

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

J. Raimbault<sup>1,2,\*</sup>

[juste.raimbault@iscpif.fr](mailto:juste.raimbault@iscpif.fr)

<sup>1</sup>UMR CNRS 8504 Géographie-cités

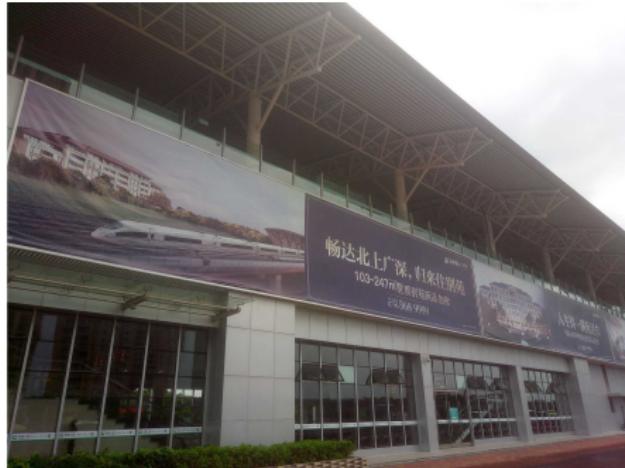
<sup>2</sup>UMR-T IFSTTAR 9403 LVMT

Soutenance de Thèse

*Institut des Systèmes Complèxes*

Lundi 11 juin 2018

# Interactions entre réseaux et territoires

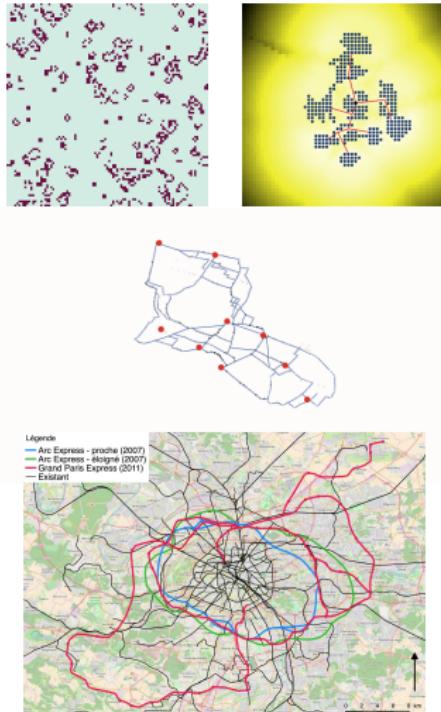


*Observation d'interactions entre transport et ville dans le Delta de la Rivière des Perles : promotion de la grande vitesse, développement urbain ciblé autour des gares.*

# Une approche originale

## Parcours personnel

- Ingénieur généraliste
  - Intérêt pour l'objet ville : expériences en architecture et urbanisme, puis formation aux Ponts et Chaussées
  - Une transition progressive vers les sciences humaines et la géographie, tout en gardant un ancrage fort dans les systèmes complexes
- *Une articulation entre théorique et thématique.*



# Problématique de la thèse

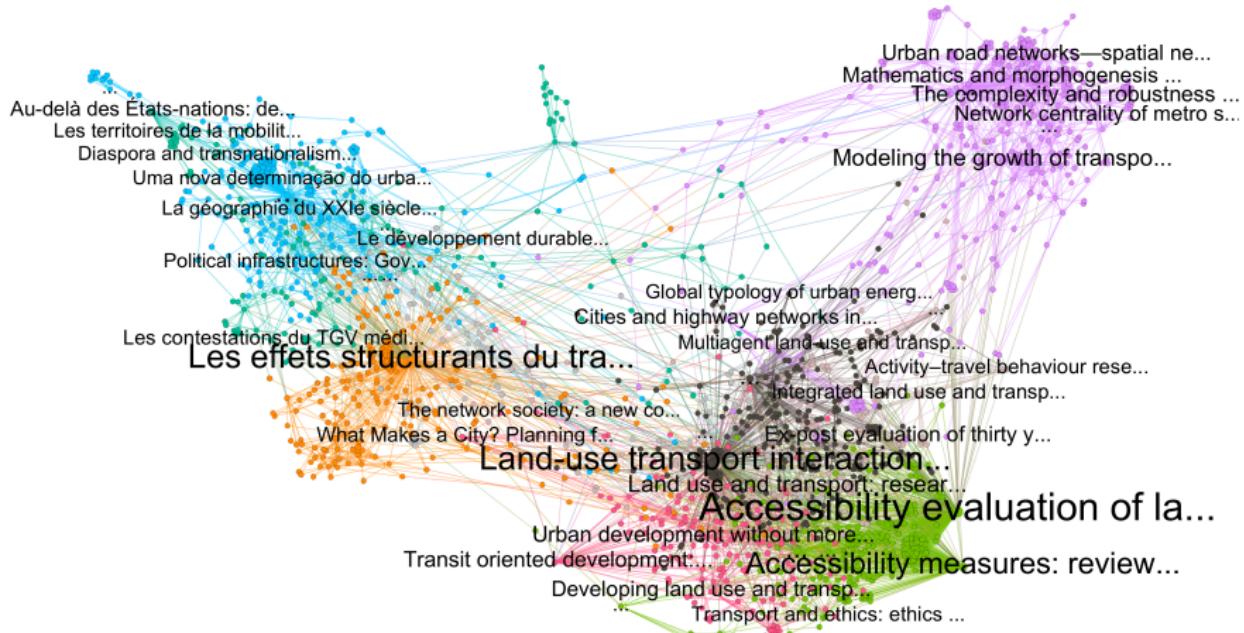
Des dynamiques *co-évolutives* entre réseaux de transport et territoires suggérées par de nombreux travaux (Théorie Evolutive des Villes)

