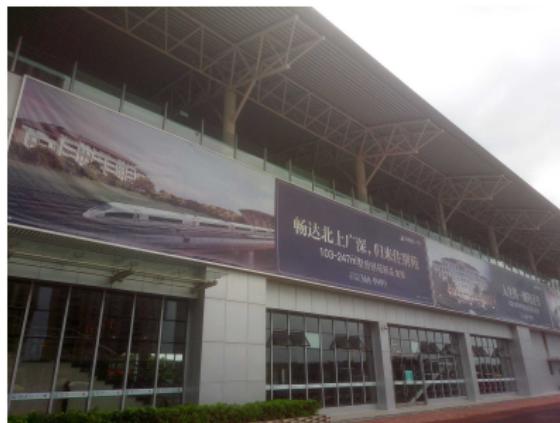


Développement de méthodes pour la validation des modèles d'interaction Transport-Usage du sol

OpenMOLE Team

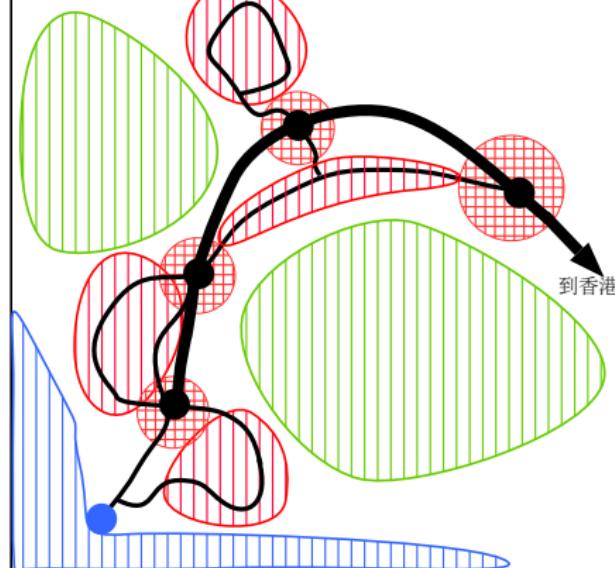
ISCoffee Break
06/12/2018

Interactions entre réseaux et territoires

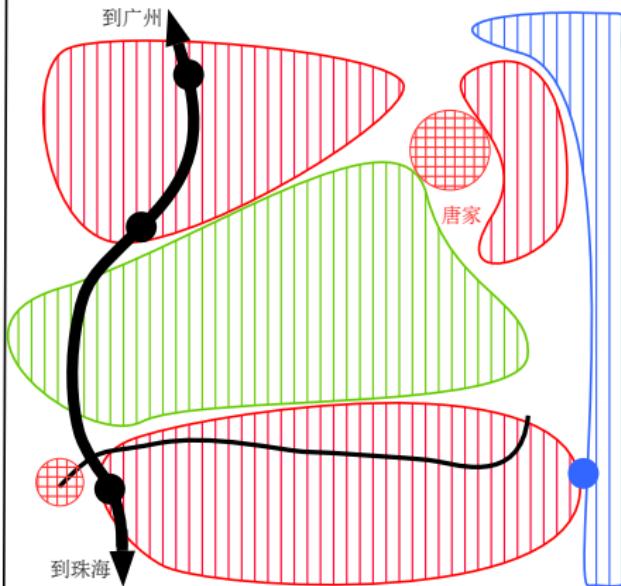


Interactions entre réseaux et territoires

香港, 新界, 元朗, 屯门



珠海, 香洲, 新湾



