

Caractérisation et modélisation de la co-évolution des réseaux de transport et des territoires

J. Raimbault^{1,2,3,*}

juste.raimbault@iscpif.fr

¹UPS CNRS 3611 ISCPif

³CASA, UCL

²UMR CNRS 8504 Géographie-cités

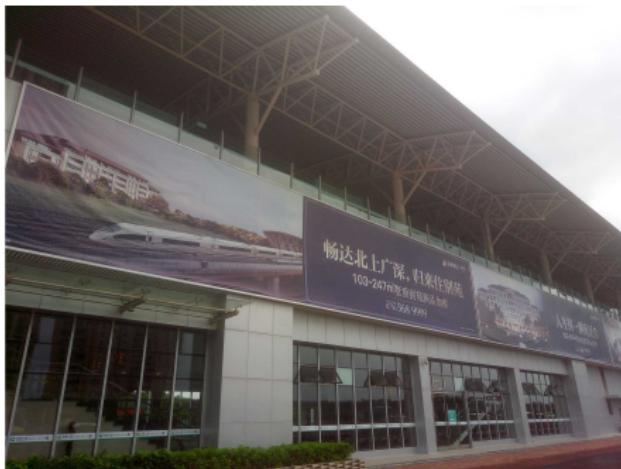
Prix de Thèse Systèmes Complexes

Lundi 17 juin 2019

Institut des Systèmes Complexes

Context scientifique

Interactions entre réseaux et territoires



Observation d'interactions entre transport et ville dans le Delta de la Rivière des Perles : promotion de la grande vitesse, développement urbain ciblé autour des gares.

Problématique de la thèse

Des dynamiques *co-évolutives* entre réseaux de transport et territoires suggérées par de nombreux travaux (Théorie Evolutive des Villes).

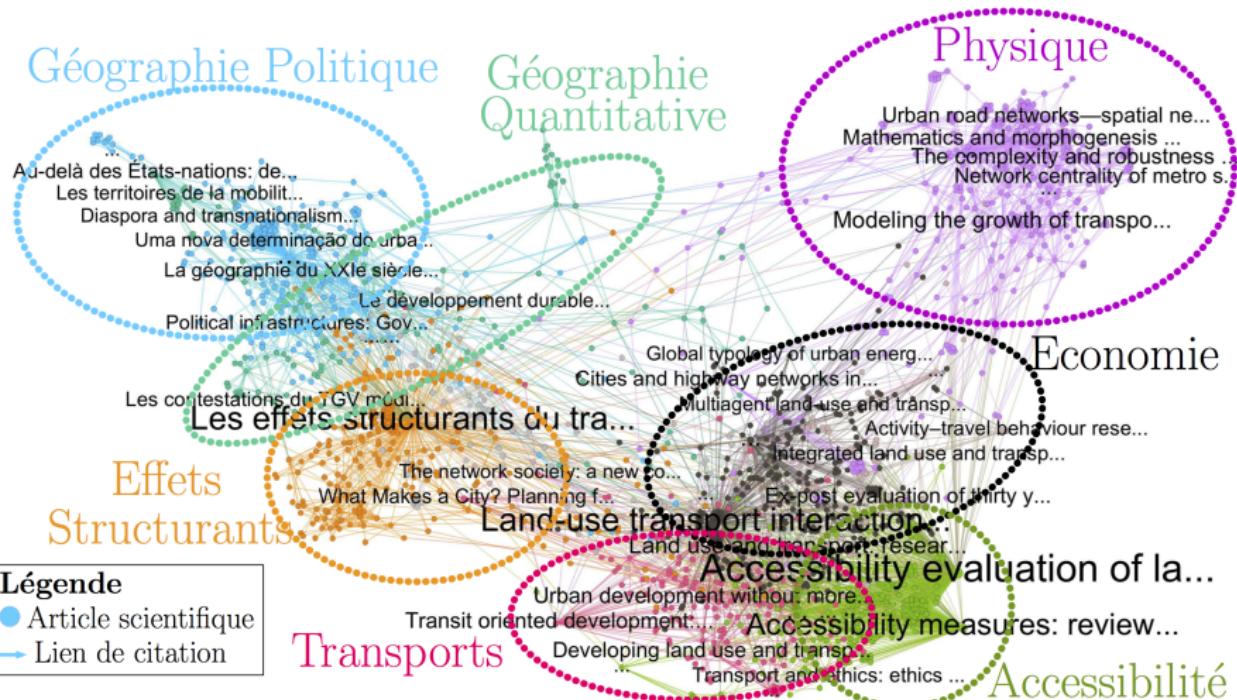
Axe 1 : *Comment définir et caractériser empiriquement ces dynamiques co-évolutives ?*

→ Connaissance par les seules études empiriques qui reste limitée.

Axe 2 : *Comment modéliser la co-évolution des réseaux de transport et des territoires ?*

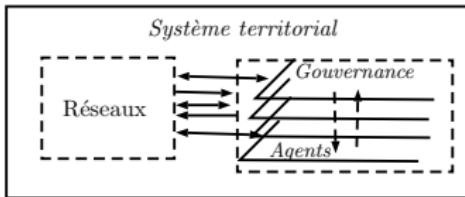
→ Utilisation de la modélisation comme outil de connaissance.