**Axe 1 :** *Proposition d'une définition et d'une méthode de caractérisation empirique des ces dynamiques co-évolutives.*

Connaissance limitée par les seules études empiriques (données pauvres, cas d'étude, temps long, couplage fort): utilisation de la modélisation comme outil de connaissance.

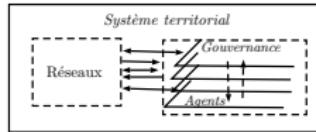
**Axe 2 :** *Construction de modèles de co-évolution des réseaux de transport et des territoires.*

# Vers une modélisation ? Cartographie des disciplines



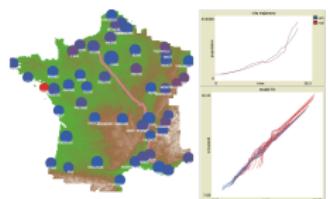
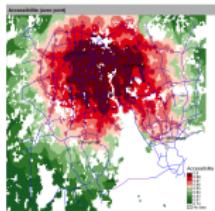
*Multiples points de vue sur les mêmes objets, autant de façons complémentaires de les modéliser.*

# Lecture par les domaines de connaissance

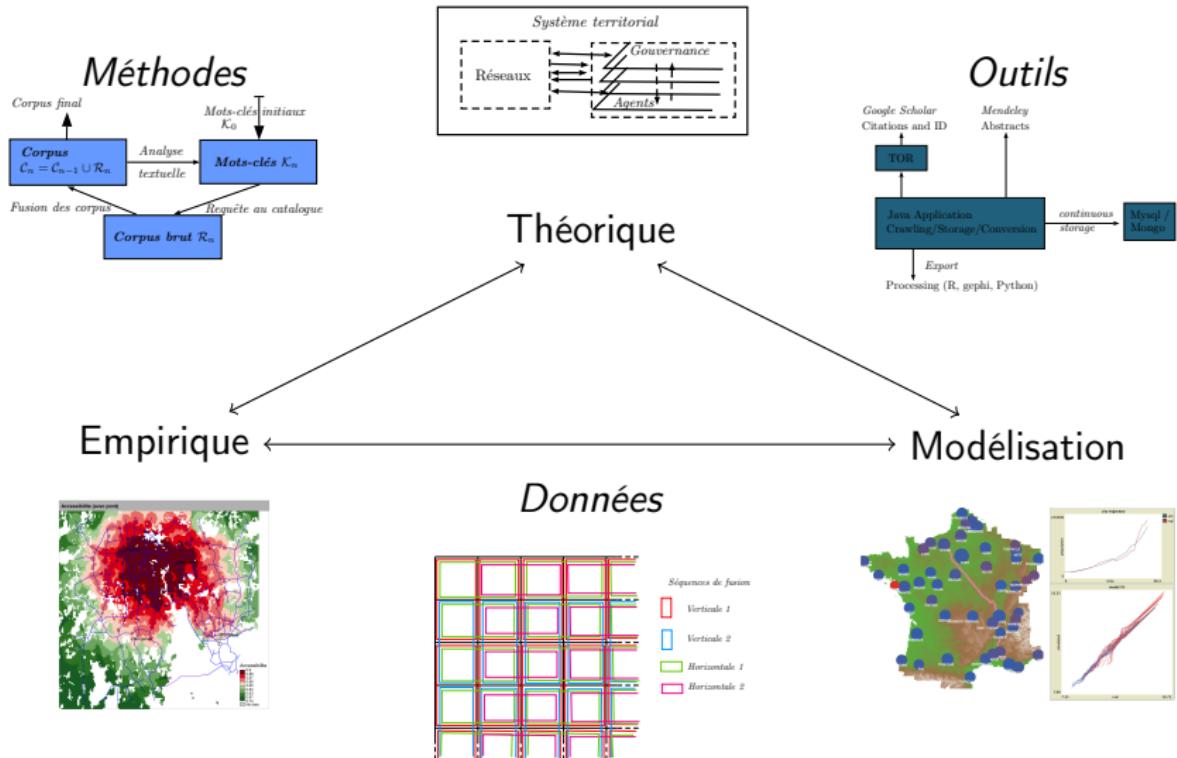


Théorique

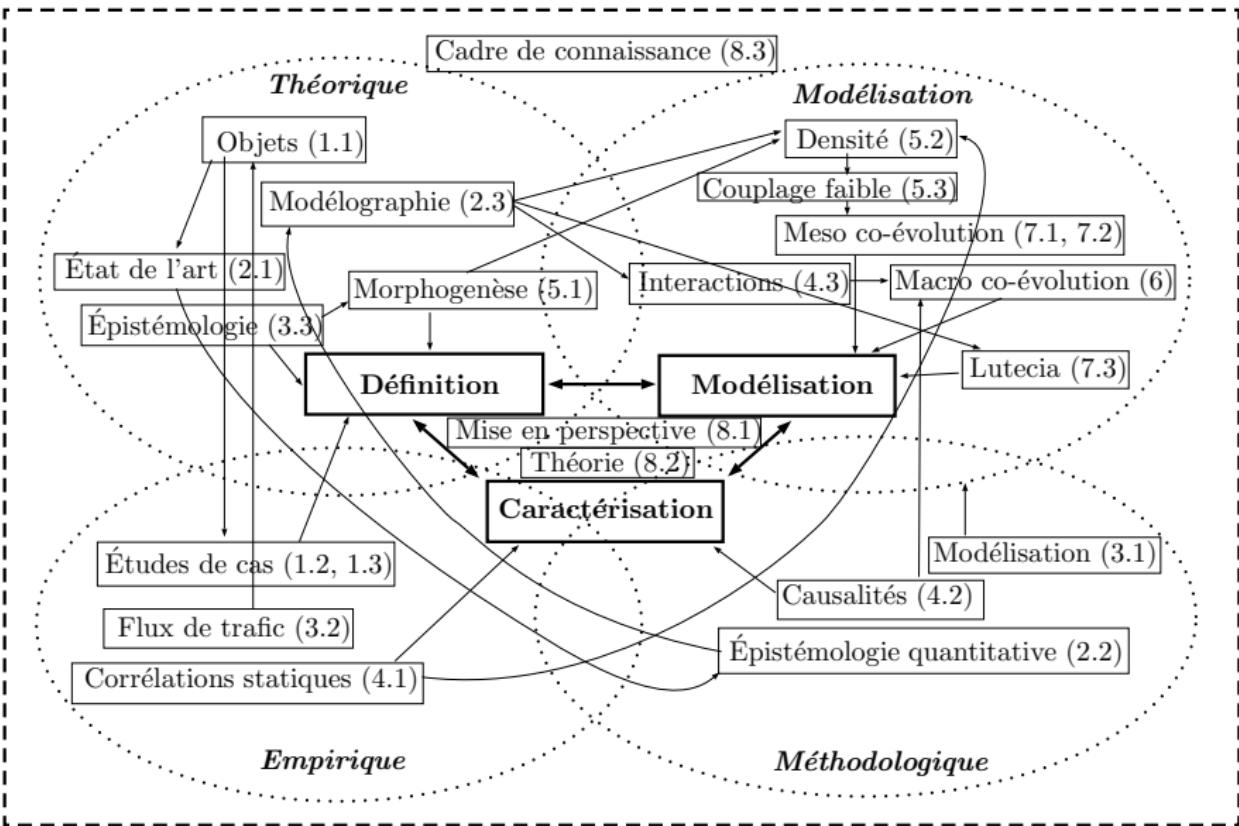
Empirique ← → Modélisation



# Lecture par les domaines de connaissance



# Problématique et plan dans 