

52^e Congrès et Salon des transports
Association québécoise des transports
3 avril 2017



**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL**

LE GÉNIE
EN PREMIÈRE CLASSE



INDICATEURS DE MARCHABILITÉ LEQUEL CHOISIR?

Gabriel Lefebvre-Ropars, B.Urb.

Candidat à la maîtrise, Polytechnique Montréal

Supervisé par Catherine Morency, Ing., PhD

1. DÉFINITIONS

QU'EST-CE QU'UN INDICATEUR DE MARCHABILITÉ?



POLYTECHNIQUE
MONTREAL



MARCHABILITÉ



POLYTECHNIQUE
MONTREAL

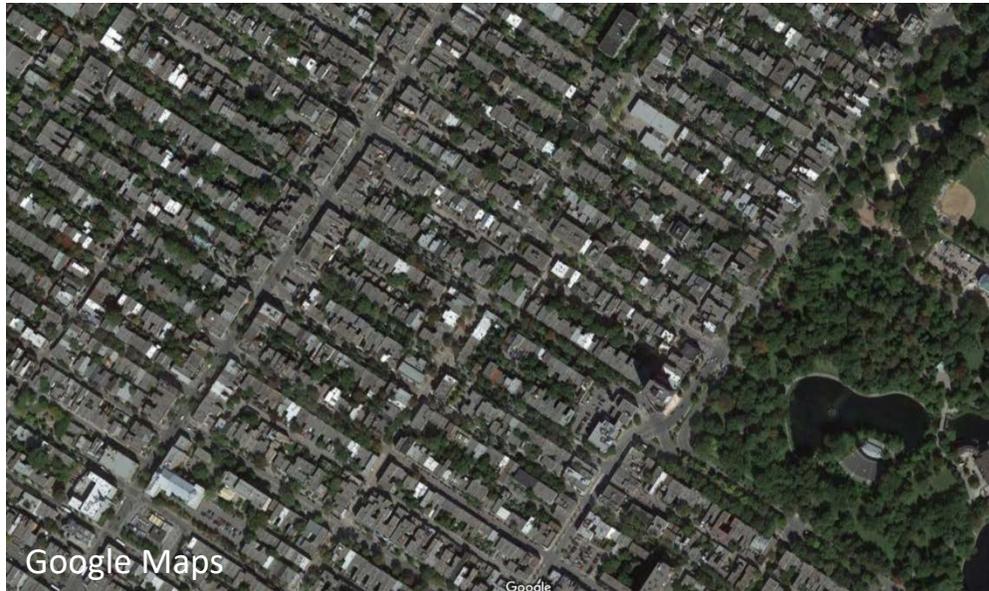


LA MARCHABILITÉ COMME EXPÉRIENCE DU MILIEU



Est-ce que les rues que j'emprunte à pied sont confortables, sécuritaires et attrayantes?

LA MARCHABILITÉ COMME POTENTIEL PIÉTON



Est-ce que mon voisinage m'offre l'opportunité
d'effectuer des déplacements à pied?

INDICATEURS



POLYTECHNIQUE
MONTREAL

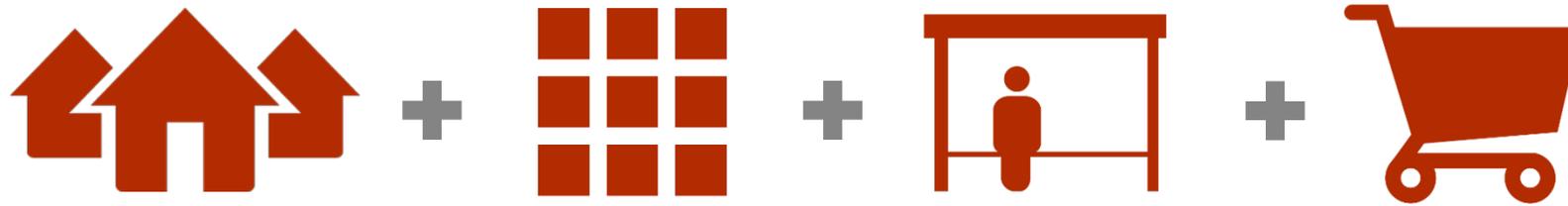


VARIABLES INFLUENÇANT LA PRATIQUE DE LA MARCHÉ

Densité	Diversité	Design	Destinations	Accès au TC
Population	Mixité fonctionnelle	Connectivité du réseau	Commerces de proximité	Fréquence
Emplois	Équilibre logements-emplois	Tortuosité	Services	Nombre d'arrêts
Logements	Esthétique urbaine	Présence de trottoirs	Espaces verts	Nombre d'opportunités
	Espace public consacré à l'automobile	Présence de traverses et de feux piétons		
		Propriétés géométriques		

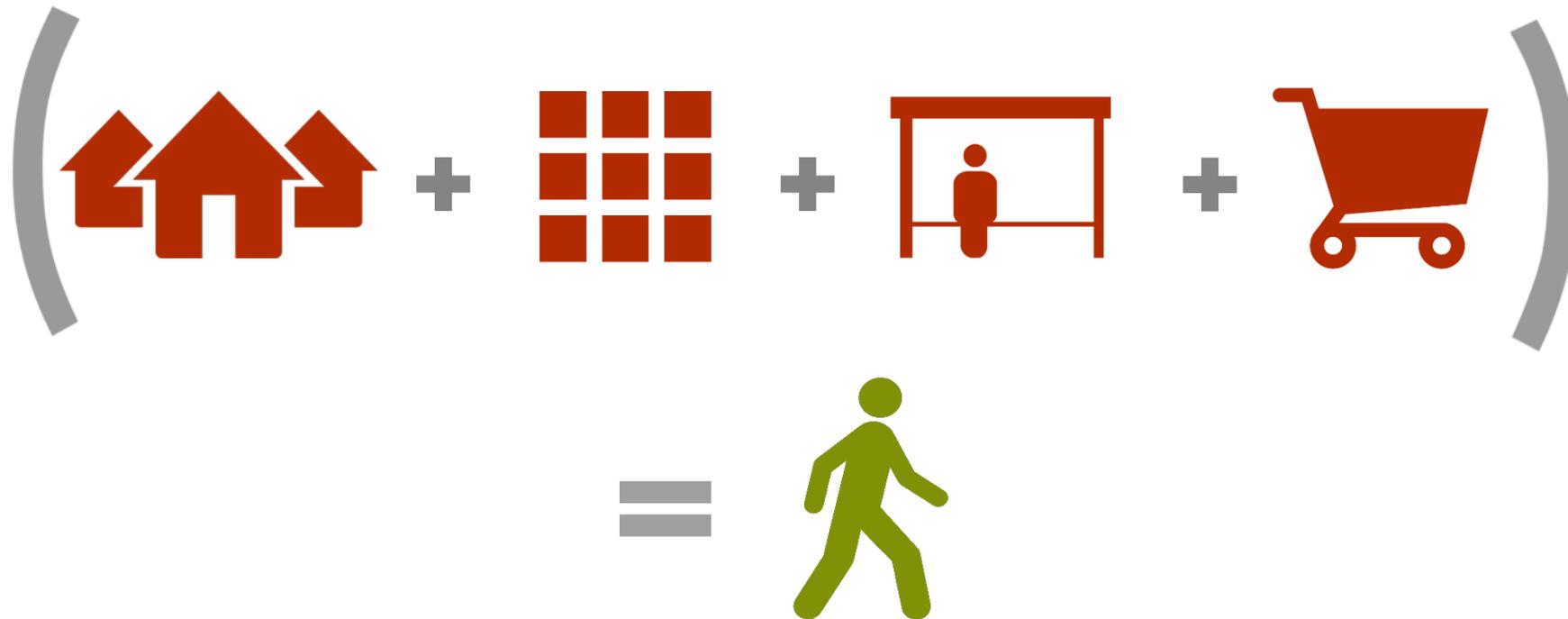
POURQUOI UN INDICATEUR COMPOSITE?