Ville dense
Ville peu dense



Gare

Transport lourd

Tranway
Port

Delta
Espace naturel

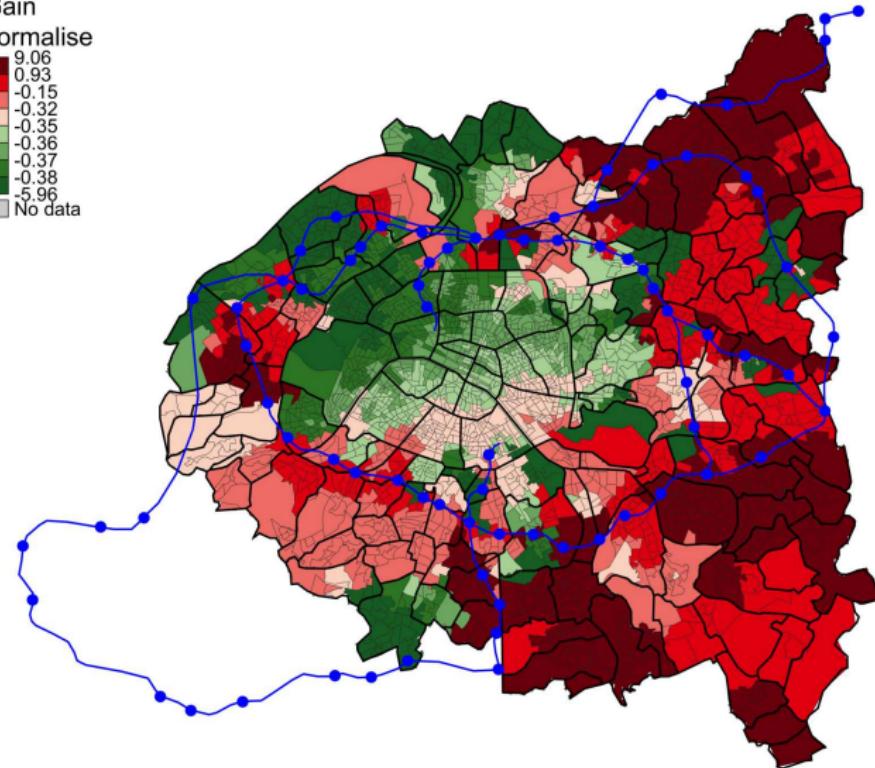
5km

Réseaux de transport et accessibilité

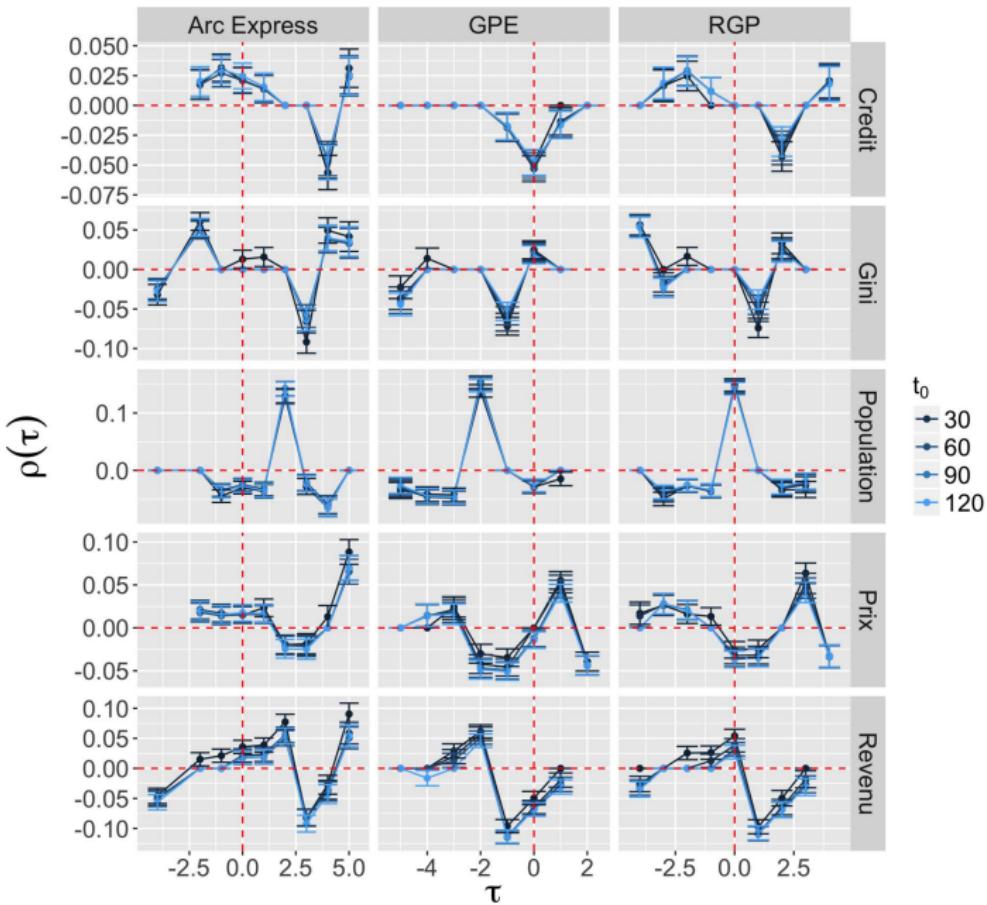
Gains d'accessibilité

Gain
normalisé

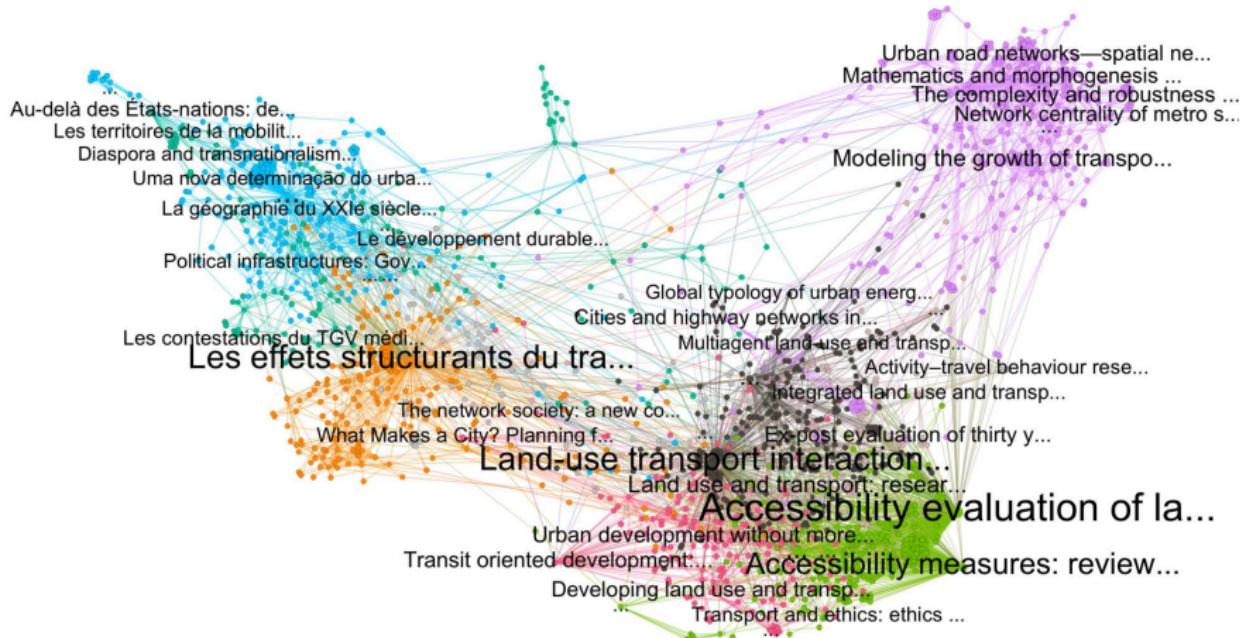
- 9.06
- 0.93
- 0.15
- 0.32
- 0.35
- 0.36
- 0.37
- 0.38
- 5.96
- No data



