



Les modèles agents en géographie : différents courants

(Version préliminaire de janvier 2005)

Lena SANDERS

Equipe P.A.R.I.S., UMR Géographie-cités

CNRS - Université Paris 1 – Université Paris 7 – ENS Lyon

Théo Quant, 27 janvier 2005, Besançon

Les modèles agents en géographie: différents courants (Version préliminaire de janvier 2005)

Principales oppositions :

- Niveau de formalisation: micro / meso
- Interprétation des avancées associées rupture épistémologique / idées anciennes
- Processus privilégiés bottom up / top down ; proximité / réseau

Vers des modèles hybrides :

- sur le plan méthodologique
- du point de vue des niveaux de modélisation

Les modèles agents pour simuler des phénomènes spatiaux



Niveau de modélisation

Objectif : simuler

Exemples

Micro

Individu, ménage, entreprise...

la réalité observée

SVERIGE - ILUMASS

un « fait stylisé »

« Peripherisation model »

le résultat d'une théorie

Meso

Ville, région...

la réalité observée

EUROSIM

un « fait stylisé »

SIMPOP

La Time-geography comme source d'inspiration de la microsimulation spatiale



- Idées de base contenues dans le modèle de diffusion des innovations de Hägerstrand (1953) :
 - actions issues du comportement d'acteurs individuels (personnes, ménages, entreprises)
 - acteurs, ressources et contraintes sont localisés dans l'espace, et agissent sur la succession des événements
 - actions et événements influencés par les **caractéristiques individuelles des acteurs**, par le **contexte environnemental**, et par les **actions des autres acteurs**
 - succession des événements influencée par un facteur aléatoire

- Et dans le cadre conceptuel de la Time-geography:
 - Interactions entre des acteurs individuels qui ont des **intentions**, des **devoirs**, qui élaborent des **projets**, et qui subissent des **contraintes**, dans un contexte spatio-temporel