Vers une modélisation ? Cartographie des disciplines



*Multiples points de vue sur les mêmes objets,
autant de façons complémentaires de les modéliser.*

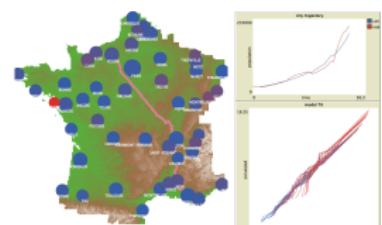
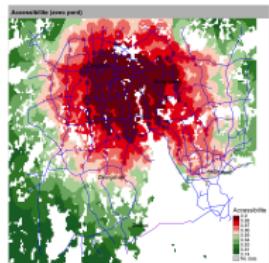
Lecture par les domaines de connaissance



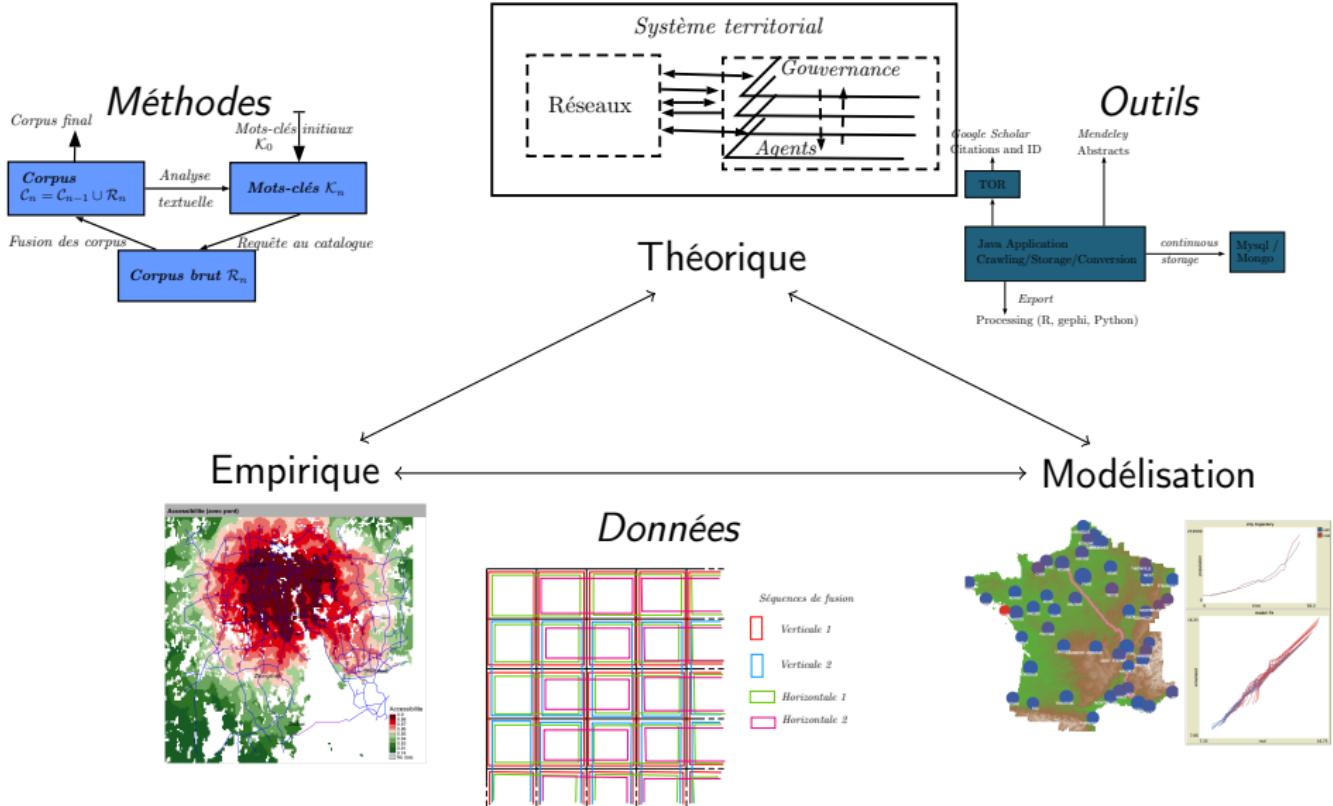
Théorique

Empirique

Modélisation



Lecture par les domaines de connaissance



Entrée théorique : définitions

Objets :

- Villes et territoires lus au prisme de la *Théorie Evolutive des Villes*
- Réseaux de transport comme matérialisation de “projets transactionnels”, suivant la *Théorie Territoriale des Réseaux*

Processus :

Une définition de la co-évolution à trois niveaux :

- ❶ niveau des agents
- ❷ niveau des populations d'agents (niches)
- ❸ niveau global du système

Entrées :

- ❶ Entrée empirique (niveau microscopique)
- ❷ Entrée par la morphogenèse (niveau de la niche)
- ❸ Entrée par la théorie évolutive (niveau global)

Entrée théorique : définitions

Objets :

- Villes et territoires lus au prisme de la *Théorie Evolutive des Villes*
- Réseaux de transport comme matérialisation de “projets transactionnels”, suivant la *Théorie Territoriale des Réseaux*

Processus :

Une définition de la co-évolution à trois niveaux :

- ❶ niveau des agents
- ❷ niveau des populations d'agents (niches)
- ❸ niveau global du système

Entrées :

- ❶ Entrée empirique (niveau microscopique)
- ❷ Entrée par la morphogenèse (niveau de la niche)
- ❸ Entrée par la théorie évolutive (niveau global)

Entrée théorique : définitions

Objets :