Effets structurants des réseaux



Modéliser réseaux et territoires

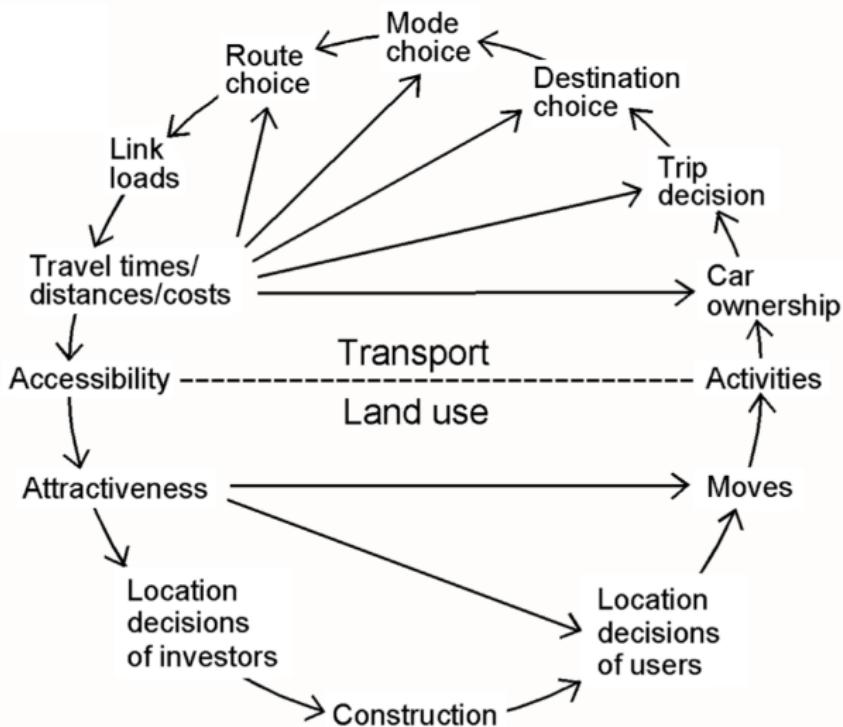


Modélographie

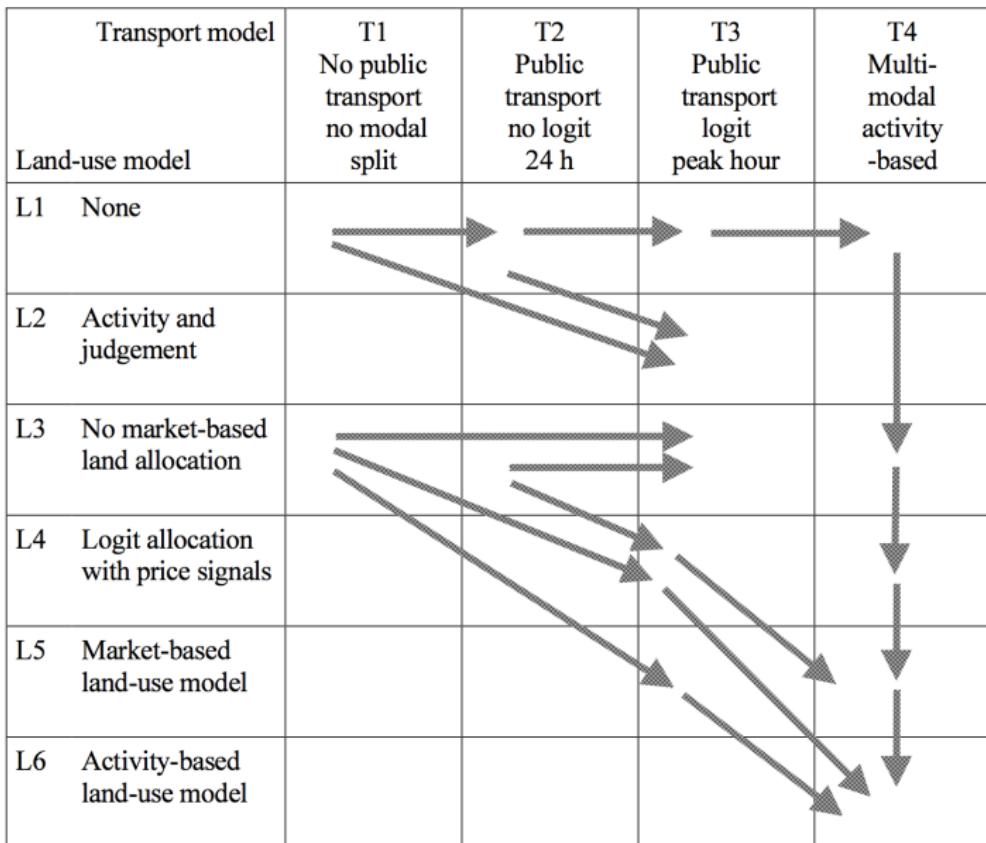
	Networks → Territories	Territories → Networks	Networks ↔ Territories
Micro	Economics: real estate market, re-localization, employment market Planning: regulations, development	NA	Computer Science : spontaneous growth
Meso	Economics: real estate market, transportation costs, amenities	Economics: network growth, offer and demand	Economics: investments, relocalizations, offer and demand, network planning
	Geography: land-use, centrality, urban sprawl, network effects	Transportation: investments, level of governance	Geography: land-use, network growth, population diffusion
	Planning/transportation: accessibility, land-use, relocalization, real estate market	Physics: topological correlations, hierarchy, congestion, local optimization, network maintenance	
Macro	Economics: economic growth, market, land-use, agglomeration, sprawl, competition	Economics: interactions between cities, investments	Economics: offer and demand