Source: Holm et al., 2004, The SVERIGE spatial microsimulation model

Prévisions avec le modèle de microsimulation SVERIGE : niveau macro-géographique

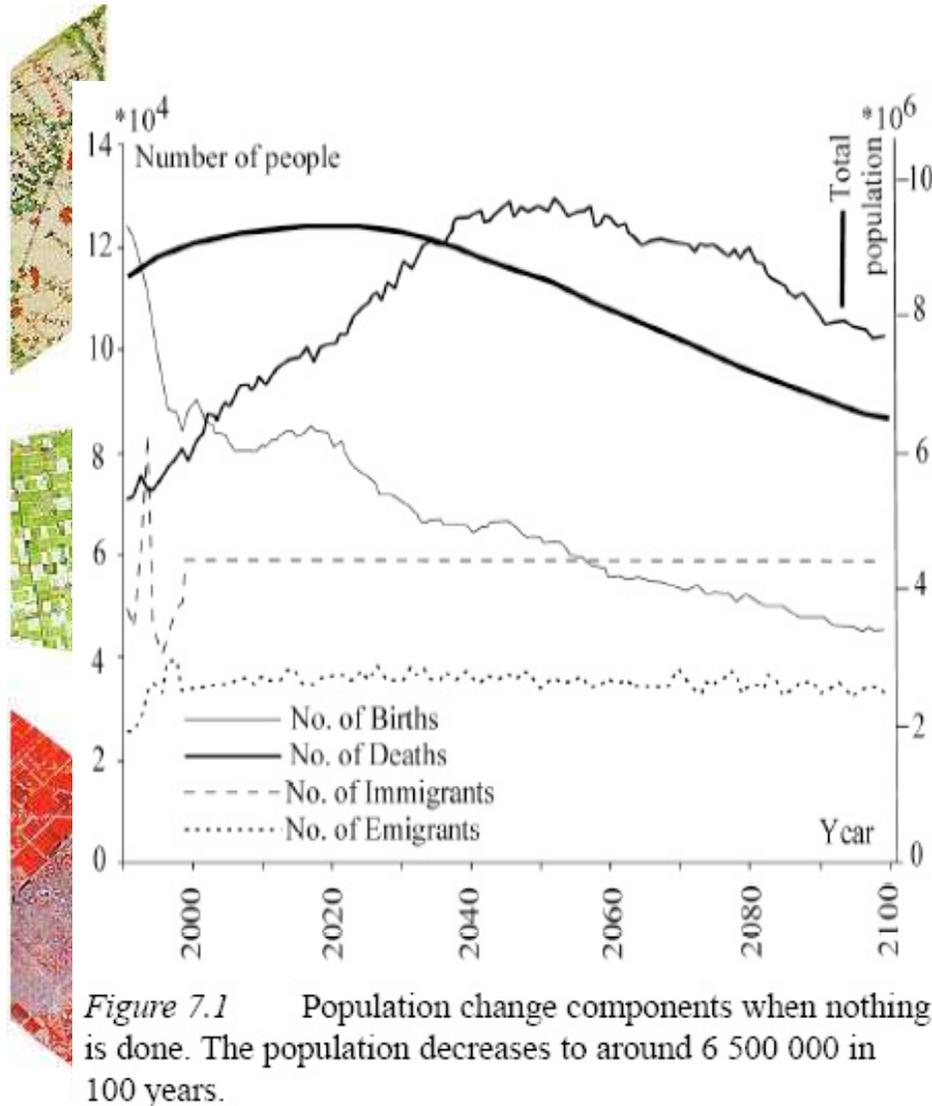


Figure 7.1 Population change components when nothing is done. The population decreases to around 6 500 000 in 100 years.

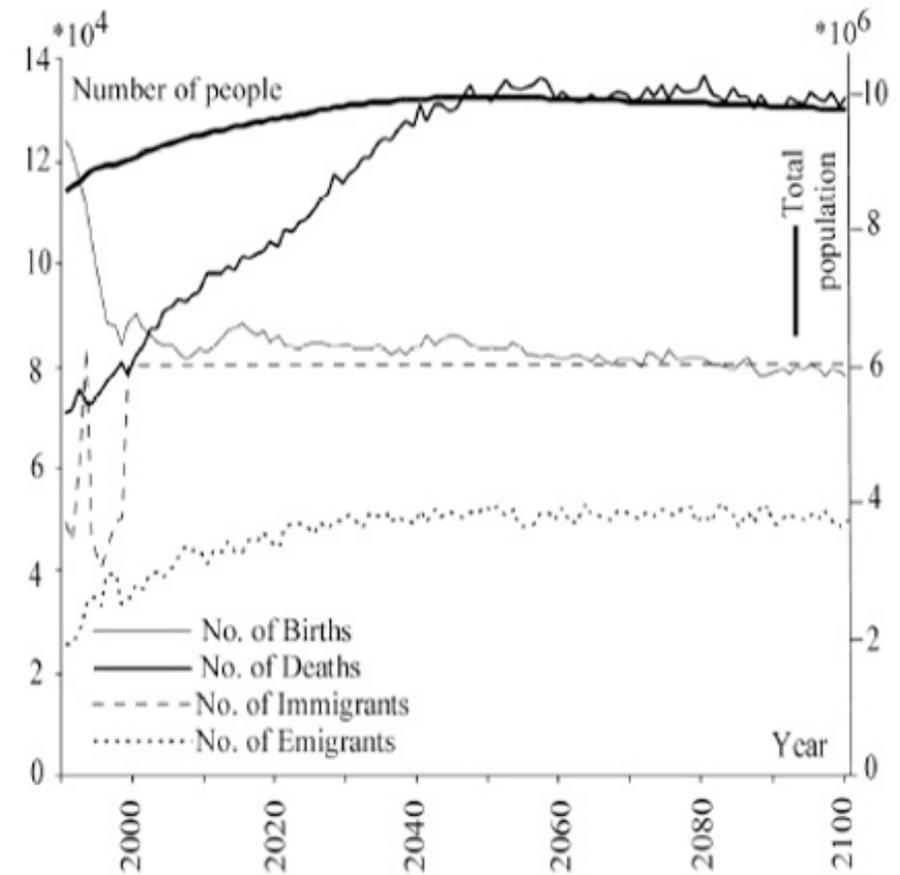


Figure 7.3 Population change components with an immigration of 80 000. This generates a steady population of around 10 000 000 inhabitants in Sweden