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 :

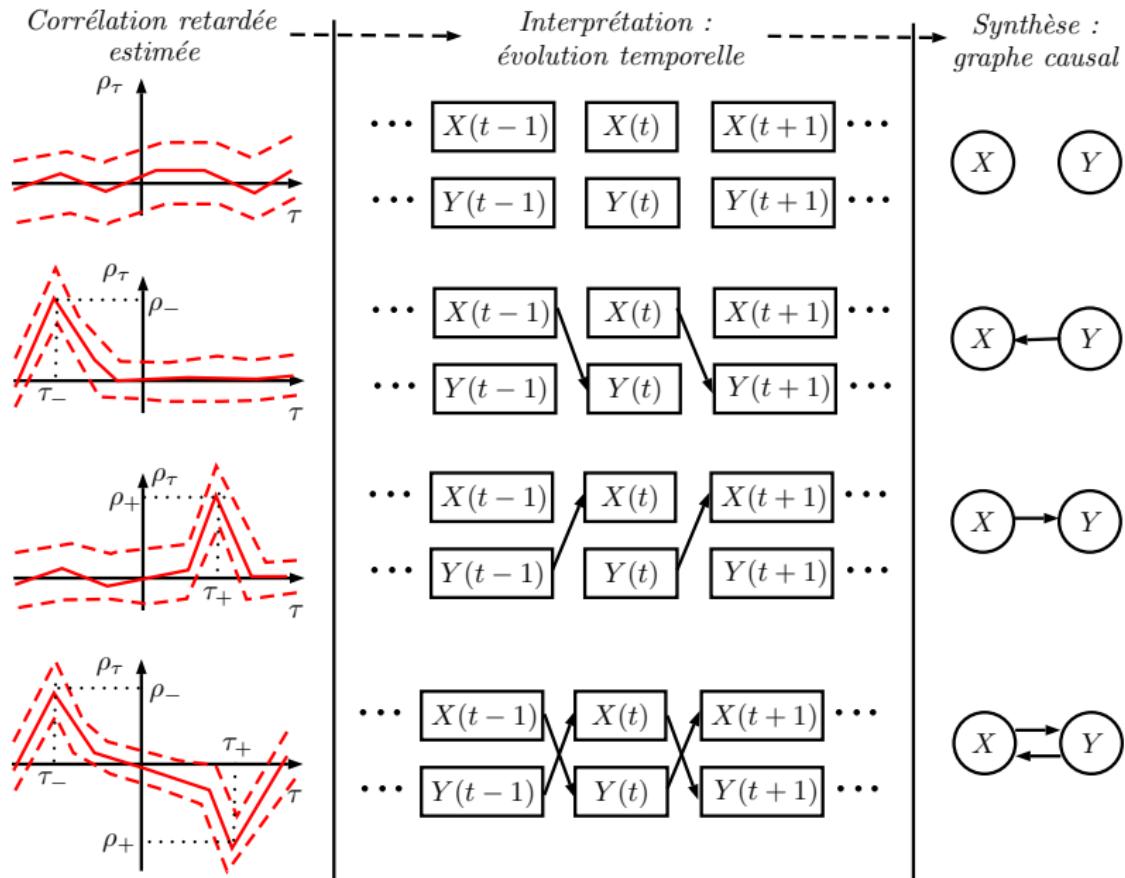
*Une définition de la co-évolution à trois niveaux :*

- ① niveau individuel d'individus donnés
- ② niveau statistique des populations d'individus
- ③ niveau global du système

## Entrées :

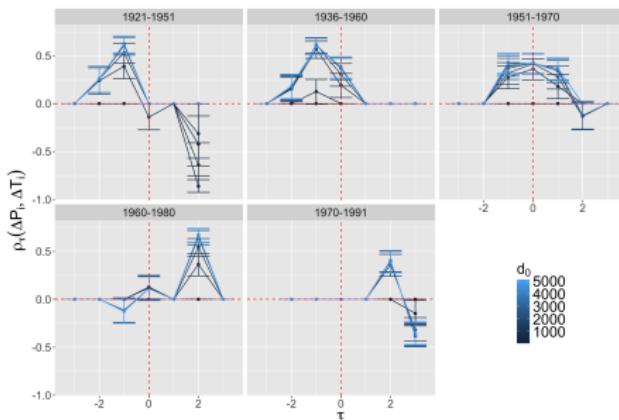
- ① Une entrée par la morphogenèse correspond à la notion de niche et l'échelle mésoscopique
- ② Une entrée systémique par la théorie évolutive à l'échelle macroscopique