	Geography: accessibility, interaction between cities, relocalization, political history	Geography: interactions between cities, potential breakdown	Transportation: network coverage
	Transportation: accessibility, real estate market	Transportation: network planing	

Modèles LUTI

Cadre théorique pour les modèles *Land-use transport interaction*
[Wegener and Fürst, 2004]



Complexification des LUTI [Wegener and Fürst, 2004]

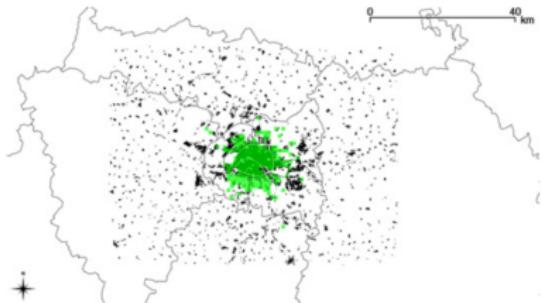


Processus dans des LUTI [Wegener and Fürst, 2004]

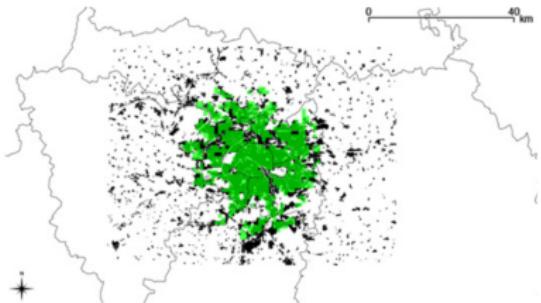
Models	Speed of change							
	Very slow		Slow		Fast		Immediate	
	Networks	Land use	Work-places	Housing	Employ-ment	Popula-tion	Goods transport	Travel
BOYCE	+				+	+		+
CUFM		+	+	+	+	+		
DELTA/START	+	+	+	+	+	+	+	+
HUDS				+	+	+		
IMREL	+	+	+	+	+	+		+
IRPUD	+	+	+	+	+	+		+
ITLUP	+	+			+	+		+
KIM	+				+	+	+	+
LILT	+	+	+	+	+	+		+
MEPLAN	+	+	+	+	+	+	+	+
METROSIM	+	+	+	+	+	+		+
MUSSA	+	+			+	+		+
POLIS		+			+	+		+
RURBAN		+			+	+		+
STASA	+	+	+	+	+	+	+	+
TRANUS	+	+	+	+	+	+	+	+
URBANSIM		+	+	+	+	+		+