Prévisions avec le modèle de microsimulation SVERIGE : niveau urbain, précision de 100m²

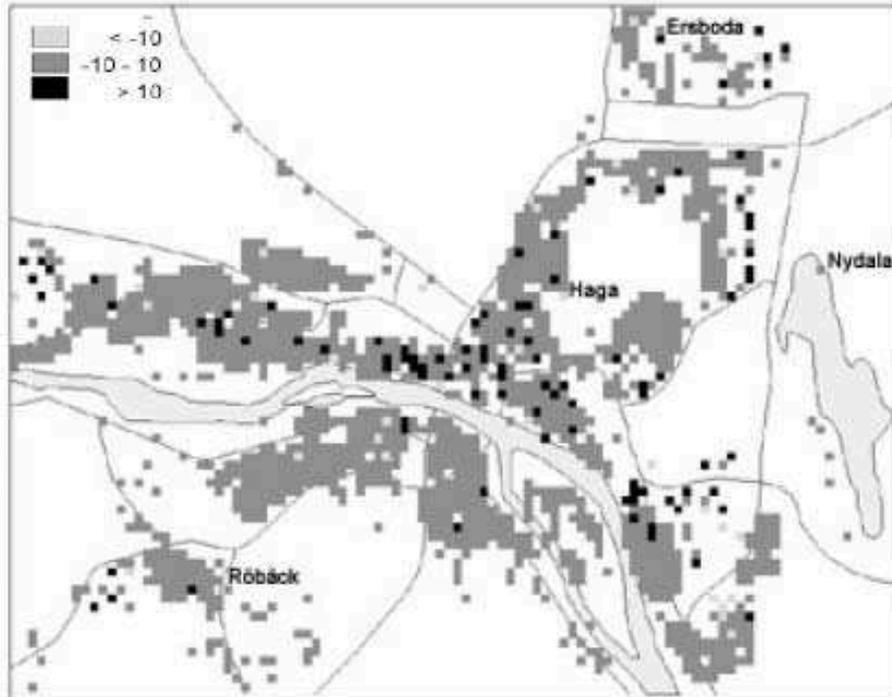


Figure 7.11 Observed change of population density in Umeå between the years 1990 and 1995.