- Villes et territoires lus au prisme de la *Théorie Evolutive des Villes*
- Réseaux de transport comme matérialisation de “projets transactionnels”, suivant la *Théorie Territoriale des Réseaux*

Processus :

Une définition de la co-évolution à trois niveaux :

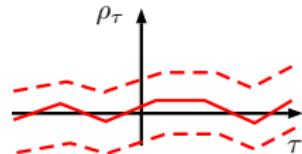
- ❶ niveau des agents
- ❷ niveau des populations d'agents (niches)
- ❸ niveau global du système

Entrées :

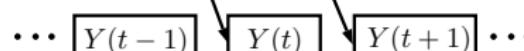
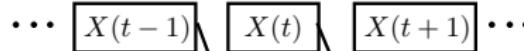
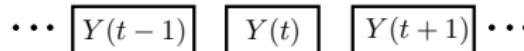
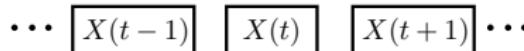
- ❶ Entrée empirique (niveau microscopique)
- ❷ Entrée par la morphogenèse (niveau de la niche)
- ❸ Entrée par la théorie évolutive (niveau global)

Elaboration d'une méthode de caractérisation

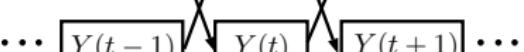
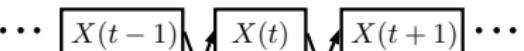
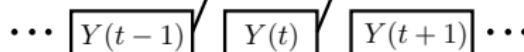
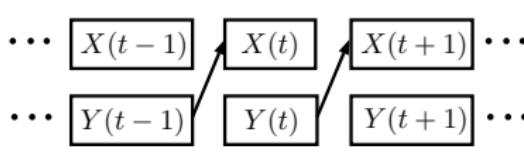
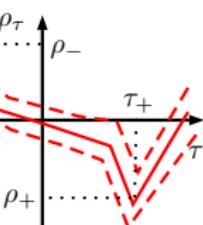
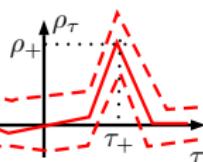
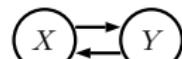
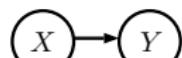
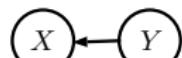
Corrélation retardée estimée