Un exemple: le modèle Nedum

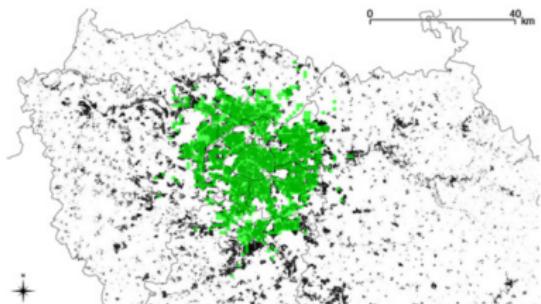
Interaction entre prix immobiliers, coût de transport et densité de population [Viguié et al., 2014]



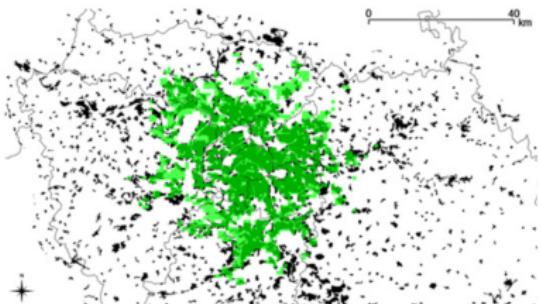
a) 1900



b) 1960



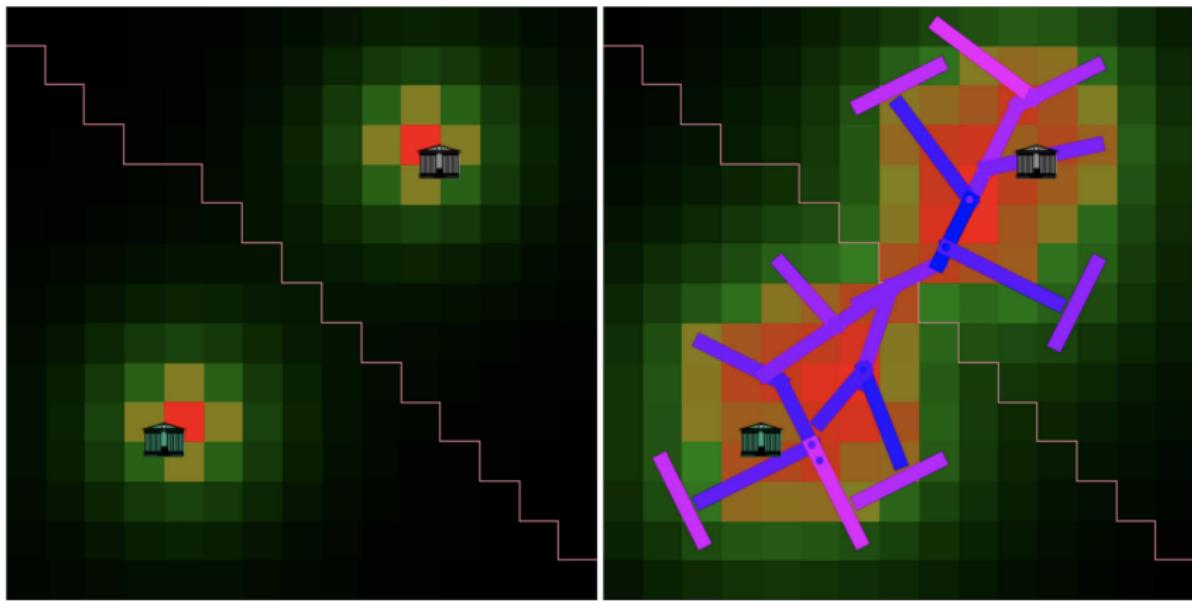
c) 1982



d) 2008

Modèle stylisé pour le test des méthodes

Relocalisations actifs/emplois basées sur un compromis entre accessibilité et densité, réseau de transport dynamique sur le temps long
[Le Néchet and Raimbault, 2015]



