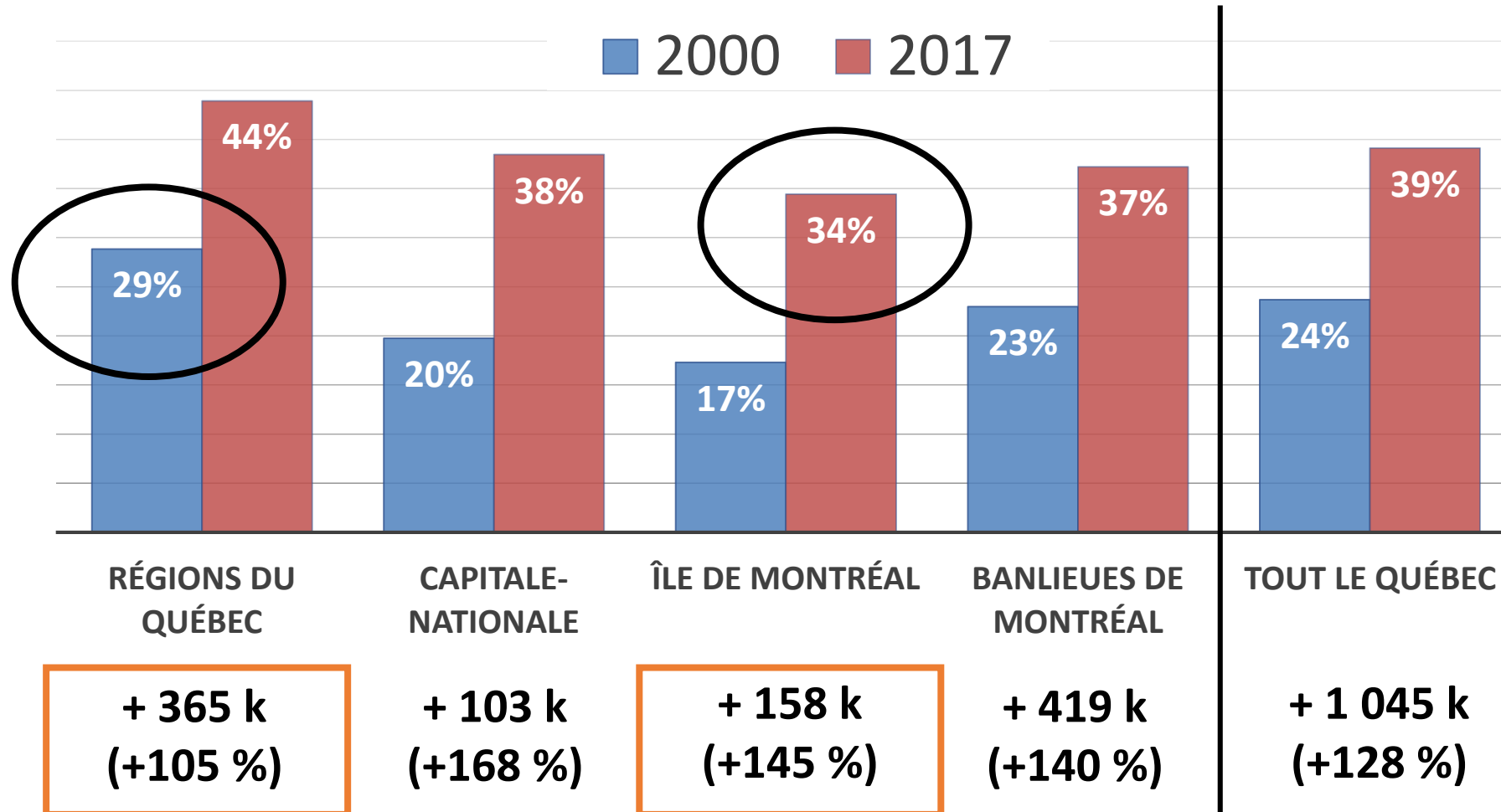
% de camions légers dans la flotte de véhicules de promenade.



TENDANCES DE MOTORISATION : PLUS GROS, PLUS LARGE



% de camions légers dans la flotte de véhicules de promenade.