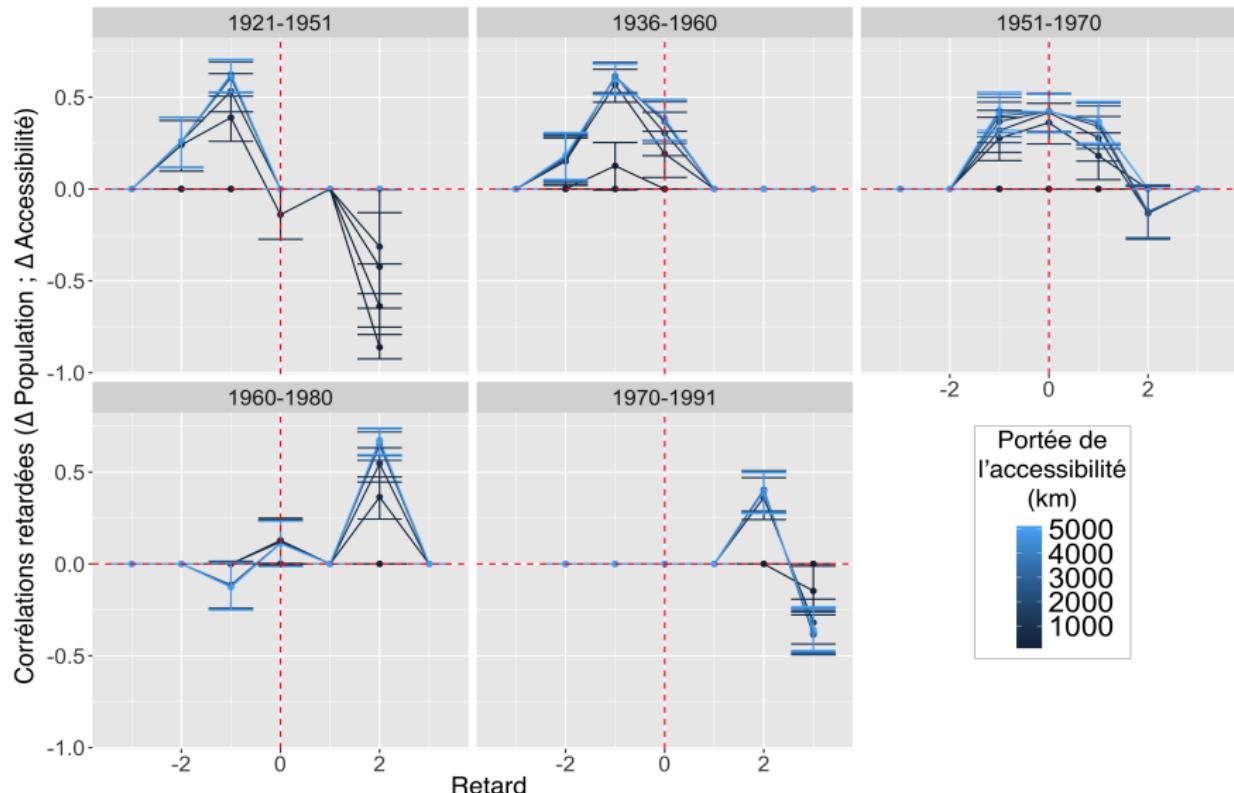
Interprétation : évolution temporelle



Synthèse : graphe causal

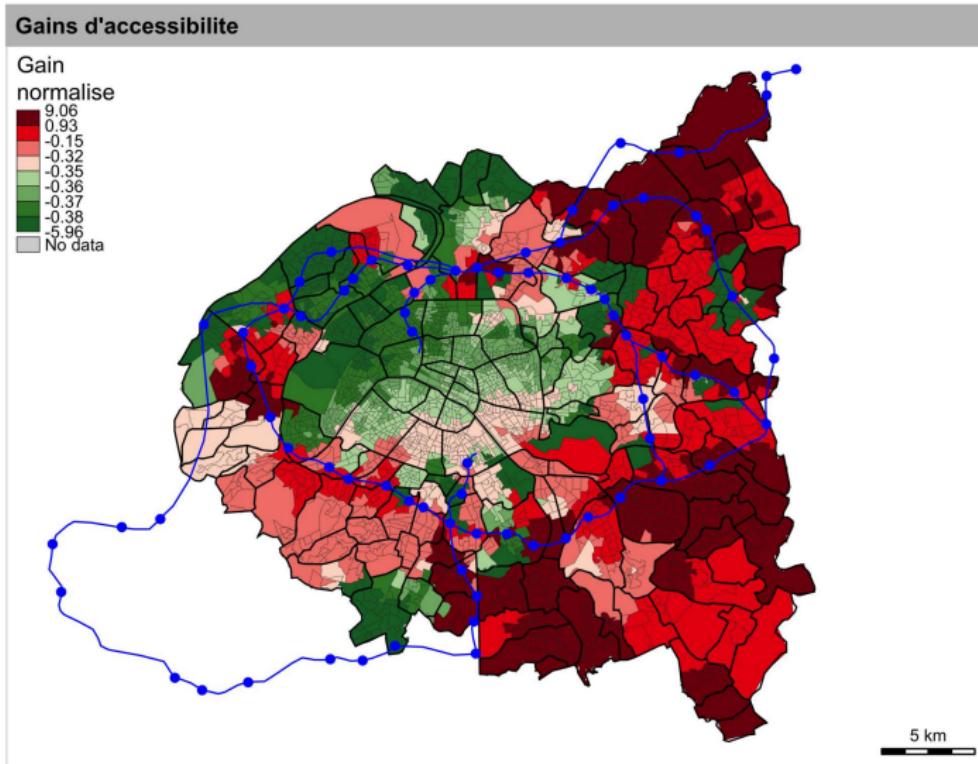


Des observations empiriques contrastées



Inversion du sens de la causalité entre croissance des populations et de l'accessibilité ferroviaire en Afrique du Sud au cours du 20ème siècle

Des observations empiriques contrastées



Relations plus complexes dans le cas du gain d'accessibilité permis par le Grand Paris Express et les dynamiques socio-économiques des territoires

Echelle macroscopique :

- Modèles d'interaction entre villes incluant le réseau →
*Démonstration d'effets de réseau ; exploration
des régimes d'interaction*

Echelle mesoscopique :

- Modèle de morphogenèse couplant forme urbaine et réseau
→ *Complémentarité de multiples processus ; calibration au premier
et second ordre*
- Extension et exploration du modèle Lutecia, incluant la gouvernance
du système de transport

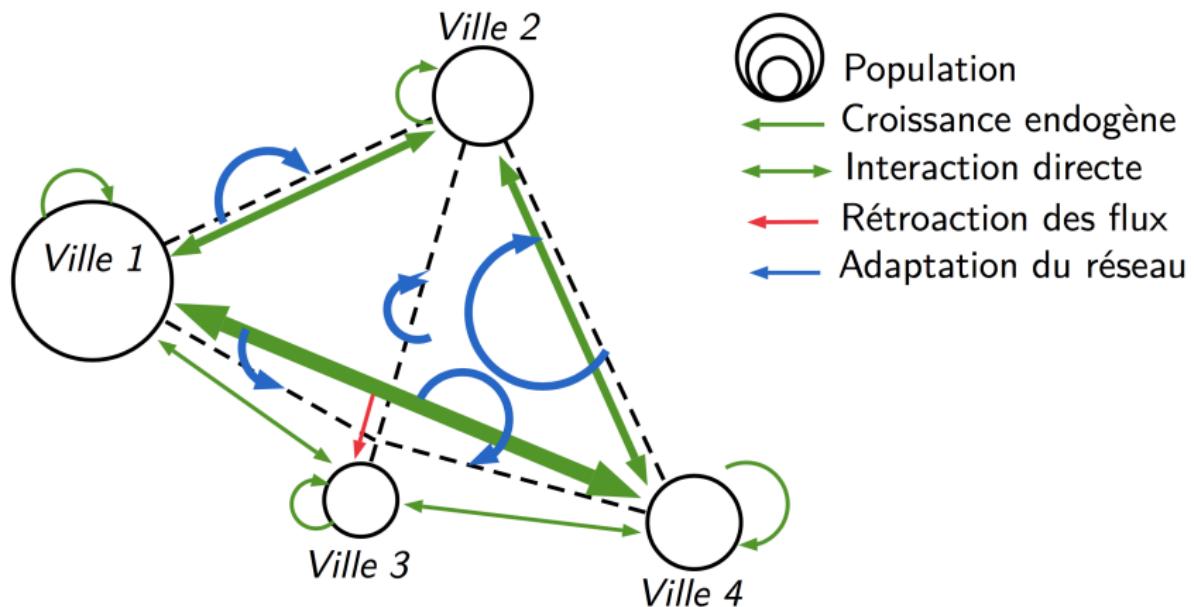
Echelle macroscopique :