Modèle Dynamicity

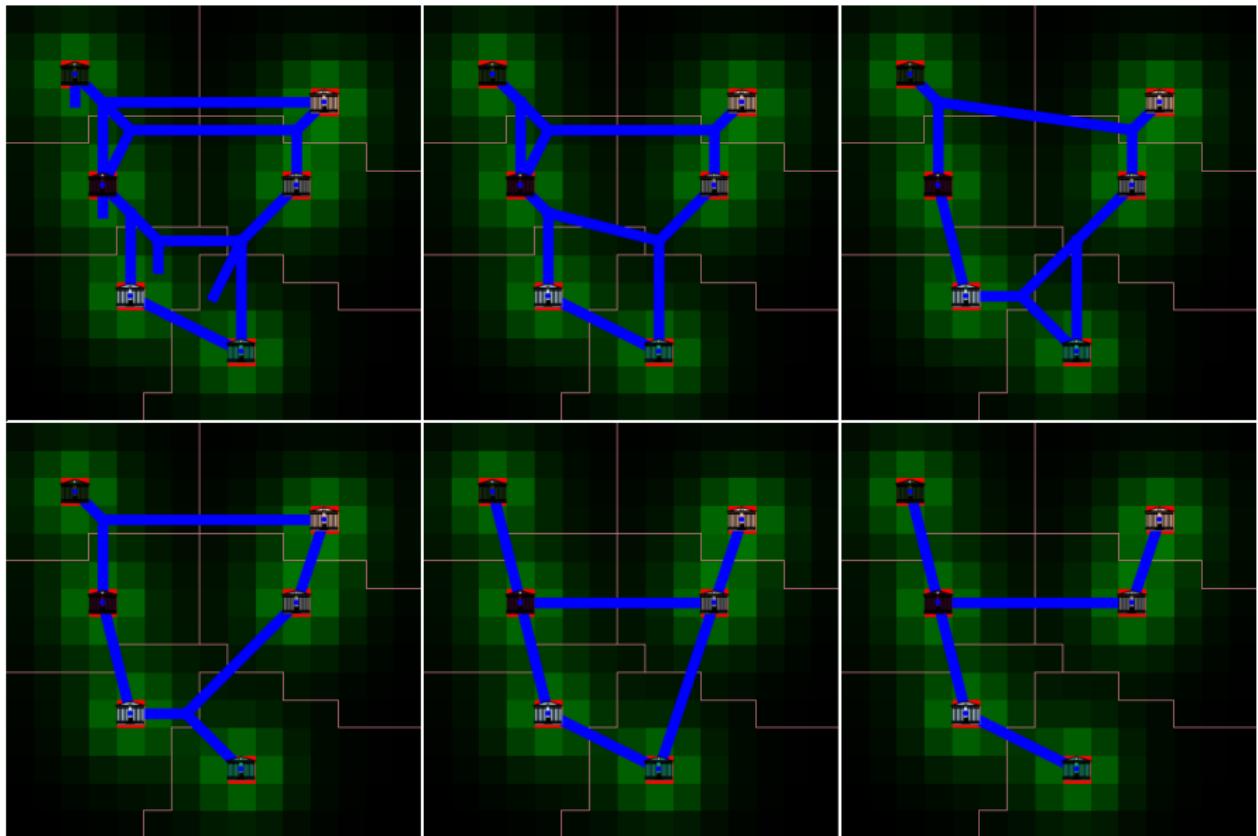
Basé sur le modèle UrbanSim, principalement modèle de choix discrets pour la (re-)localisation des actifs

- Offre d'emplois et réseaux de transport (multimodal) exogènes
- Structure de population synthétique générée par un modèle amont
- Croissance de la population à l'échelle de l'agglomération simulée générée par un modèle amont
- Localisation des nouveaux arrivants, successives, suivant un modèle de choix discrets, estimé sur la première année (par segments de population)

Pistes explorées

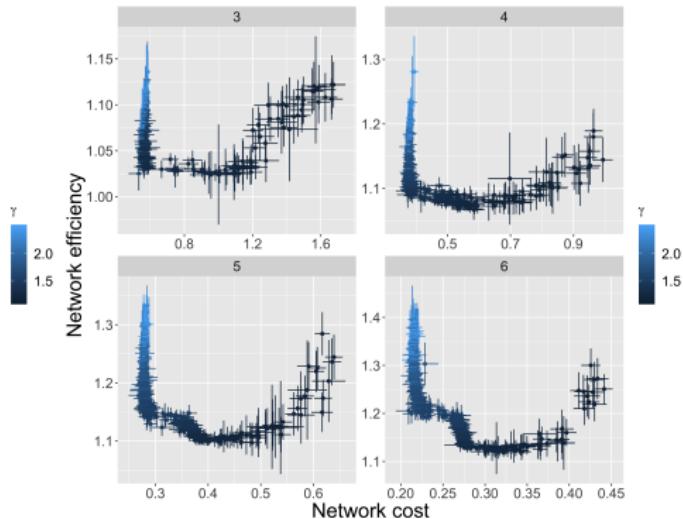
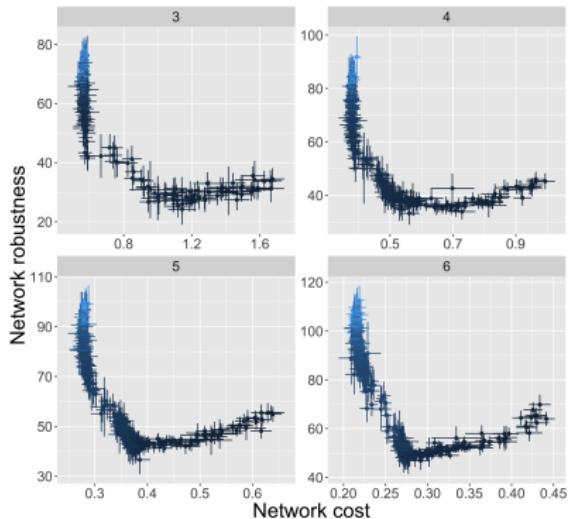
- Génération de réseaux stylisés (scenarios de transport)
- Sensibilité et optimisation
- Faits stylisés à vérifier
- Diversité