MISE EN CONTEXTE : CÂDRE DE MODÉLISATION

Modélisation désagrégée de la possession automobile

- Unité de modélisation : ménage ou individu → On cherche à comprendre ce qui influence les décisions
- S'appuie sur des données d'enquête de déplacement → Échantillon
- Large éventails de modèles dans la littérature

Modélisation agrégée de la possession

- Unité de modélisation : zone géographique (ex : secteur de recensement)
- Peut s'appuyer sur des données administratives dénombrant l'ensemble des véhicules
- Très peu d'approche à fine échelle géographique dans la littérature

MISE EN CONTEXTE : CÂDRE DE MODÉLISATION

Modélisation d'une variable continue à composante spatiale :

Nombre de véhicules / ménage par secteur géographique

Modèle de régression linéaire standard (OLS) ?

$$y_i = X_i\beta + \varepsilon_i$$

Composantes spatiales →

(!) Violation du postulat d'indépendance des observations

(!) Violation du postulat de l'indépendance des erreurs (résidus du modèle corrélés dans l'espace)

Déf. : Similarité des valeurs selon leur position géographique

S'il y a **Autocorrélation spatiale** de la variable dépendante:

→ On doit utiliser des modèles économétrique spatiaux pour en tenir compte

OBJECTIFS ET QUESTION DE RECHERCHE

ANALYTIQUE :



Laviolette, Morency, Waygood & Goulias
(Soumis pour publication, 2020)

Vérifier l'hypothèse selon laquelle la

- les caractéristiques sociodémographiques
- Le niveau de service de transport collectif
- L'accessibilité aux opportunités commerciales
- L'accessibilité aux station d'autopartage

permettent d'expliquer la corrélation spatiale observée dans les taux de motorisation.

MÉTHODOLOGIQUE :

Déterminer quel type de modèle spatial est le plus adapté pour modéliser la possession automobile.

MÉTHODE : JEUX DE DONNÉES

Aire de diffusion (AD):

Unité géographique statistique de StatsCan relativement stable comptant entre **400 et 700 habitants**. Plus petite région normalisée.

Source :

NB de véhicules / Aire de diffusion : SAAQ
Population et ménages : Statistique Canada

Unité géographique : **Aire de diffusion**

Années : 2006, 2011, **2016**

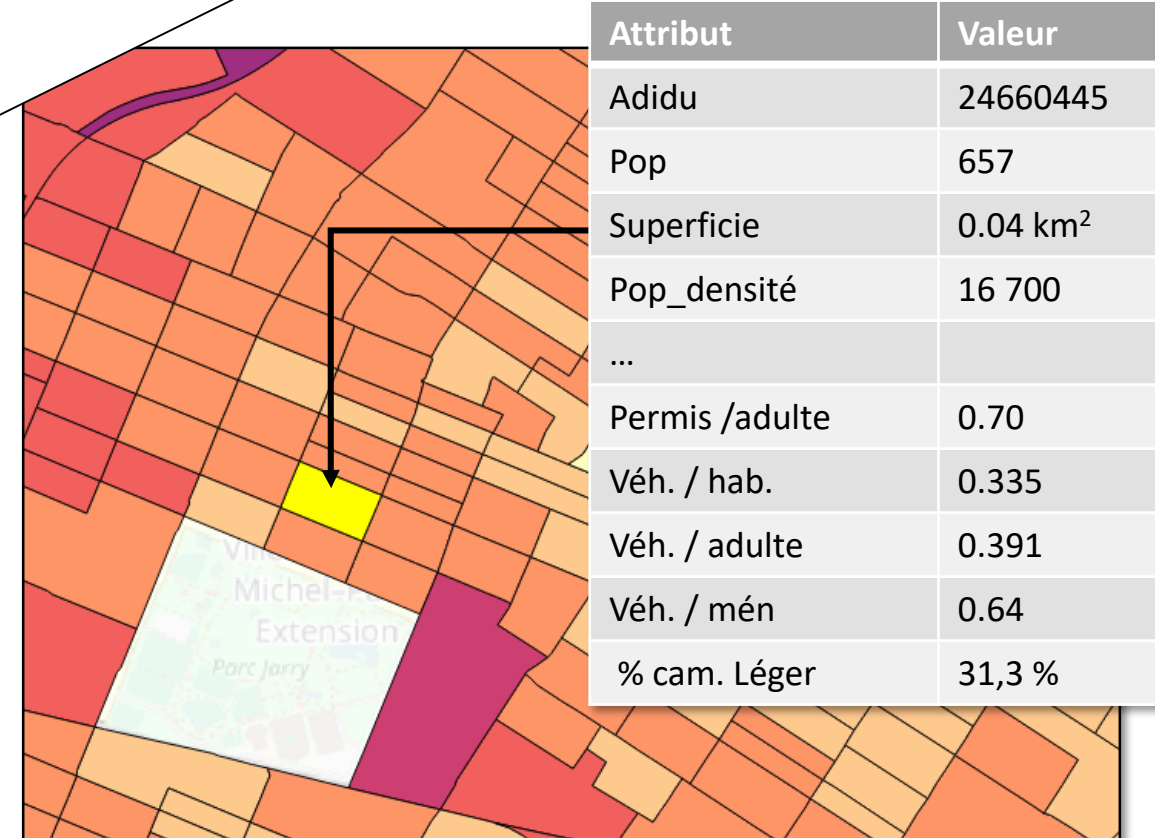
Variable dépendante : Taux de motorisation