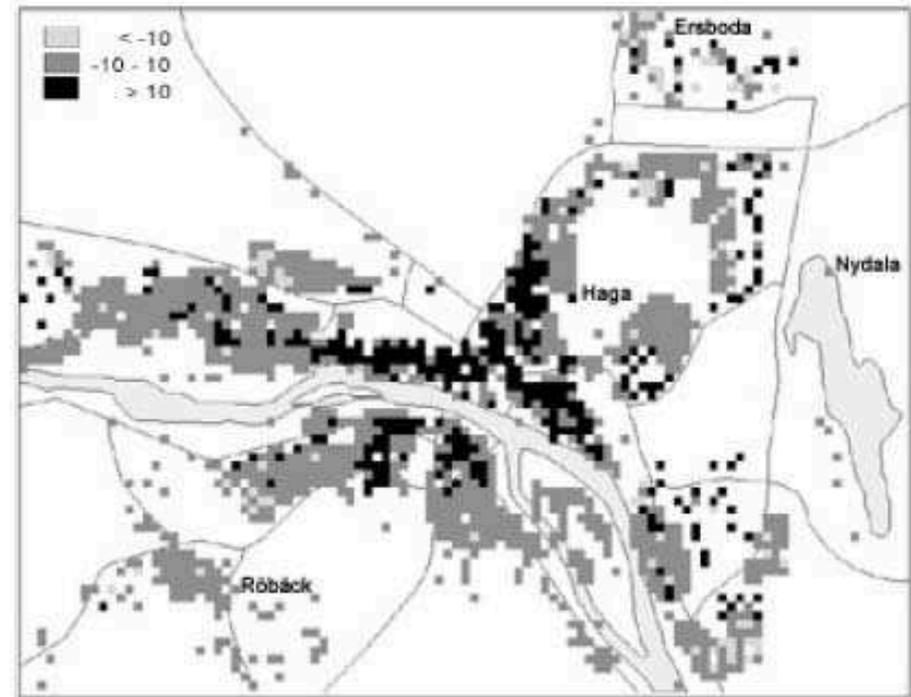


Figure 7.12 Simulated change of population density in Umeå between the years 1990 and 1995.

Prévisions avec le modèle de microsimulation SVERIGE : niveau urbain, précision de 1 km²

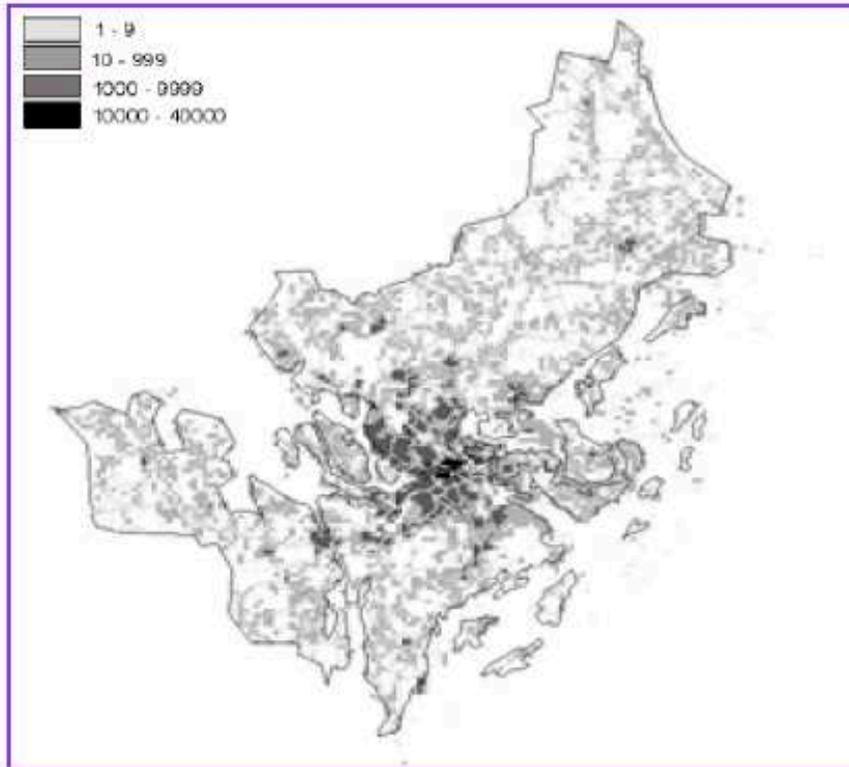


Figure 7.14 Observed population density in the Stockholm region year 1994 with 1-km squares