Modèle slime-mould pour générer des réseaux



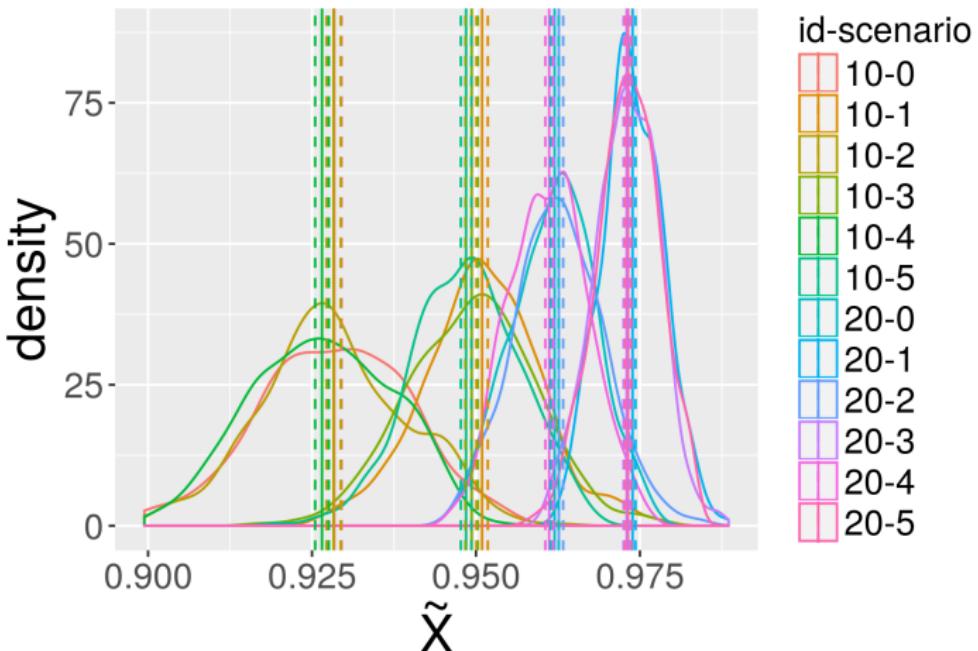
[Raimbault, 2018b]

Optimalité des réseaux générés



- Indicateurs de réseau :
 - coût relatif
 - performance [Banos and Genre-Grandpierre, 2012]
- Indicateurs de soutenabilité
 - évolution de l'accessibilité (performance, équité territoriale)
 - congestion
- Indicateurs de forme urbaine [Rimbault, 2018a]

Sensibilité aux scenarios



Parameter	β	γ_A	γ_E	λ	α	v_0	scenario	residuals
% variance	0.11	0.68	0.46	45.71	2.22	23.12	7.27	20.43

Faits stylisés

- “more accessible areas are developed faster”: $\rho [X_i, \Delta P_i] > 0$
- “employments locate in highly accessible areas”: $\rho [X_i, E_i] > 0$
- “good access \implies suburban dispersal \implies longer trips”:
 $\rho [X_i, t_i] > 0$ at the scale of a run, $\rho [\tilde{X}, \alpha_A] > 0$ on repetitions

→ piste à explorer: validation “qualitative” des faits stylisés par l’intermédiaire de calibration et de recherche de diversité

Calibration / Optimisation

1. *Etant donné paramètres exogènes fixés (coût de l'énergie, système économique et comportements résidentiels), quelles structures urbaines/scénarios de transport sont optimaux pour les indicateurs de soutenabilité contradictoire congestion/accessibilité ? Et réciproquement ?*
→ utilisation de calibration
2. *Pour un niveau atteignable de soutenabilité, existe-t-il des scénarios distincts contingents pour l'atteindre ?*
→ utilisation/test d'*inverse problem method* (algorithme OSE)