- Véhicule / personne
- Véhicule / adulte
- Véhicule / ménage :

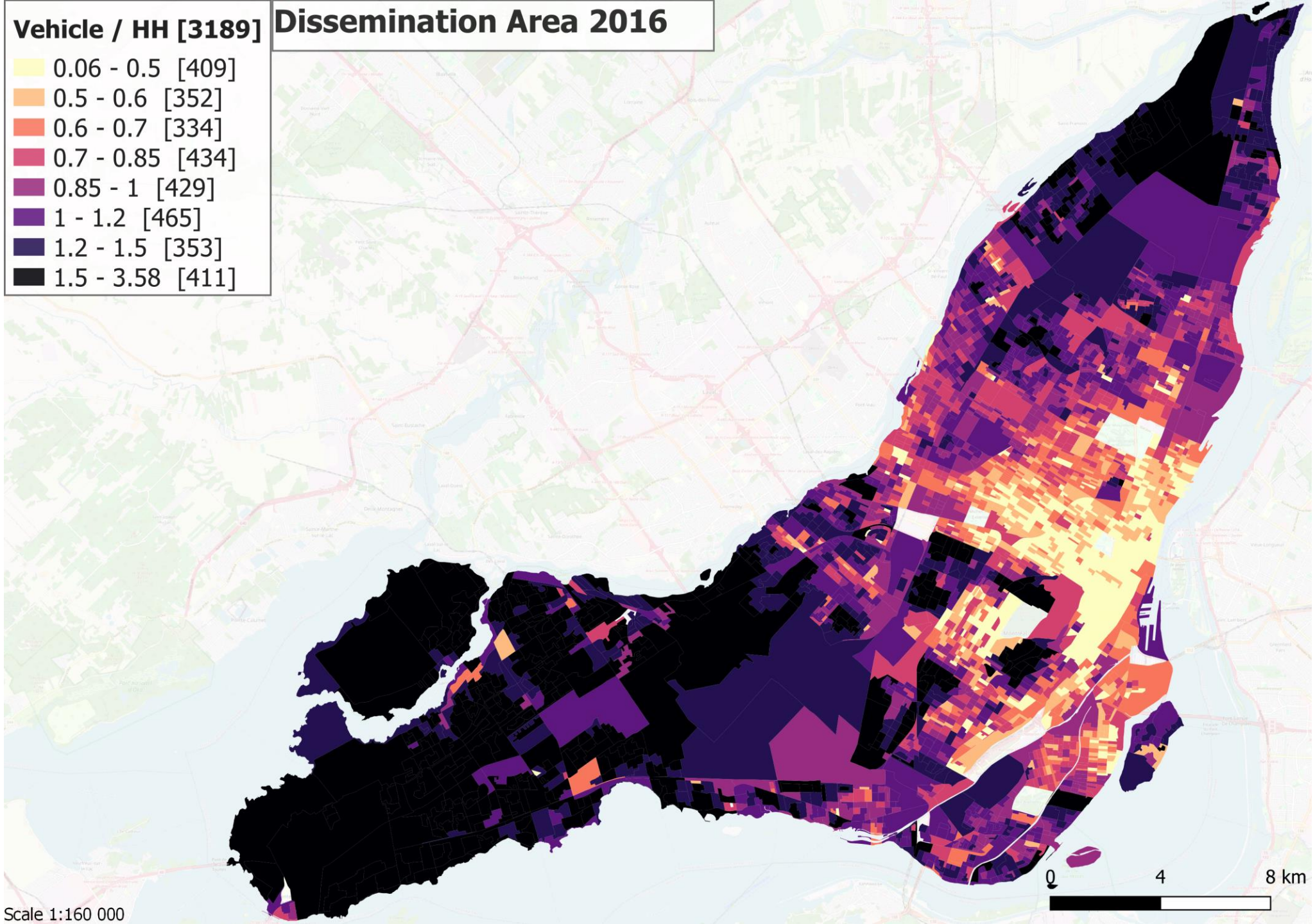
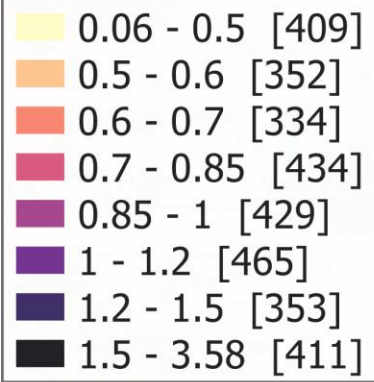
$$\frac{\text{Véh}}{\text{mén.}} = \frac{\text{Nb de véhicules résidentiels}}{\text{Nb de logements privés occupés}}$$