- Modèles d'interaction entre villes incluant le réseau →
*Démonstration d'effets de réseau ; exploration
des régimes d'interaction*

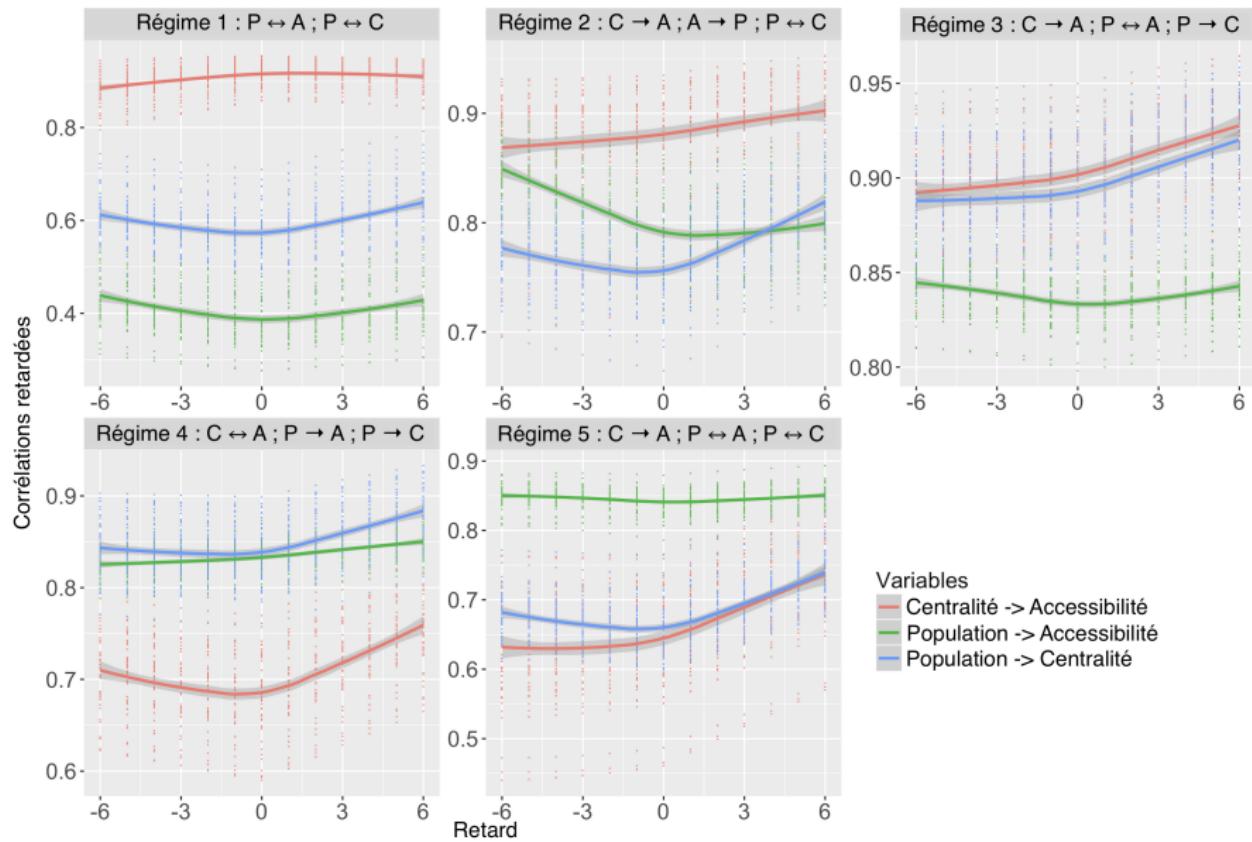
Echelle mesoscopique :

- Modèle de morphogenèse couplant forme urbaine et réseau
→ *Complémentarité de multiples processus ; calibration au premier
et second ordre*
- Extension et exploration du modèle Lutecia, incluant la gouvernance
du système de transport