Forte corrélation des variables de voisinage: le problème de la colinéarité



POURQUOI UN INDICATEUR COMPOSITE?

Forte corrélation des variables de voisinage: le problème de la colinéarité



QUELQUES INDICATEURS DE MARCHABILITÉ

Variables		Appleyard 2015	Walk Score®	Singleton 2013	Frank 2010	Kusmyak 2006a	Kusmyak 2006b	Witten 2011	Buck 2014a	Buck 2014b	INSPO 2015
Densité	Densité de population				X				X	X	X
	Densité de destinations			X							X
	Mixité de l'utilisation du sol				X				X	X	X
Diversité	Usages réservés à l'automobile	X									
	Esthétique urbaine	X									
Design	Densité d'intersections		X	X	X				X	X	X
	Types d'intersections		X				X				
	Réseau de transport actif			X							
	Tortuosité du réseau	X									
Destinations	Commerces et services	X	X	X	X	X		X			
	Offre en espaces verts							X		X	
Offre TC	Offre en transport collectif			X				X	X	X	

QUELQUES INDICATEURS DE MARCHABILITÉ

Variables		Appleyard 2015	Walk Score®	Singleton 2013	Frank 2010	Kusmyak 2006a	Kusmyak 2006b	Witten 2011	Buck 2014a	Buck 2014b	INSPQ 2015
Densité	Densité de population				X				X	X	X
	Densité de destinations			X							X
	Mixité de l'utilisation du sol				X				X	X	X
Diversité	Usages réservés à l'automobile	X									
	Esthétique urbaine	X									
Design	Densité d'intersections		X	X	X				X	X	X
	Types d'intersections		X				X				
	Réseau de transport actif			X							
	Tortuosité du réseau	X									
Destinations	Commerces et services	X	X	X	X	X		X			
	Offre en espaces verts							X		X	
Offre TC	Offre en transport collectif			X				X	X	X	

2. ADAPTATION D'INDICATEURS À LA RÉGION DE MONTRÉAL



POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL



INDICATEURS CHOISIS

PIE

WI

PP

ND

Pedestrian Index of the Environment

Walkability Index

Indice de potentiel piéton

Neighbourhood Destination Accessibility Index

Densité d'activités

Densité de population

Densité de population

Commerces et services

Taille des îlots

Connectivité du réseau

Connectivité du réseau

Espaces verts et loisirs

Confort des rues

Mixité des usages

Mixité des usages

Accès au TC

Commerces et services

Taille des commerces

Densité de destinations

Accès au TC

Singleton et al., 2013

Frank et al., 2010

INSPQ, 2015

Witten, 2010

CONSTRUCTION DE LA BASE DE DONNÉES

Ouvertes

- Réseau routier
(OpenStreetMap, 2016)
- Utilisation du sol
(CMM, 2014)
- Horaire planifié au format GTFS
(AMT et sociétés de transport, 2016)

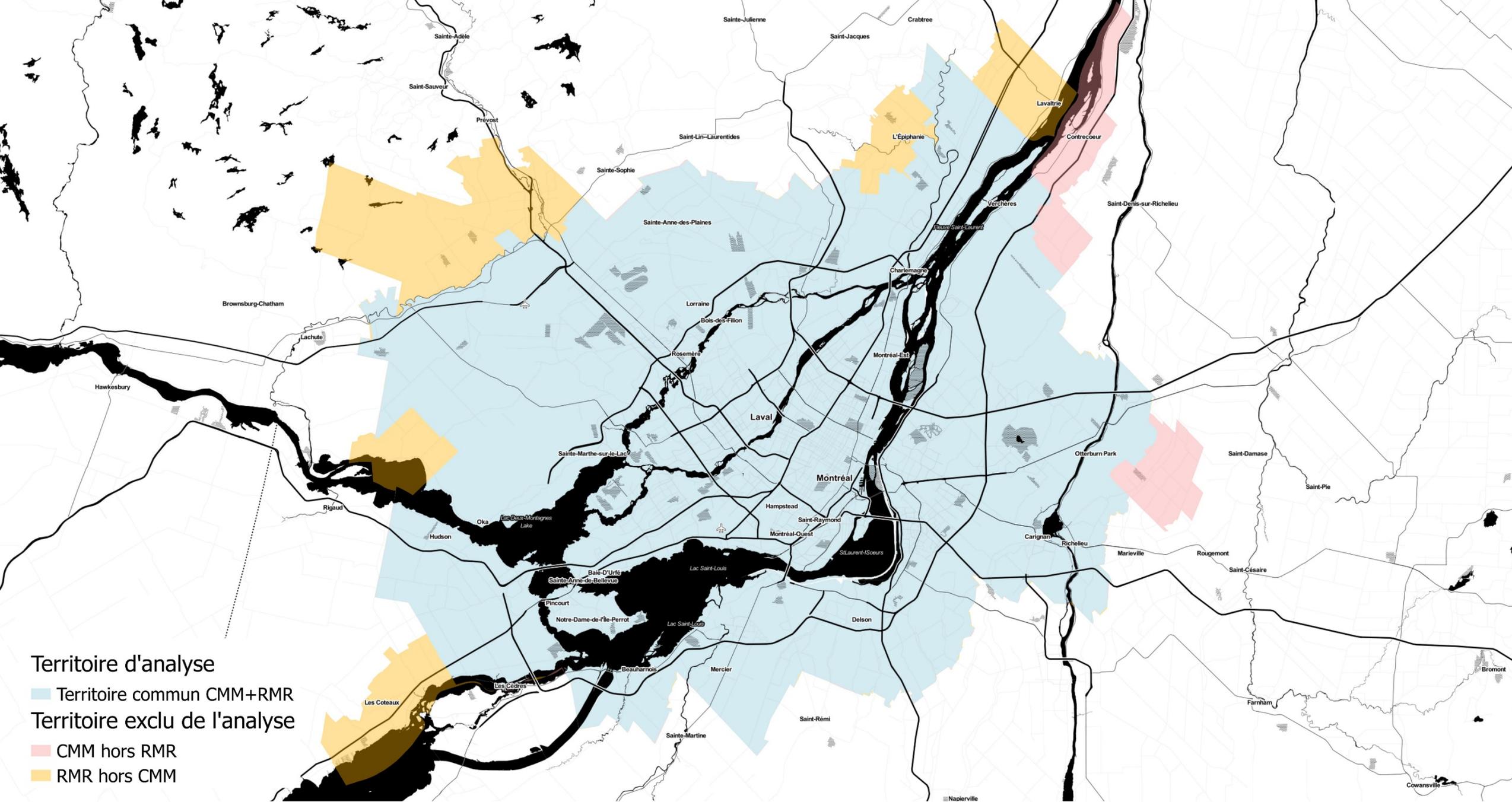
Gouvernementales

- Recensement et ENM
(Statistique Canada, 2011)
- Lieux d'emploi
(Statistique Canada, 2011)
- Rôle d'évaluation foncière
(MAMOT, 2015) *