Territoire :

Île de Montréal (pour l'instant)



Vehicle / HH [3189] Dissemination Area 2016



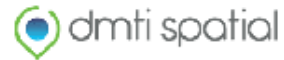
MÉTHODE : VARIABLES INDÉPENDANTES



Open Street Map



Vélo Québec



Variables considérées pour la modélisation

Calcul des variables par fusion des données

VD - Motorisation

Taux de motorisation (/adulte, /mén.)
Composition de la flotte
Nb de ménages avec k véhicules
Possession de permis de conduire

VI - Environnement bâti

Densité
Diversité / mixité
Design (routier, cyclable, pédestre)

Accessibilité aux destinations

Accessibilité aux réseaux

VI - Sociodemographie

Âge
Caractéristiques des ménages
Logement (dwellings)
Revenus
Éducation
Main d'oeuvre

VI - Accessibilité

Marche

TC

Auto

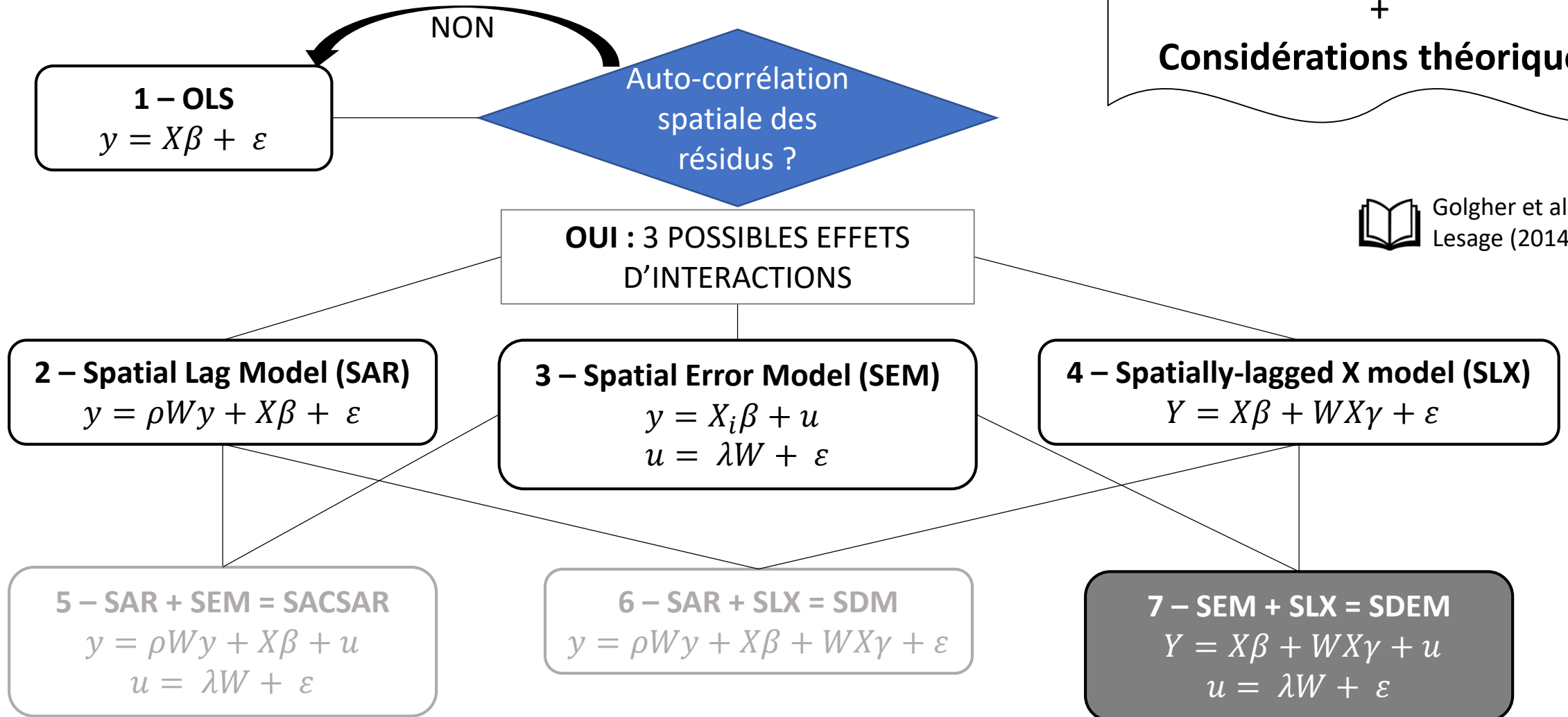
Accessibilité régionale (CBD)
Accessibilité à l'emploi
Accessibilité commerciale, santé, éducation