Modèle macroscopique d'interaction



Modèles macroscopiques : régimes de co-évolution

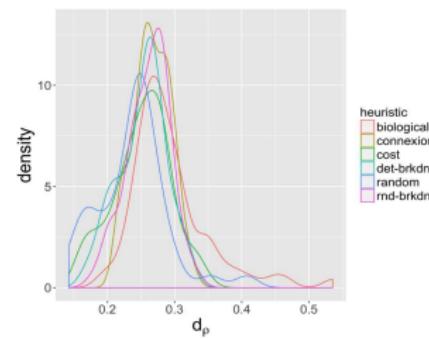
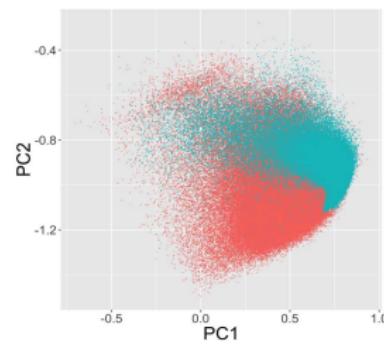
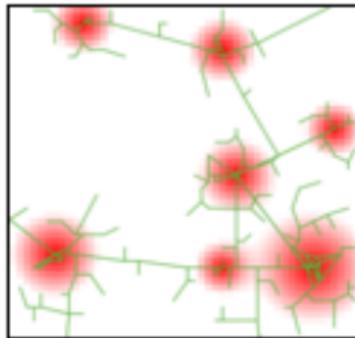
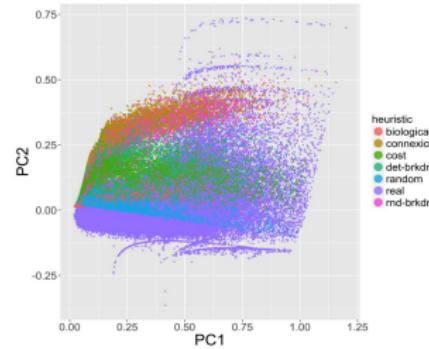
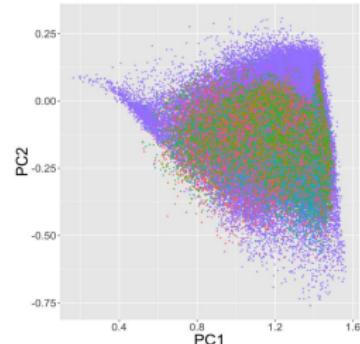
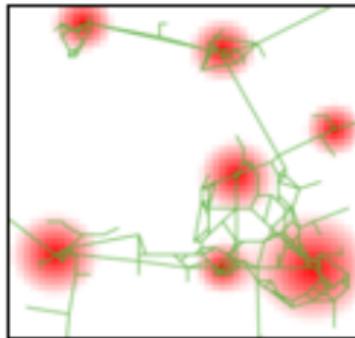


Multiples régimes mis en évidence dans des configurations synthétiques

Modèles mésoscopiques

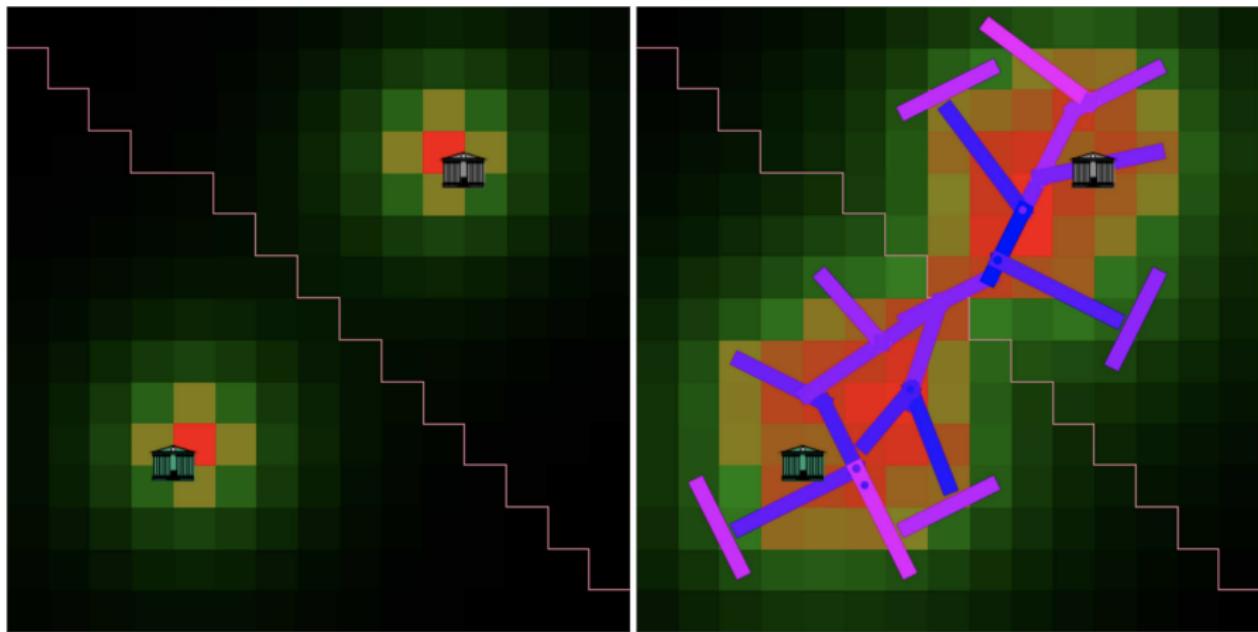
Relation entre forme et fonction (morphogenèse) comme paradigme pour modéliser la co-évolution à l'échelle mésoscopique.

Un modèle par réaction-diffusion et multi-modélisation de la croissance du réseau : complémentarité des heuristiques, calibration sur les formes et leurs corrélations