Propriétaires

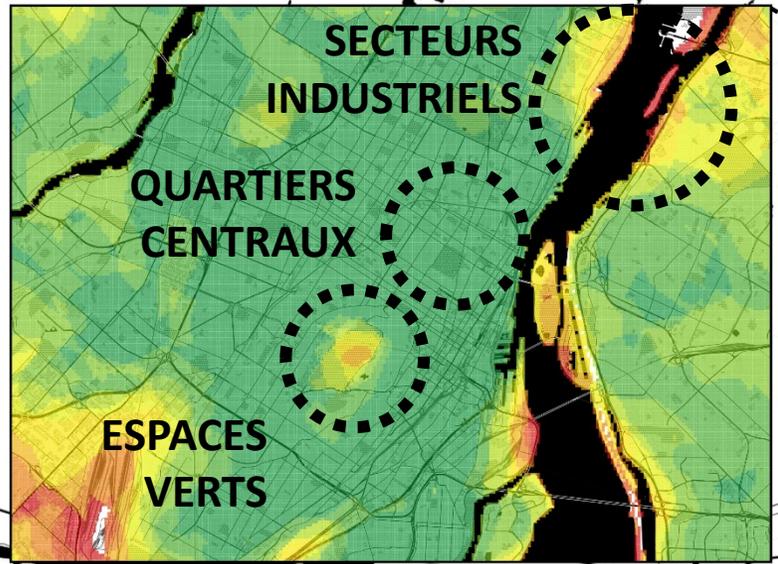
- Localisation des commerces (Hason, 2012)

* En cours d'acquisition

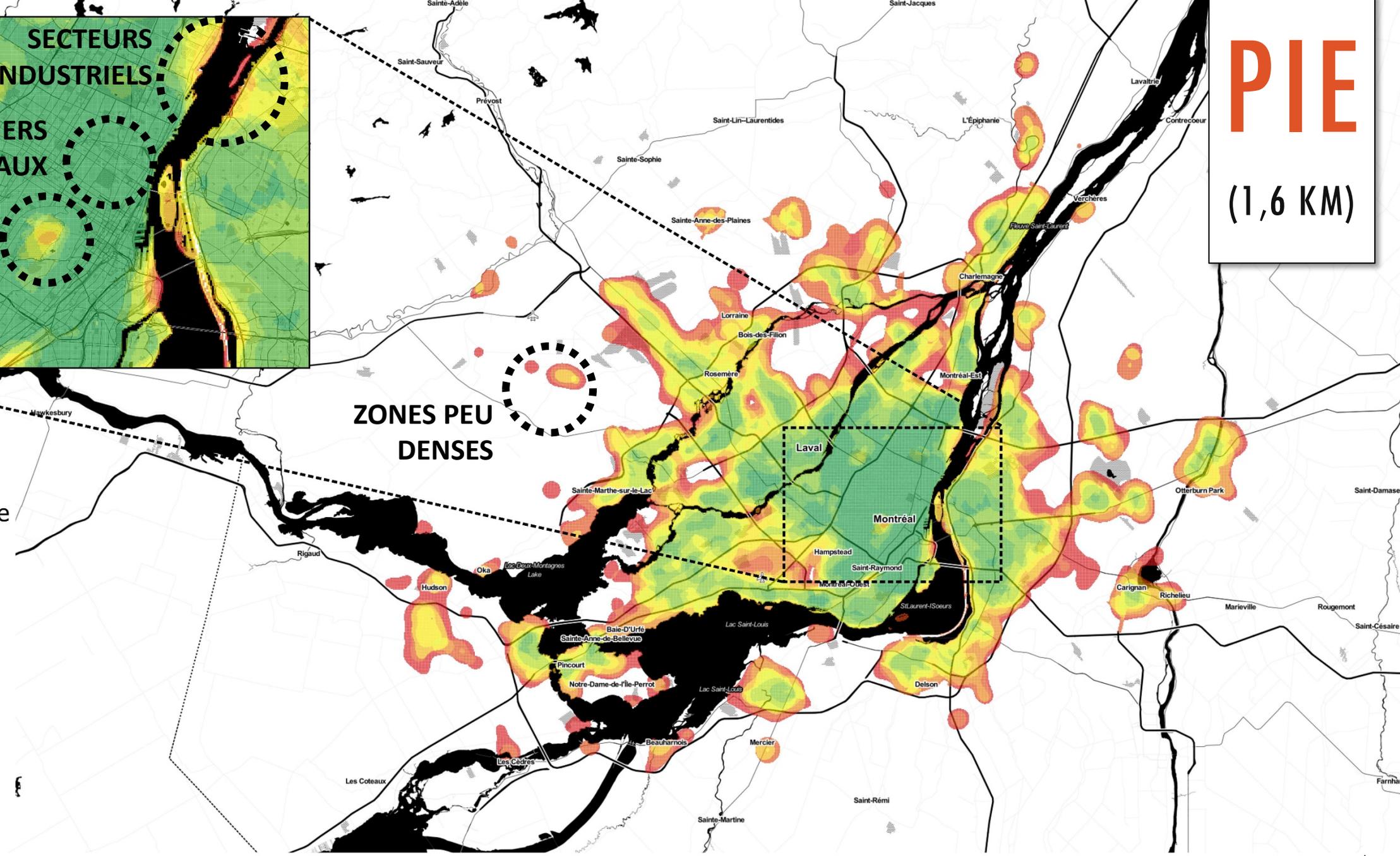


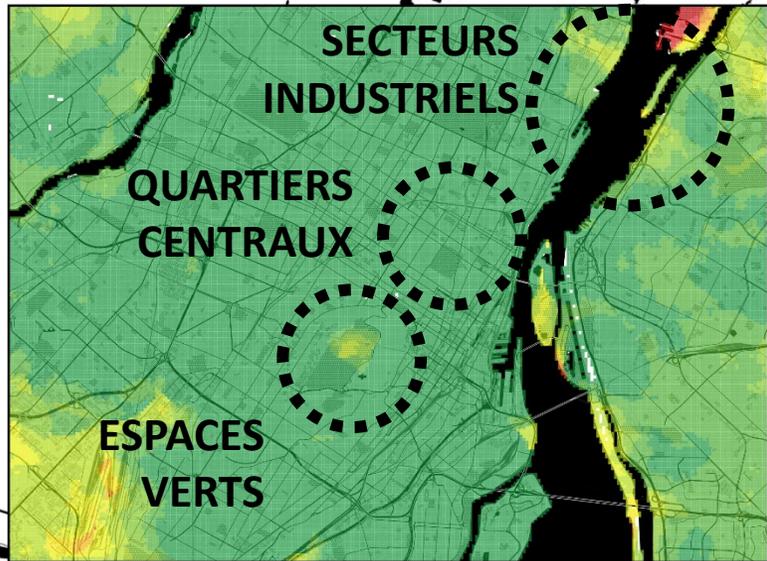
PIE

(1,6 KM)