Modèle Dynamicity: recherche de diversité

Parameters correspond to a perturbation of the discrete choice model coefficients, i.e. a $\vec{\Delta\beta}_c$ such that the model is run with

$$U_{i,c} = (\vec{\beta}_c + \vec{\Delta\beta}_c) \cdot \vec{X}_{i,c}.$$

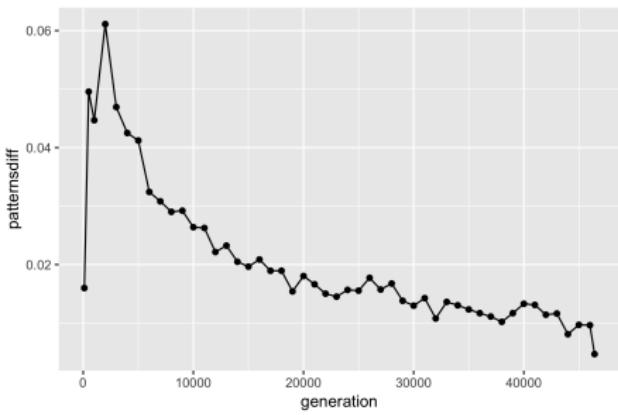
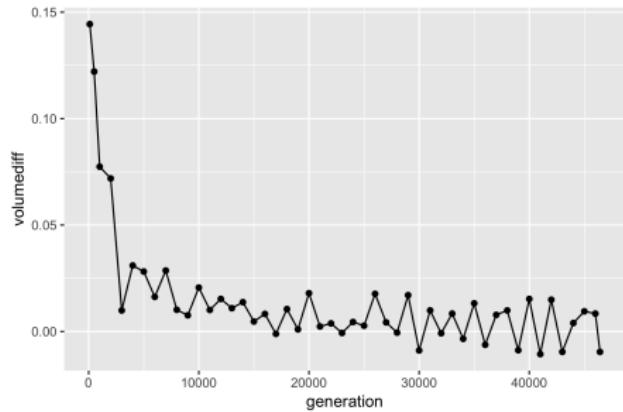
Boundaries are fixed depending on the confidence interval obtained during the estimation of the multinomial logit model: if $\vec{\beta}_c = (\beta_{c,j})_j$ et $\beta_{c,j} \in [\beta_{c,j}^-; \beta_{c,j}^+]$, we then take

$$|\Delta\beta_{c,j}| \in \delta_{c,j} \cdot (\beta_{c,j}^+ - \beta_{c,j}^-)$$

→ PSE algorithm on $\delta_{c,j}$

Modèle dynamicity

Convergence du nombre de patterns en très haute dimension ?



- dimension effective : $\simeq 4$ à 80% de variance (24 dimensions)
- réduction de dimension couplée à PSE ?

Développements

- Sensitivity to the network: application of the method developed by [Cottineau et al., 2017] to test the sensitivity to network topology and/or missing data
- Sensitivity to the traffic model used: for example compare the betweenness-based currently implemented to a SUE [Wardrop, 1952]
- Sensitivity to the synthetic population generator: couple with the analysis of the upstream model
- Temporal calibration on real trajectories ? historical data iris: partial dynamical calibration on intermediate aggregations

Conclusion

- des modèles très data-driven et appliqués en pratique, mais loin d'être systématiquement validés : enjeux significatifs pour des politiques evidence-based
- vers des modèles intégrés, interdisciplinaires et multi-échelles
- enjeux crucial pour les transitions durables (l'urbain et les territoires négligés des travaux mainstream sur le changement climatique)

Acknowledgments: thanks to the *EGI* for access to the infrastructure.

Reserve Slides

References I

-  Banos, A. and Genre-Grandpierre, C. (2012).
Towards new metrics for urban road networks: Some preliminary evidence from agent-based simulations.
In *Agent-based models of geographical systems*, pages 627–641.
Springer.
-  Cottineau, C., Raimbault, J., Le Texier, M., Le Néchet, F., and Reuillon, R. (2017).
Initial spatial conditions in simulation models: the missing leg of sensitivity analyses?
In *2017 International Conference on GeoComputation: Celebrating 21 Years of GeoComputation*.

References II

-  Le Néchet, F. and Rimbault, J. (2015).
Modeling the emergence of metropolitan transport authority in a polycentric urban region.
In *19th European Colloquium on Theoretical and Quantitative Geography 2015*.
-  Rimbault, J. (2018a).
Calibration of a density-based model of urban morphogenesis.
PloS one, 13(9):e0203516.
-  Rimbault, J. (2018b).
Des systèmes naturels aux systèmes urbains: génération de réseaux de transport optimaux par modèle slime-mould.
In *BioMim Expo 2018*.

References III

-  Viguié, V., Hallegatte, S., and Rozenberg, J. (2014).
Downscaling long term socio-economic scenarios at city scale: A case study on paris.
Technological forecasting and social change, 87:305–324.
-  Wardrop, J. G. (1952).
Some theoretical aspects of road traffic research.
In *Inst Civil Engineers Proc London/UK/*.
-  Wegener, M. and Fürst, F. (2004).
Land-use transport interaction: state of the art.
Available at SSRN 1434678.