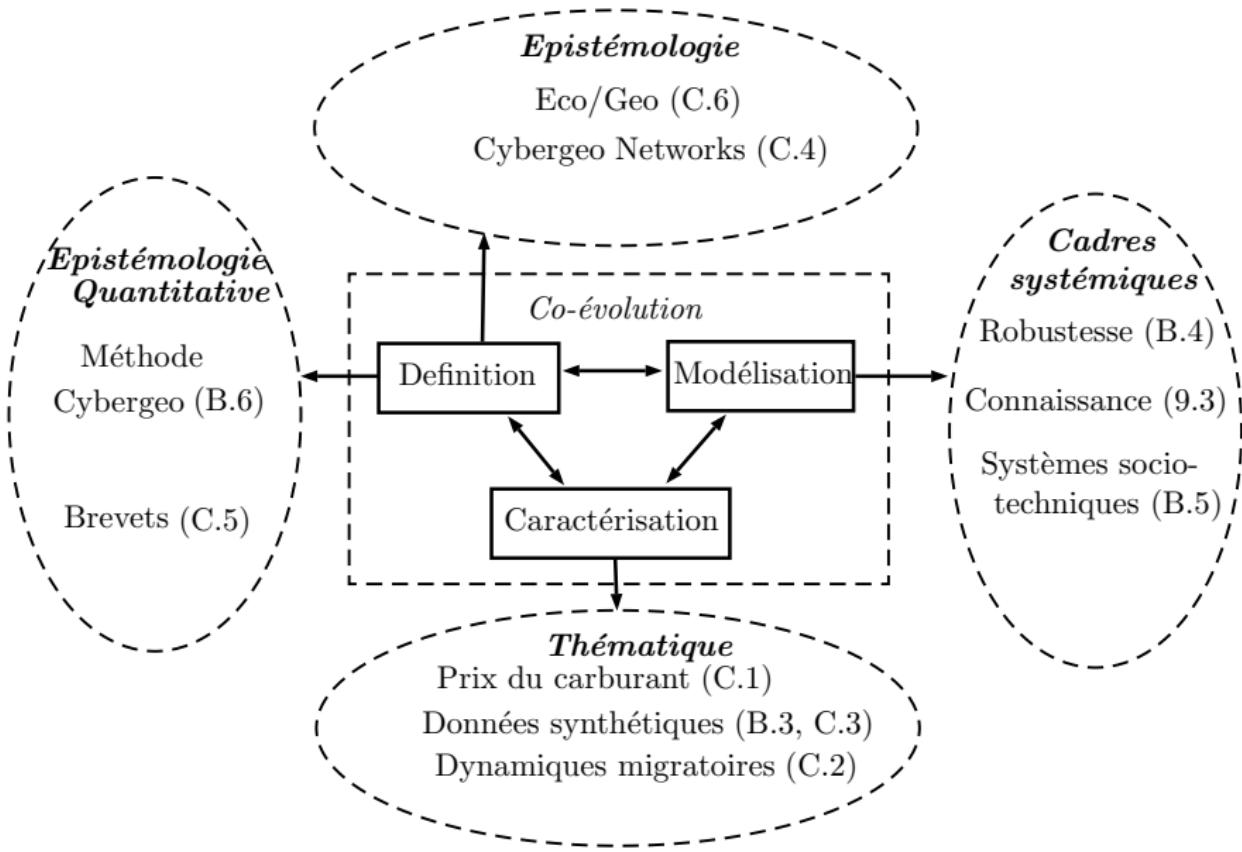


Modèles mésoscopiques

Le modèle Lutecia : vers une prise en compte de la gouvernance pour la croissance des réseaux de transport



Mise en perspective



Contributions

- *Définition* : relecture possible de la théorie évolutive, ouvre des ponts vers l'économie géographique
- *Caractérisation* : nombreuses perspectives d'applications en géographie, en sciences territoriales
- *Modélisation* : des modèles interdisciplinaires ayant vocation à être couplés et réutilisés

Perspectives

- Adaptation de Lutecia pour le développement de méthodes d'exploration de modèles spatiaux (développement d'OpenMole)
- *Vers des théories intégrées des systèmes territoriaux* : modèles multi-échelles et couplage de la théorie évolutive avec la théorie du *Scaling*.