ZONES PEU DENSES

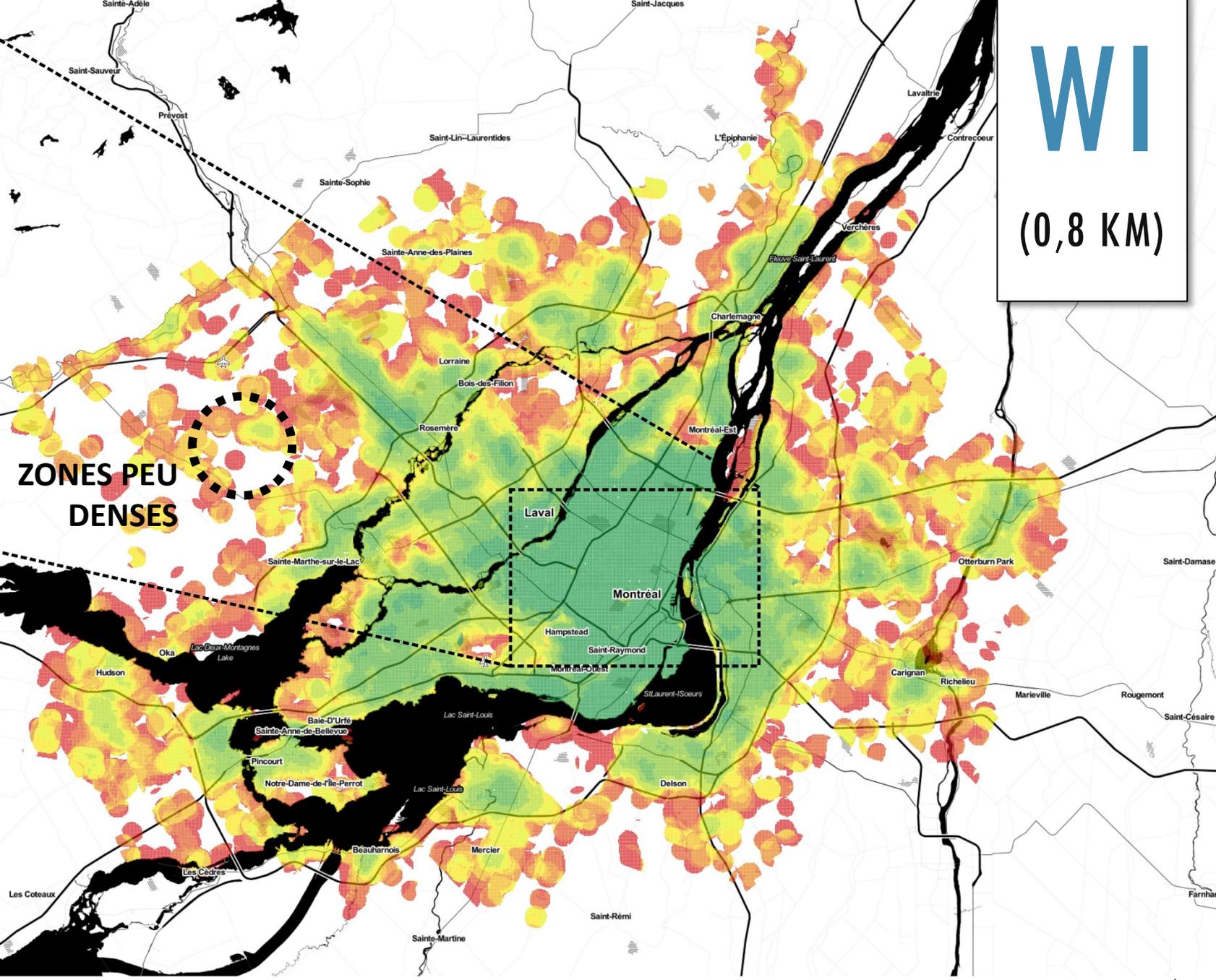


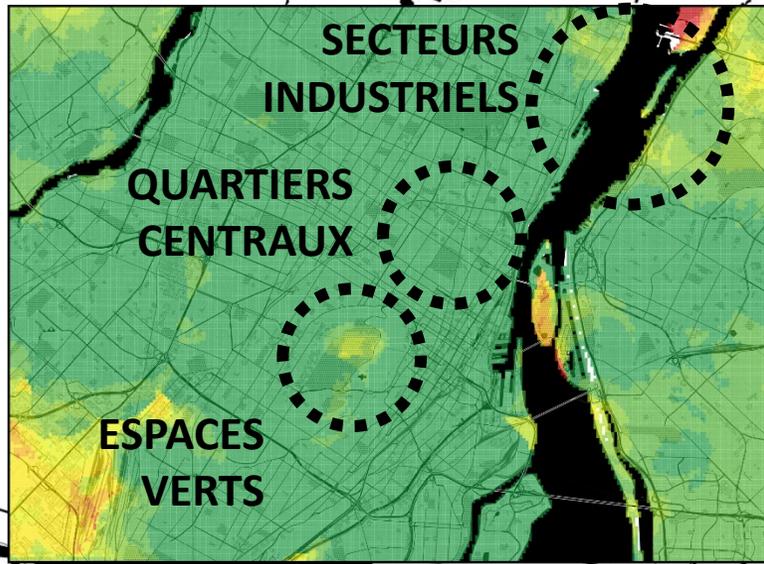


WI
(0,8 KM)