VI - Accessibilité aux réseaux

TC (points d'accès, service, couverture)
Vélopartage (stations, ancrages, zones)
Autopartage (stations, zones)
Stationnement (??)

MÉTHODE : IDENTIFICATION DU MODÈLE

Choix fait par :
Tests statistiques
+
Considérations théoriques



 Golgher et al. (2016)
Lesage (2014)

MÉTHODE : IDENTIFICATION DU MODÈLE

Modèle sélectionné :

Spatial Durbin Error Model (SDEM)

$$7 - \text{SEM} + \text{SLX} = \text{SDEM}$$

$$Y = X\beta + WX\gamma + u$$

$$u = \lambda W + \varepsilon$$

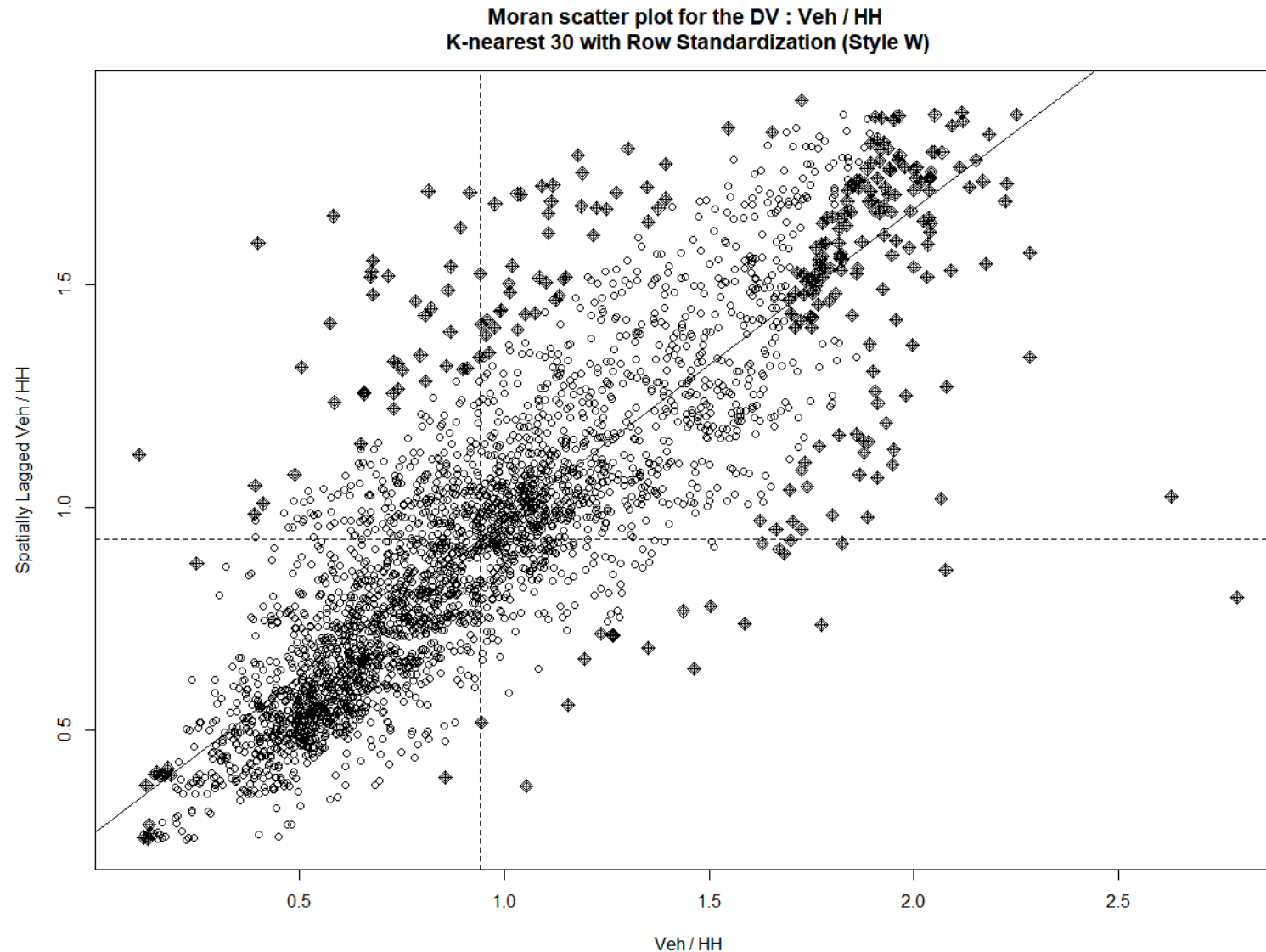
L'inclusion d'un **LAG sur le thème d'erreur** :