# Elaboration d'une méthode de caractérisation

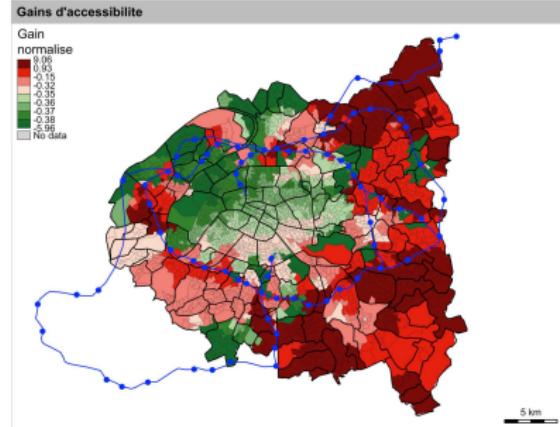


# Des observations empiriques contrastées

Application de la méthode de caractérisation à des cas d'études à différentes échelles



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



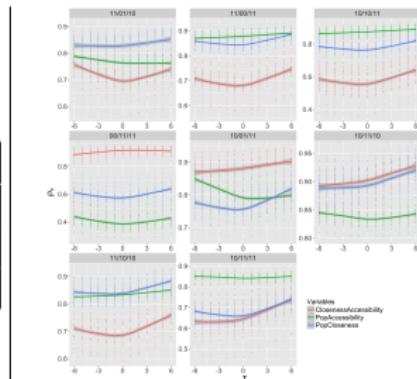
*Relations plus complexes dans le cas du gain d'accessibilité permis par le Grand Paris Express et les dynamiques socio-économiques des territoires*

# Modèles macroscopiques

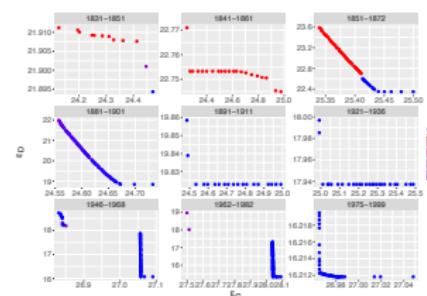
Famille de modèles d'interaction dans un système de villes, basés sur les flux entre villes, incluant effets directs des flux, rétroactions par les flux traversés, rétroactions sur la vitesse du réseau.

Modèle	$\Delta AIC$	$\Delta BIC$
Pol.	19.6	3.7
Log-pol.	125.4	109.4
Pol.-gen.	11.7	-4.2

Effets de réseau robustes au surajustement révélés par le modèle avec réseau statique



Multiples régimes mis en évidence dans des configurations synthétiques

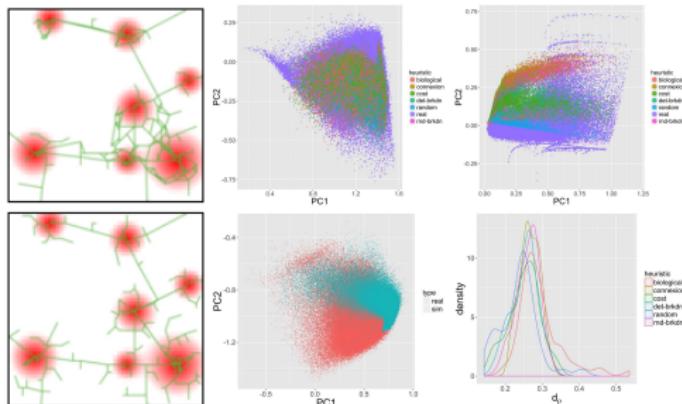


Calibration sur données de population et ferroviaires pour le système de villes français (1830-1999)

# Modèles mésoscopiques

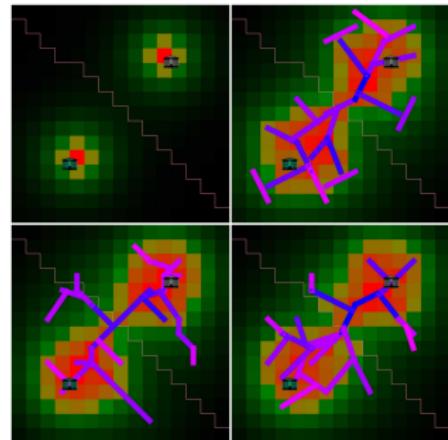
Relation entre forme et fonction (morphogenèse) comme paradigme pour modéliser la co-évolution à l'échelle mésoscopique.