ZONES PEU DENSES

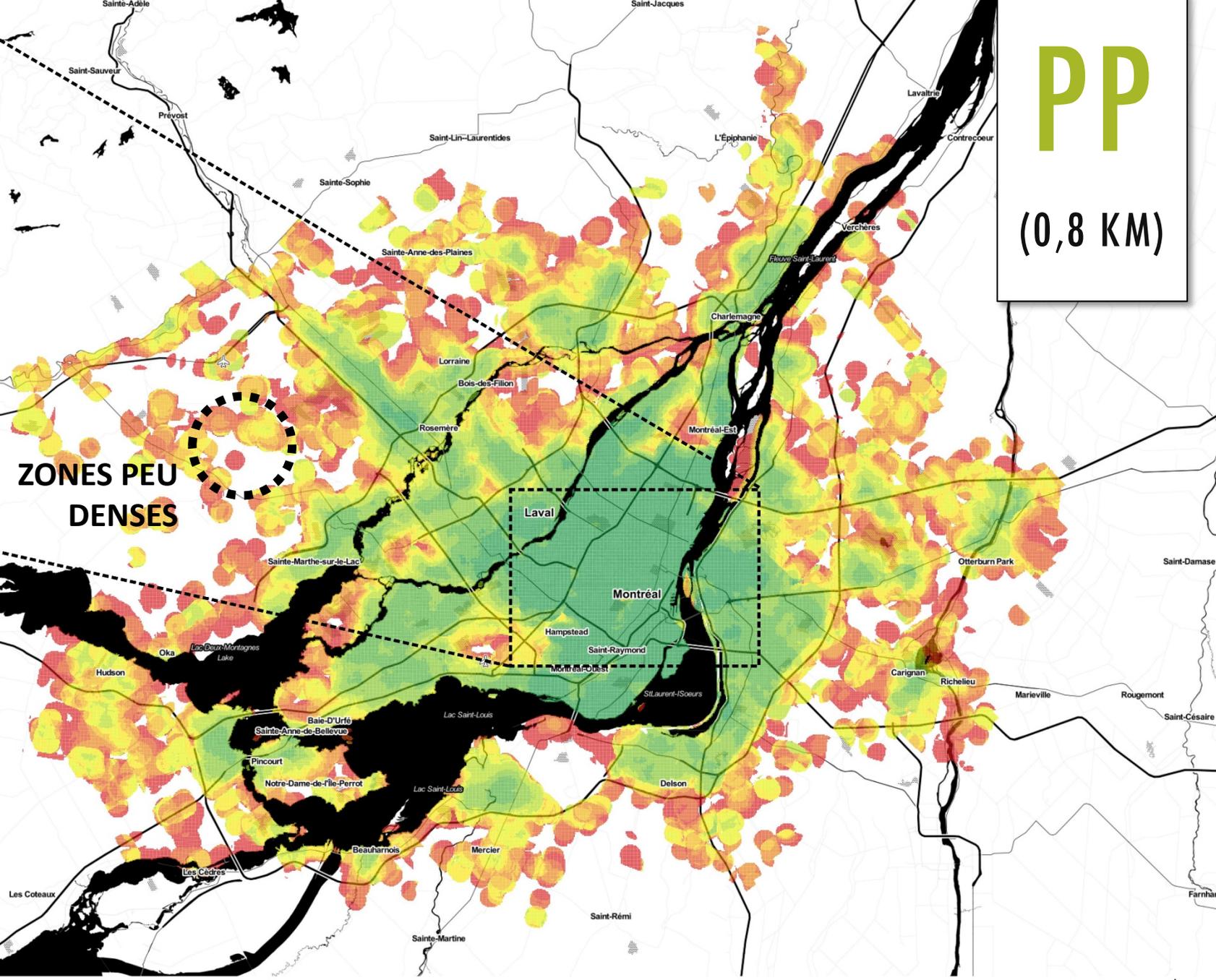


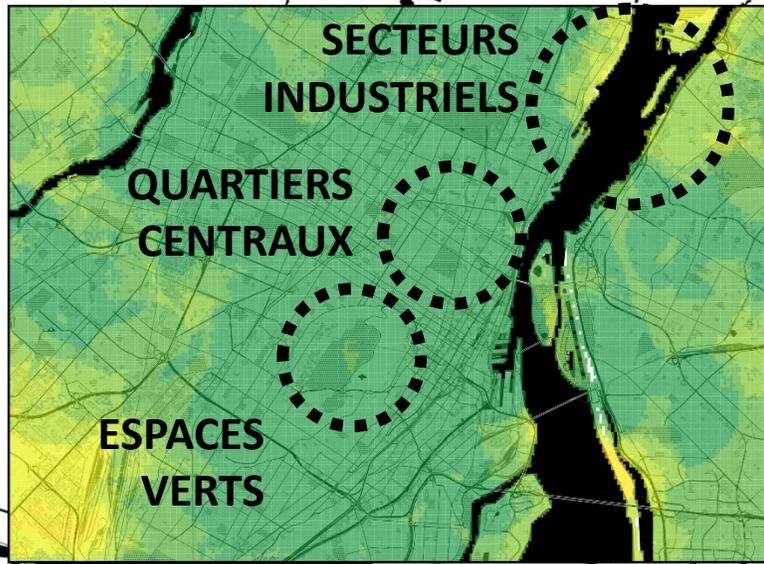


PP
(0,8 KM)



ZONES PEU DENSES



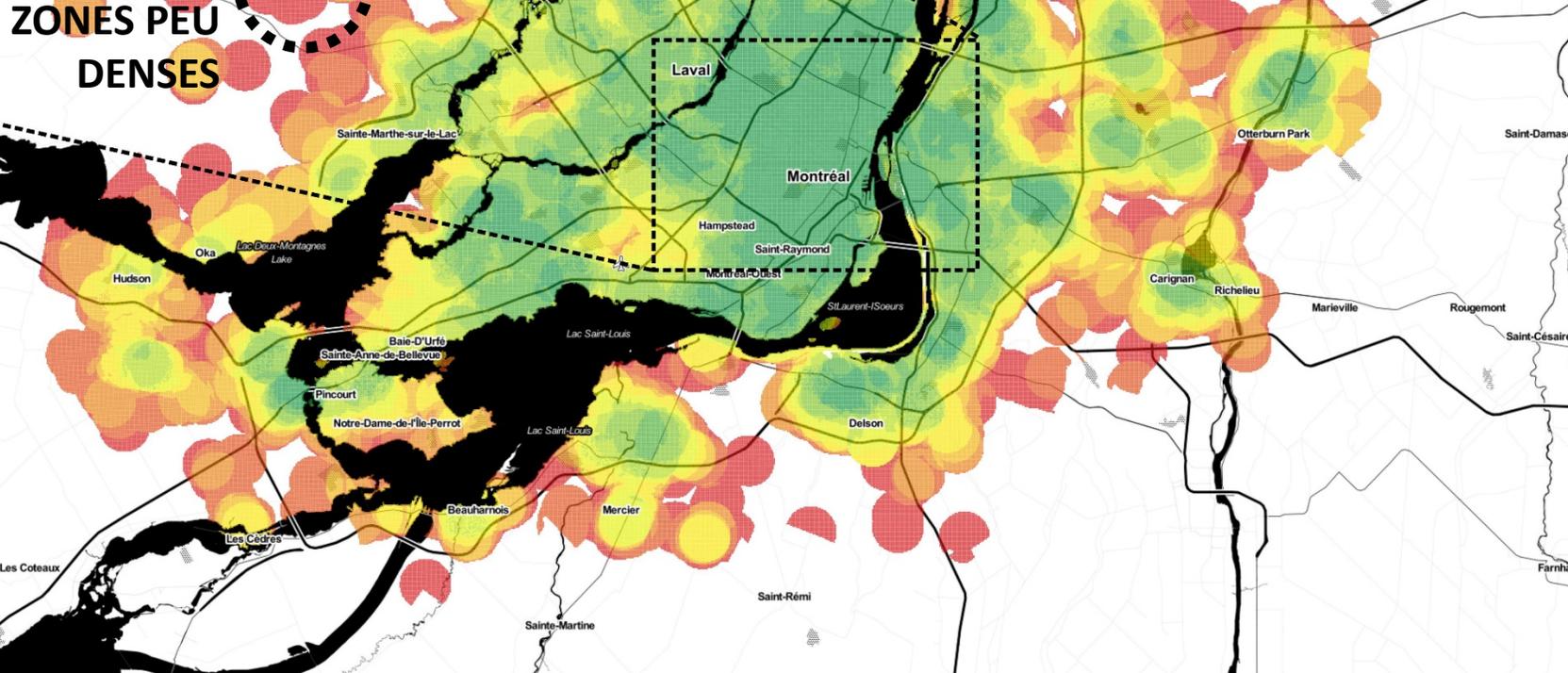


ND
(1,6 KM)



ZONES PEU DENSES

DENSES



3. MODÉLISATION MARCHABILITÉ ET DÉPLACEMENTS



POLYTECHNIQUE
MONTREAL





ENQUÊTE ORIGINE-DESTINATION 2013

- Réalisée à tous les 5 ans dans la région de Montréal
- Échantillon d'environ 4% des ménages
- Contient de l'information sur les déplacements effectués par tous les individus (5 ans et +) d'un ménage lors du jour de semaine précédant l'entrevue
- La marche est enregistrée seulement lorsqu'il s'agit du seul mode employé pour effectuer le déplacement

LES DÉPLACEMENTS « MARCHABLES »