- Permet de prendre en compte l'effet des résidus des zones voisines sur les résidus de la zone d'intérêt
- Permet d'interpréter les coefficients MÊME des variables explicatives corrélées spatialement sont OMISES.

L'inclusion d'un **LAG sur les Xs**:

- Permet de prendre en compte l'effet des variables explicatives dans les zones avoisinantes sur la variable dépendante (motorisation) de la zone d'intérêt

RÉSULTATS : MORAN'S I DU NOMBRE DE VÉH / MÉNAGE



Moran's I : 0.702

Considéré TRÈS ÉLEVÉ

RÉSULTATS : MODÈLE FINAL

RESULTS SDEM

n	3141
# para.	21
Lambda	0.77
Loglike	2416
AIC	-4791
AIC (SLX)	-4356
Nagelkerke Pseudo R2	0.93
Moran's I for residuals	-0.00297 (NS)
Moran for OLS Residuals	0.2426 ***
Moran for SLX Residuals	0.1543 ***

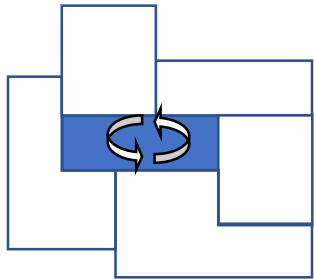
	DIR.	p
(Intercept)	+	*
log(HH Median After-tax income)	+	***
% of home owner	+	***
% of HH with child	+	***
% of pop. aged 20-34 yo	+	***
% of pop. aged 65 of above	+	***
Direct IMPACT		
log(HH density)	-	***
Entropy 5 categories	-	***
Daily bus frequency, WD 400	-	***
Metro stations, WD 800 m (binary)	-	***
Carsharing stations, WD 800 m		ns
Grocery stores, WD 800 m	-	***
Indirect IMPACT		
LAG : log(HH Median After-tax income)	-	***
LAG : % of home owner	+	***
LAG : % OF HH with child	+	***
LAG : % of pop. aged 20-34 yo	-	ns
LAG : % of pop. aged 65 of above	+	ns
LAG : log(HH density)	-	***
LAG : Entropy 5 categories	-	ns

RÉSULTATS : IMPORTANCE DES VARIABLES

BASE MODEL : AIC = -4793

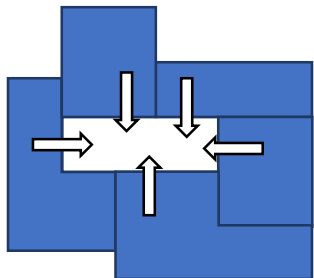
AIC Difference with base Model

DIRECT EFFECT



Category	Variable	AIC Difference
Sociodemo	Log (HH Median After-tax income)	701
	% of home owner	263
	% of HH with child	223
	% of pop. aged 65 of above	117
	% of pop. aged 20-34 yo	41
Built envir. & accessibility	log (HH density)	126
	Entropy 5 categories	50
	Bus frequency, WD 400	45
	Metro stations, WD 800 m (binary)	12
	NB of Grocery stores, WD 800 m	12

INDIRECT EFFECT (lagged IVs)



Category	Variable	AIC Difference
LAG : Sociodemo	LAG : Log (HH Median After-tax income)	31
	LAG : % of home owner	14
	LAG : % of HH with child	12
	LAG : % of pop. aged 65 of above	1
	LAG : % of pop. aged 20-34 yo	-2
LAG : Built envir.	LAG : log (HH density)	14
	LAG: Entropy 5 categories	-1