*Un modèle de morphogenèse par réaction-diffusion et multi-modélisation de la croissance du réseau*

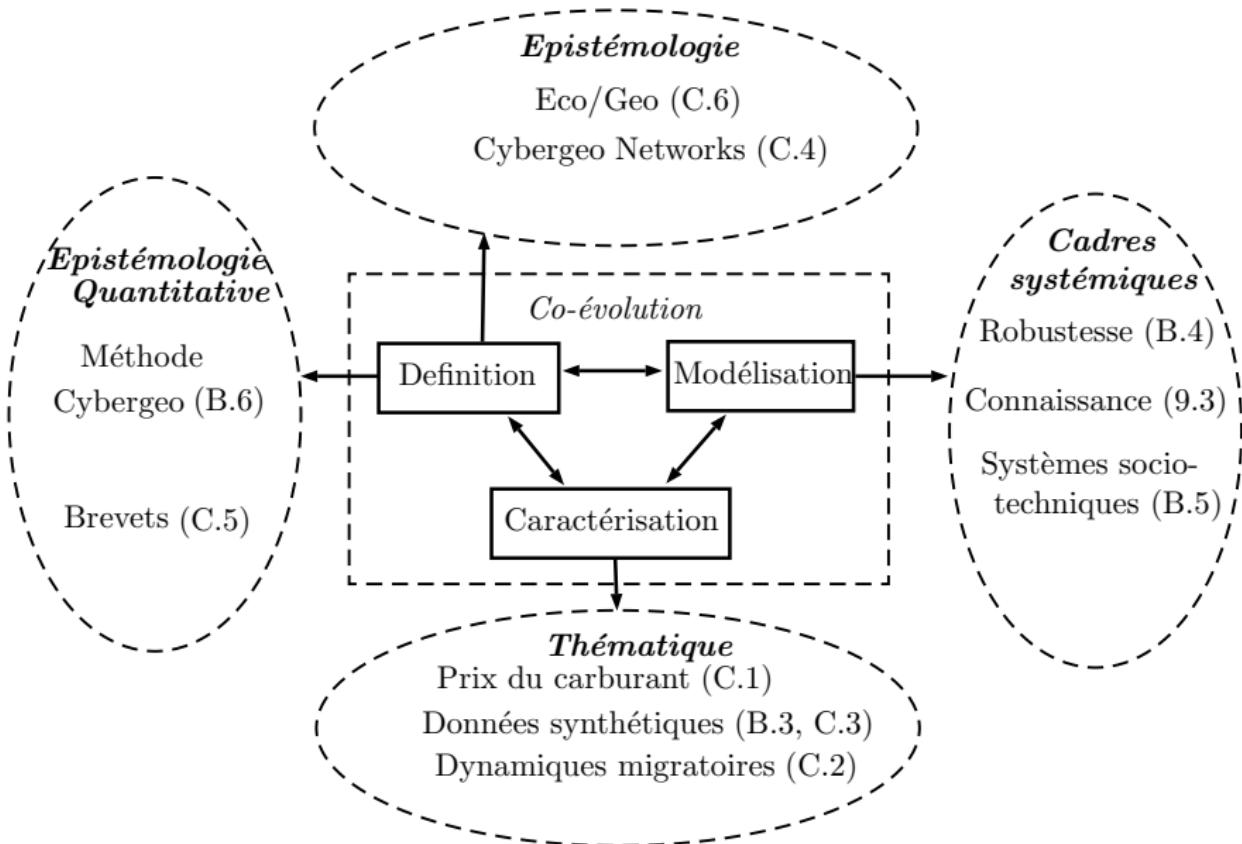


- Complémentarité des heuristiques de réseau
- Calibration sur les formes et leurs corrélations

*Le modèle Lutecia : vers une intégration des processus de gouvernance*



# Mise en perspective



## Développements

- Adaptation de Lutecia pour le développement de méthodes d'exploration de modèles spatiaux (développement d'OpenMole)
- Multi-modélisation de la co-évolution à l'échelle macroscopique

## Perspectives

- *Extension des méthodes d'exploration des modèles de simulation spatiaux* : données spatiales synthétiques, multi-modélisation et surajustement, robustesse des algorithmes génériques à la stochasticité.
- *Vers des théories intégrées des systèmes territoriaux* : modèles multi-échelle et couplage de la théorie évolutive avec le *Scaling*, réflexivité et épistémologie, intelligence artificielle.