- Mode de déplacement observé = marche

OU

- Longueur sous la distance-seuil pour l'âge et le sexe de l'individu
- Ne fait pas partie d'une chaîne de déplacements trop longue ou nécessitant un autre mode

LES DÉPLACEMENTS « MARCHABLES »

- Mode de déplacement observé = marche

OU

- Longueur sous la distance-seuil pour l'âge et le sexe de l'individu
- Ne fait pas partie d'une chaîne de déplacements trop longue ou nécessitant un autre mode

28 208 observations

635 048 déplacements

MODÈLE LOGIT

4 motifs

Travail

Études

Magasinage

Loisir

Variable dépendante

La personne marche pour effectuer ce déplacement (oui ou non)

Variable explicative

Indicateur de marchabilité normalisé (moyenne = 0, écart-type = 1)

Variables de contrôle

Taille du ménage

Nombre d'autos accessibles par membre du ménage

Sexe

Âge

Distance

Complexité de la chaîne

CAS DE RÉFÉRENCE

- Homme
- 25-64 ans
- Ménage de 2 personnes
- Accès à sa propre voiture
- Déplacement de plus de 800 m
- Aller-retour depuis le domicile

RÉSULTATS (PIE, TRAVAIL)

	Coefficient	Rapport de cote	Erreur standard
Constante	-1.283	0.277	0.131 ***
Ménage de 1 personne	0.246	1.278	0.179
Ménage de 3 personnes	0.028	1.029	0.136
Ménage de 4 personnes et +	-0.216	0.805	0.126 .
Accès à aucune automobile	1.703	5.493	0.174 ***
Accès à une automobile partagée	0.677	1.967	0.114 ***
Femme	0.271	1.312	0.099 **
Âgé entre 16 et 25 ans	0.363	1.437	0.165 *
Âgé de 65 ans et +	-0.270	0.763	0.207
Déplacement de moins de 200m	2.177	8.820	0.242 ***
Déplacement de 200m à 399m	2.153	8.614	0.180 ***
Déplacement de 400 à 799m	1.087	2.965	0.111 ***
Fait partie d'une chaîne complexe	0.164	1.178	0.099 .
PIE	0.780	2.182	0.050 ***

Significativité: *** $p < 0.001$ ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$. $p < 0.1$

RÉSULTATS (PIE, TRAVAIL)

	Coefficient	Rapport de cote	Erreur standard
Constante	-1.283	0.277	0.131 ***
Ménage de 1 personne	0.246	1.278	0.179
Ménage de 3 personnes	0.028	1.029	0.136
Ménage de 4 personnes et +			
Accès à aucune automobile			
Accès à une automobile partagée			
Femme			
Âgé entre 16 et 25 ans			
Âgé de 65 ans et +			
Déplacement de moins de 200m			
Déplacement de 200m à 399m	2.153	8.614	0.180 ***
Déplacement de 400 à 799m	1.087		0.111 ***
Fait partie d'une chaîne complexe	0.164		0.099 .
PIE	0.780	2.182	0.050 ***

Dans le cas de référence, un individu a environ 2 fois plus de chances de marcher si la valeur du PIE augmente de 1 écart-type.

Significativité: *** $p < 0.001$ ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$. $p < 0.1$

RÉSULTATS (PIE, TRAVAIL)

	Coefficient	Rapport de cote	Erreur standard
Constante	-1.283	0.277	0.131 ***
Ménage de 1 personne	0.246	1.278	0.179
Ménage de 3 personnes	0.028	1.029	0.136
Ménage de 4 personnes et +	-0.216	0.805	0.126 .
<u>Accès à aucune automobile</u>	1.703	<u>5.493</u>	0.174 ***
Accès à une automobile partagée	0.677	1.967	0.114 ***
Femme	0.271	1.312	0.099 **
Âgé entre 16 et 25 ans	0.363	1.437	0.165 *
Âgé de 65 ans et +	-0.270	0.763	0.207
<u>Déplacement de moins de 200m</u>	2.177	<u>8.820</u>	0.242 ***
<u>Déplacement de 200m à 399m</u>	2.153	<u>8.614</u>	0.180 ***
<u>Déplacement de 400 à 799m</u>	1.087	<u>2.965</u>	0.111 ***
Fait partie d'une chaîne complexe	0.164	1.178	0.099 .
<u>PIE</u>	0.780	<u>2.182</u>	0.050 ***

Significativité: *** $p < 0.001$ ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$. $p < 0.1$

RÉSULTATS

	Travail		Études	
	Rapport de cote	R ²	Rapport de cote	R ²
PIE	2.182	<i>0.280</i>	1.413	<i>0.116</i>
WI	2.134	0.284	1.539	0.118
PP	2.176	<i>0.282</i>	1.500	0.118
ND	1.864	<i>0.244</i>	1.233	<i>0.109</i>
	Magasinage		Loisir	
	Rapport de cote	R ²	Rapport de cote	R ²
PIE	2.584	0.397	2.880	<i>0.357</i>
WI	2.366	<i>0.394</i>	2.782	0.375
PP	2.389	0.397	2.759	<i>0.367</i>
ND	2.639	<i>0.366</i>	3.310	<i>0.319</i>

RÉSULTATS

- Le PIE est davantage corrélé aux déplacements travail → contient une densité d'emplois
- Le ND est davantage corrélé aux déplacements magasinage et loisir → contient une densité de commerces et d'espaces verts
- Le WI est davantage corrélé aux déplacements scolaires, mais la corrélation est relativement faible, et ce pour tous les indicateurs