RÉSULTATS : DISCUSSION DES PRINCIPAUX RÉSULTATS

- Les variables socio-demo expliquent davantage de la corrélation spatiale que les variables de l'environnement bâti et d'offre de service de transport
- Les variables incluses ne permettent pas d'expliquer toute l'auto-corrélation spatiale dans les taux de motorisation :

Indice de Moran (mesure d'autocorrélation spatiale)

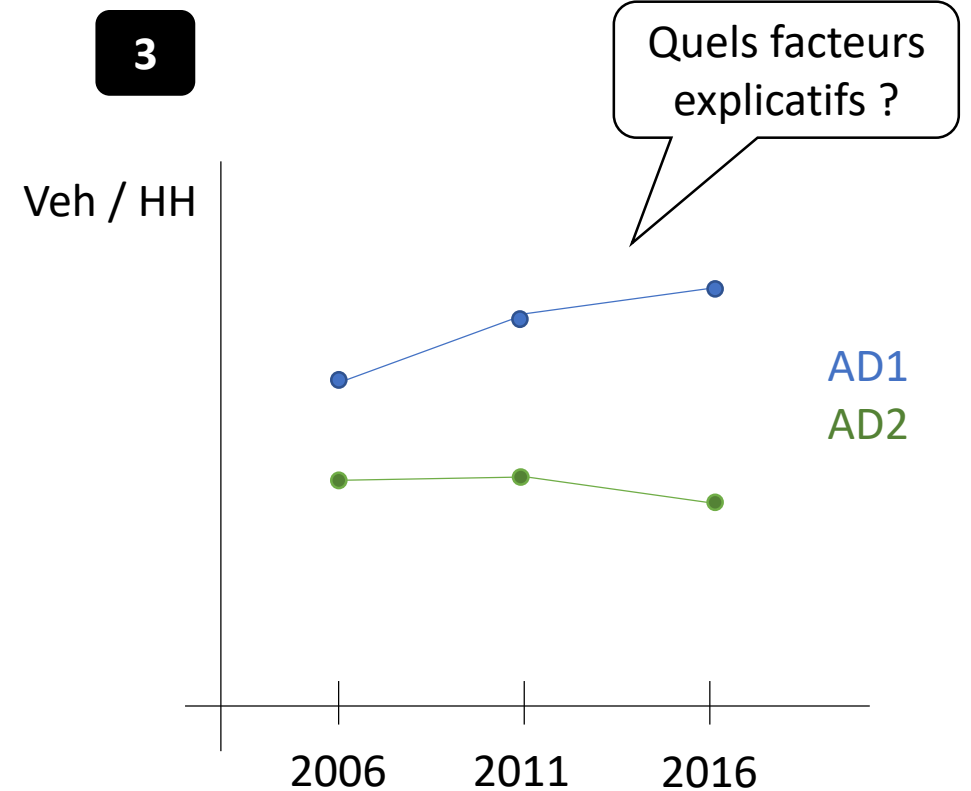
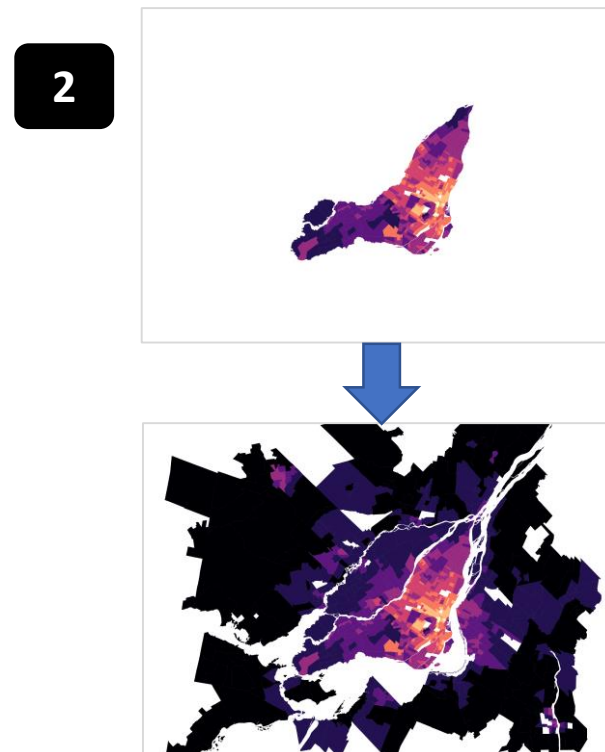
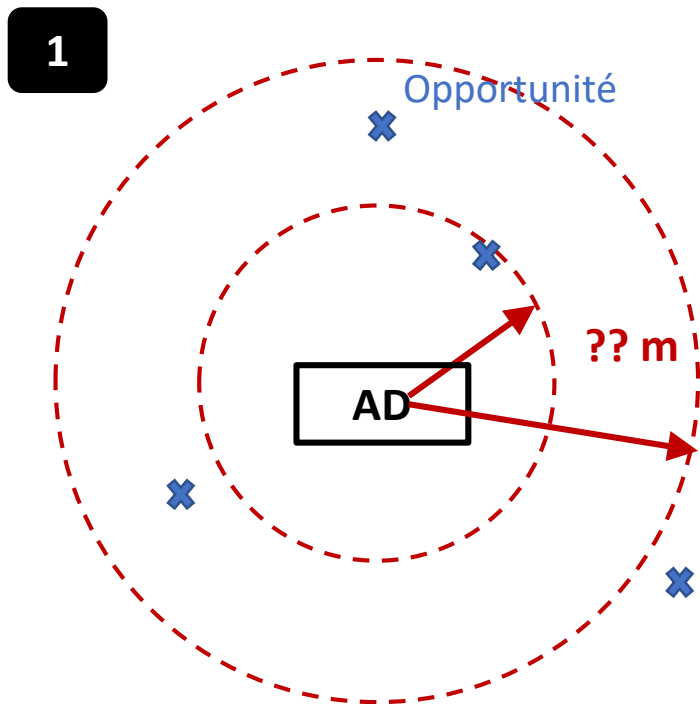
<i>Veh / HH</i>	OLS Residuals SD var. only	OLS Residuals SD + BE var.	OLS Residuals SD + BE + Lagged X's	SDEM (with lagged error)
0.702	0.36	0.24	0.15	0