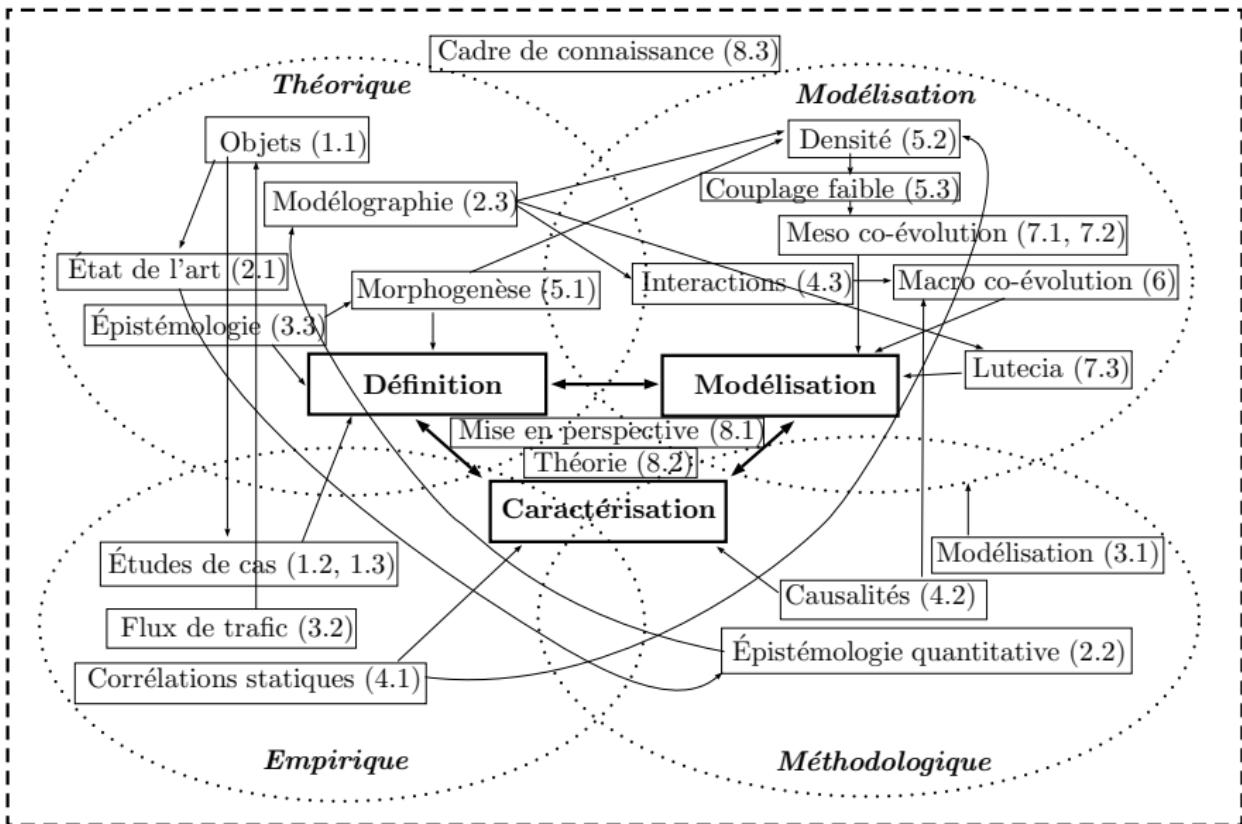
Contributions

- *Définition* : relecture possible de la théorie évolutive, ouvre des ponts vers l'économie géographique
- *Caractérisation* : nombreuses perspectives d'applications en géographie, en sciences territoriales
- *Modélisation* : des modèles interdisciplinaires ayant vocation à être couplés et réutilisés

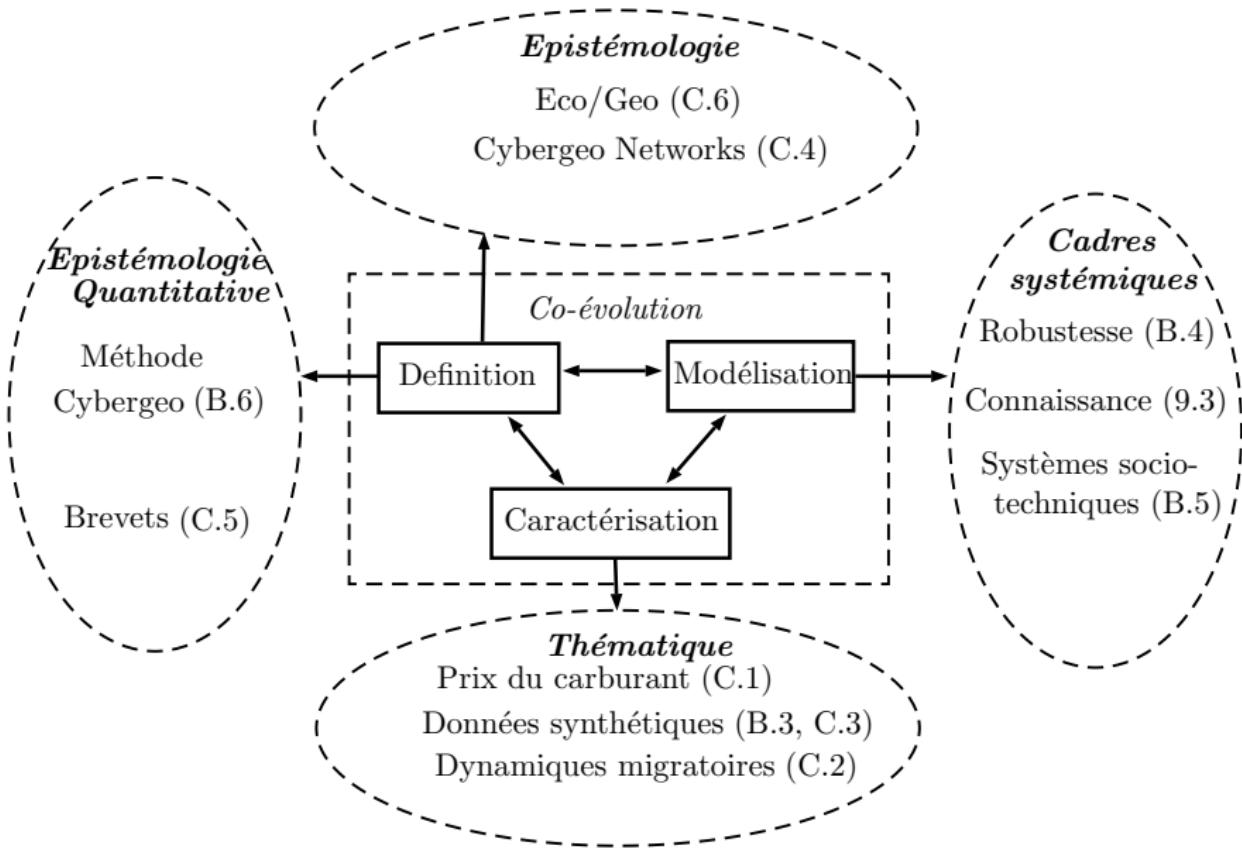
Perspectives

- Adaptation de Lutecia pour le développement de méthodes d'exploration de modèles spatiaux (développement d'OpenMole)
- *Vers des théories intégrées des systèmes territoriaux* : modèles multi-échelles et couplage de la théorie évolutive avec la théorie du *Scaling*.

Problématique et plan dans les domaines de connaissance



Mise en perspective



Analyse réflexive