4. EXPÉRIMENTATION

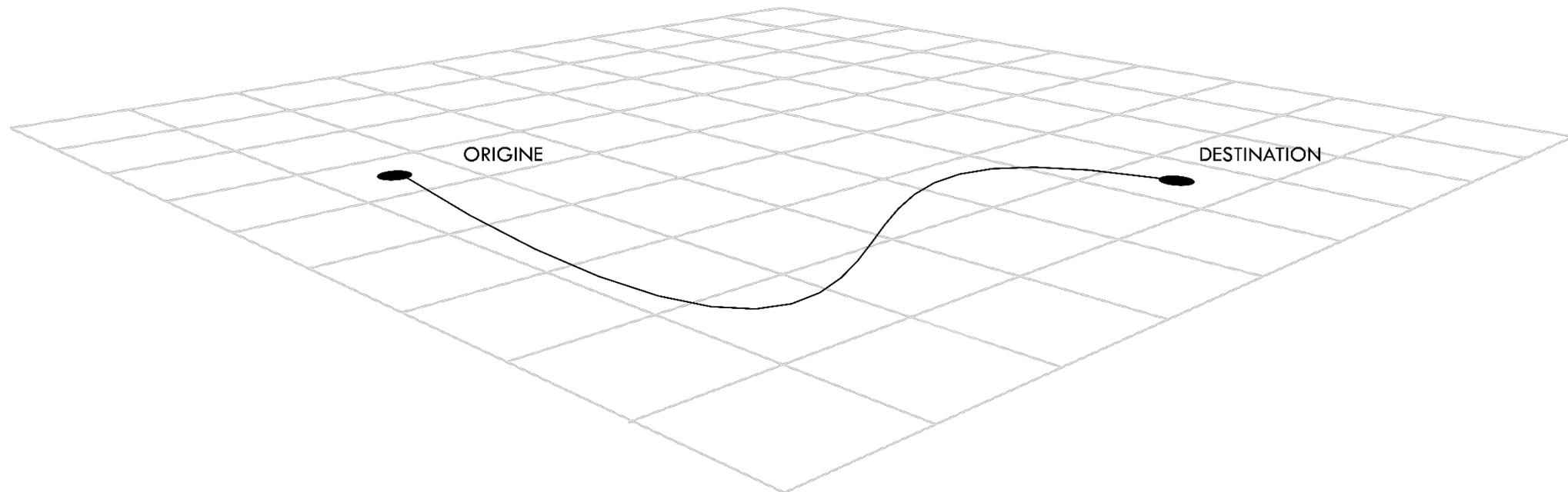
LIEU DE MESURE DE LA MARCHABILITÉ



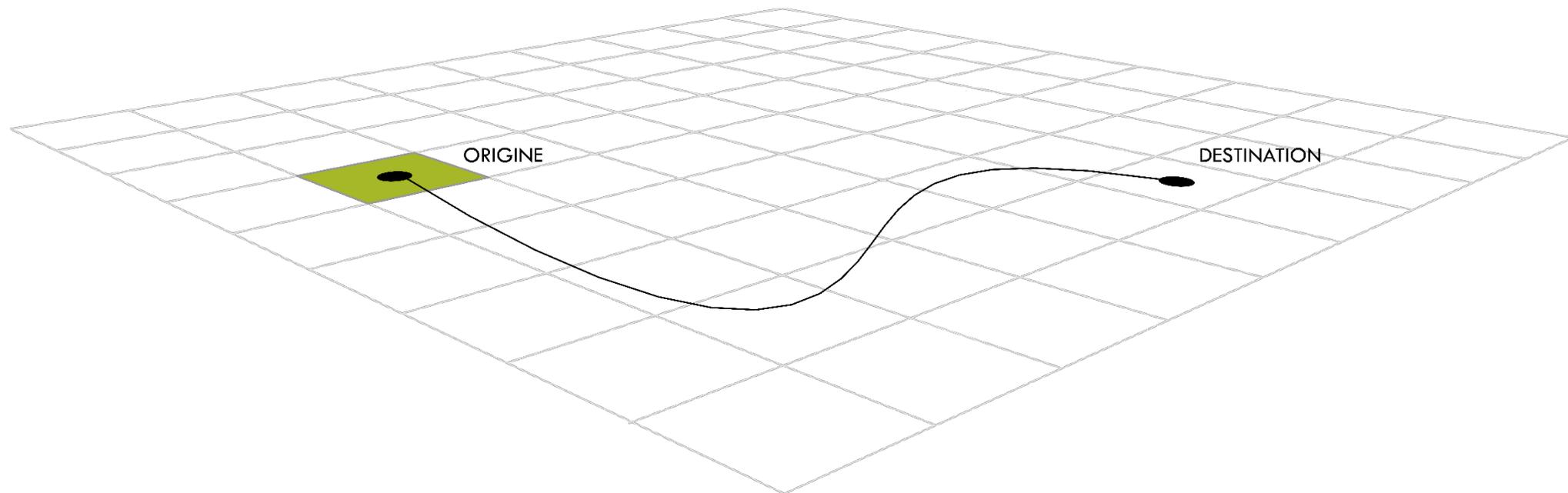
POLYTECHNIQUE
MONTREAL



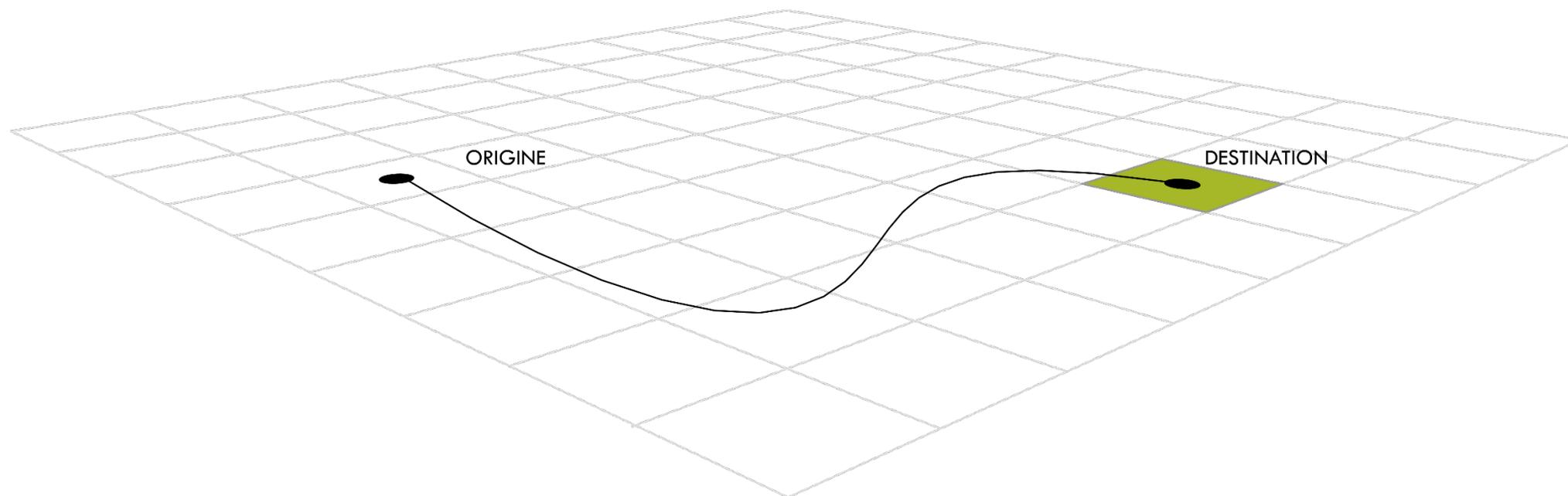
LIEU DE MESURE



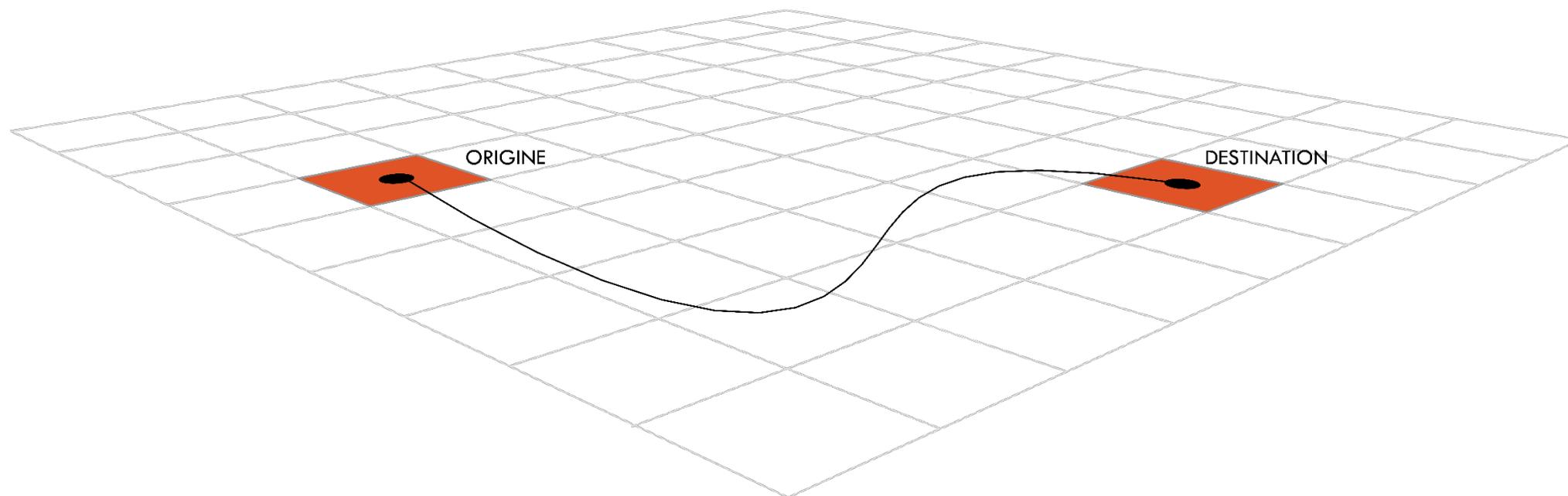
LIEU DE MESURE



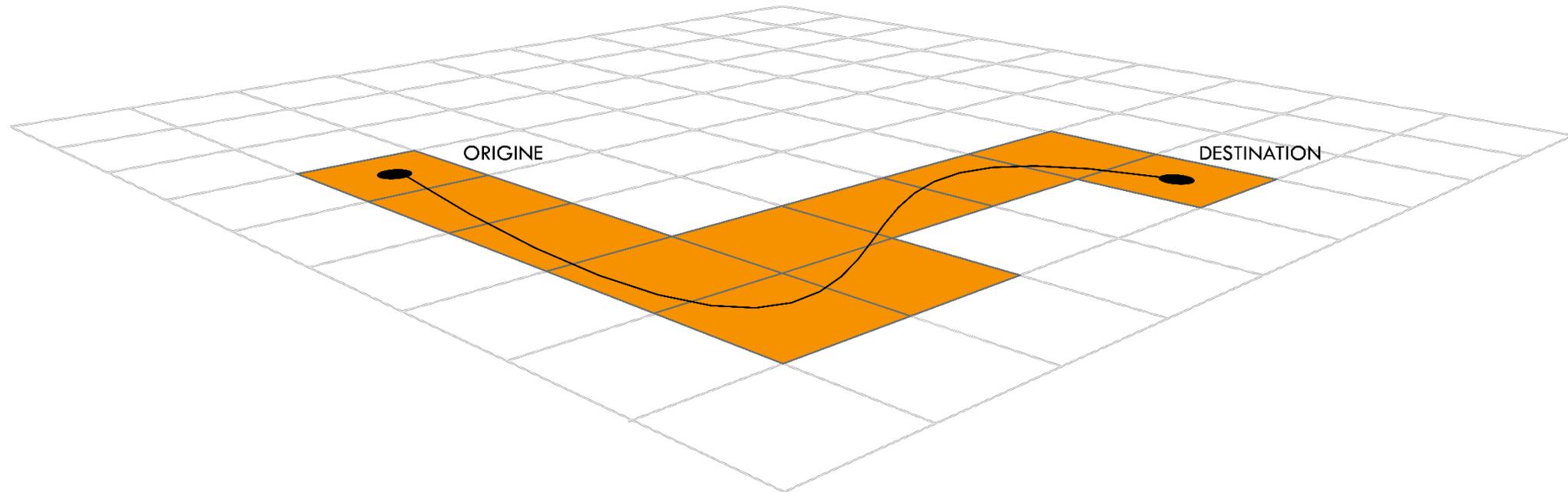
LIEU DE MESURE



LIEU DE MESURE



LIEU DE MESURE





RÉSULTATS (PIE, MOTIF TRAVAIL)

	Origine	Destination	Moyenne (O+D)	Moyenne (trajet)
Rapport de cote	2.182	2.138	1.685	2.141
Précision	68.506%	68.734%	68.765%	68.584%

RÉSULTATS (PIE, MOTIF TRAVAIL)

	Origine	Destination	Moyenne (O+D)	Moyenne (trajet)
Rapport de cote	2.182	2.138	1.685	2.141
Précision	68.506%	68.734%	68.765%	68.584%

- La mesure à l'origine est la plus corrélée à la pratique de la marche
- La variation dans le lieu de mesure ne change pas la précision de la prédiction du choix modal
- À noter: la variabilité entre les valeurs du PIE pour l'origine et la destination peut être très faible en raison de la longueur des déplacements marchables

5. ALORS, QUEL INDICATEUR CHOISIR?



POLYTECHNIQUE
MONTREAL





ÇA DÉPEND... DES RESSOURCES

- Indicateurs plus précis (PIE, ND) = plus gourmands en données
- Peuvent être construits à partir de données ouvertes et gouvernementales
- Paramétrage et connaissance des variables vs indicateurs commerciaux

ÇA DÉPEND... DES OBJECTIFS

- Différentes lectures du territoire selon l'indicateur
 - Artères commerciales
 - Pôles intermodaux
 - Grands parcs
 - ...
- Performance variable selon le motif de déplacement

QUESTIONS?





POLYTECHNIQUE
MONTREAL



BIBLIOGRAPHIE

- Appleyard, B., New methods to measure the built environment for human-scale travel research: Individual access corridor (IAC) analytics to better understand sustainable active travel choices. 2015, 2015. 9(2).
- Buck, C., et al., Objective Measures of the Built Environment and Physical Activity in Children: From Walkability to Moveability. *Journal of Urban Health*, 2014. 92(1): p. 24-38.