- **Variables omises potentielles :**
 - Mesure du stationnement sur rue / hors rue
 - Variable attitudinales / auto-sélection résidentielle

CONCLUSION

- Confirmation que la modélisation spatiale à fine résolution géographique identifie les mêmes variables que les modèles désagrégés

➤ Prochaines étapes :



REMERCIEMENTS

- Je souhaite remercier sincèrement le **Pr Kostas Goulias** et son équipe au **GeoTrans Lab** de l'Université de Californie à Santa Barbara pour son accueil et son aide précieuse dans le développement de ce projet de recherche.
- En plus des partenaires de la Chaire Mobilité, ce projet de recherche est possible grâce au soutien financé du FRQNT et de la Chaire en transformation du transport.
- Mon stage de recherche à l'Université de Californie à Santa Barbara est possible grâce au support financier du CIRRELT et du FRQNT.



23-24 septembre 2020



Symposium annuel de la CTT

UC SANTA BARBARA

POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE





MERCI

Questions?

jerome.laviolette@polymtl.ca

RÉFÉRENCES (1)

RÉFÉRENCES – EN ORDRE DE MENTION

1. SAAQ. (2018). Nombre de véhicules en circulation selon le type d'utilisation, le type de véhicule et l'âge du véhicule, Québec et régions administratives. Retrieved from http://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPERAU78HS14-47196194527m46H&p_lang=1&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_dmn=718&p_id_raprt=3372
2. SAAQ. (2018). Nombre de titulaires d'un permis de conduire ou d'un permis probatoire selon le sexe et l'âge, Québec et régions administratives. Retrieved from: [http://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPERJR14KS27-49249844704\)clsK&p_lang=1&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_dmn=718&p_id_raprt=3370](http://www.bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=REPERJR14KS27-49249844704)clsK&p_lang=1&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_dmn=718&p_id_raprt=3370)
3. Statistique Canada. (2018). Tableau 17-10-0005-01 : Estimations de la population au 1er juillet, par âge et sexe. Retrieved from <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1710000501>
4. **Laviolette, J., Morency, C., Waygood, E. O. D., & Goulias, K. G. (2020, submitted for publication). Car Ownership and the Built Environment: A Spatial Modeling Approach. Transportation Research Record.**
5. Golgher, A. B., & Voss, P. R. (2016). How to Interpret the Coefficients of Spatial Models: Spillovers, Direct and Indirect Effects. *Spatial Demography*, 4(3), 175-205. doi:10.1007/s40980-015-0016-y
6. LeSage, J. P. (2014). What Regional Scientists Need to Know About Spatial Econometrics. SSRN. doi:<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2420725>