- Clifton, K.J., et al., Representing pedestrian activity in travel demand models: Framework and application. *Journal of Transport Geography*, 2016. 52: p. 111-122.
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265-294.
- Frank, L.D., et al., The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British Journal of Sports Medicine*, 2010. 44(13): p. 924-933.
- Kuzmyak, J., C. Baber, and D. Savory, Use of Walk Opportunities Index to Quantify Local Accessibility. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2006. 1977: p. 145-153.
- Porta, S. and J.L. Renne, Linking urban design to sustainability: formal indicators of social urban sustainability field research in Perth, Western Australia. *Urban Design International*, 2005. 10(1): p. 51-64.
- Robitaille, É., & Institut national de santé publique du, Q. (2015). *Potentiel piétonnier et utilisation des modes de transport actif pour aller au travail pour la région sociosanitaire de la Capitale-Nationale : état des lieux et perspectives d'interventions* (Rapport n° 9782550733676 2550733673). Québec: Institut national de santé publique du Québec. Tiré de <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2481825>
- Singleton, P.A., et al. The Pedestrian Index of the Environment: Representing the Walking Environment in Planning Applications. in *Transportation Research Board 93rd Annual Meeting*. 2014. Washington DC.
- Voulgaris, C. T., Taylor, B. D., Blumenberg, E., Brown, A., & Ralph, K. (2016). Synergistic neighborhood relationships with travel behavior: An analysis of travel in 30,000 US neighborhoods. 2016, 10(1).
- Walk Score. Walk Score Methodology. 2016 [cited 2016 18 avril 2016]; Available from: <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>.
- Witten, K., J. Pearce, and P. Day, Neighbourhood Destination Accessibility Index: A GIS Tool for Measuring Infrastructure Support for Neighbourhood Physical Activity. *Environment and Planning A*, 2011. 43(1): p. 205-223.