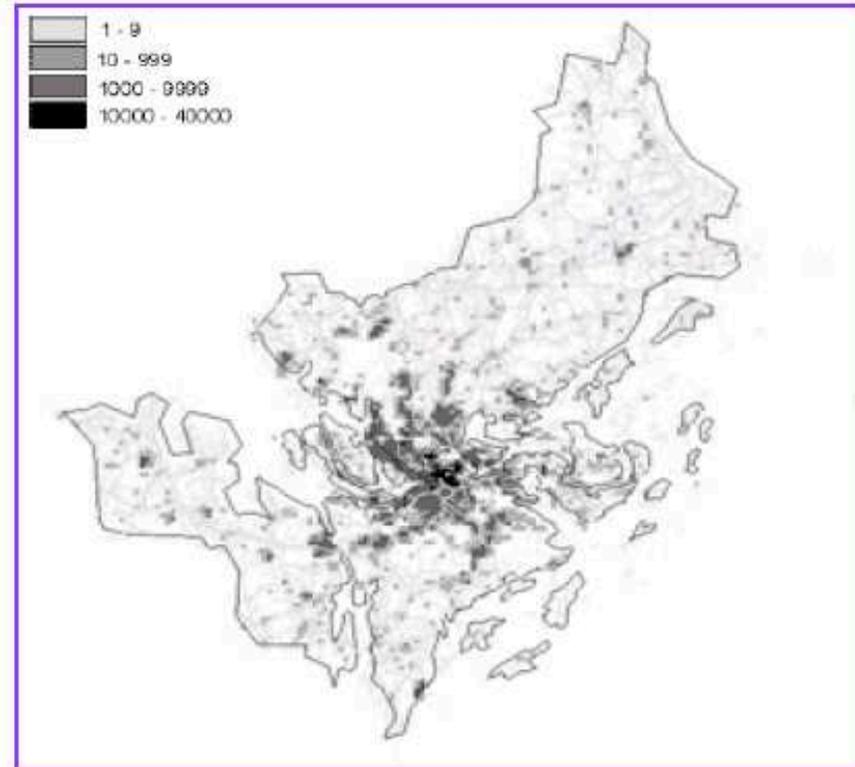


Figure 7.15 Simulated population density in the Stockholm region with 1km squares year 1994



Prévisions avec le
modèle de
microsimulation
SVERIGE :
niveau national,
précision de
4 km²

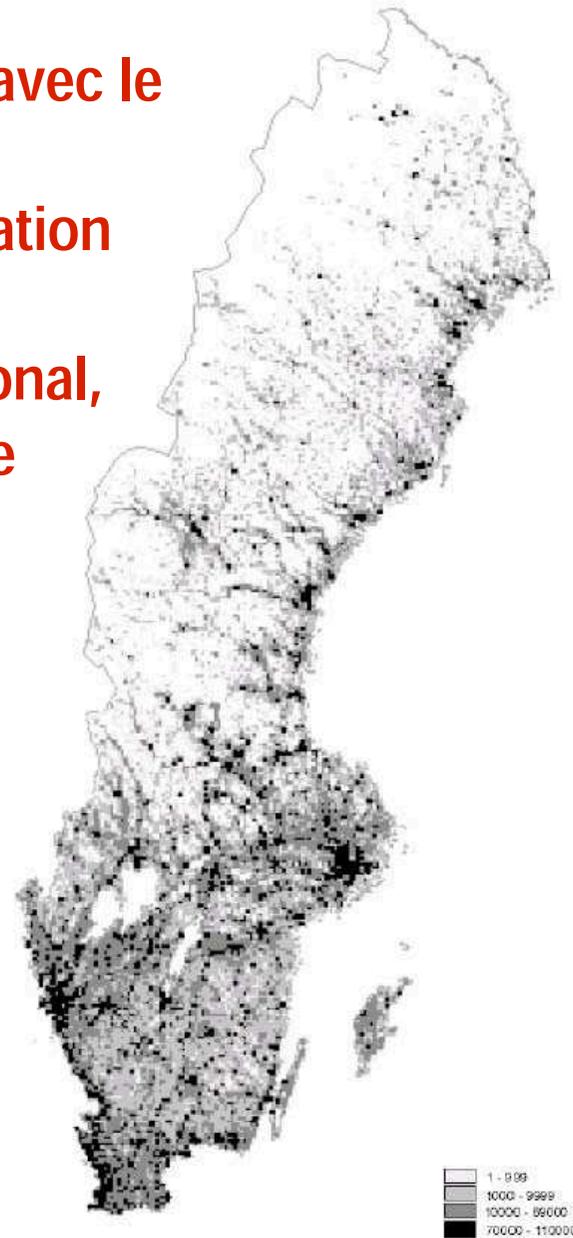


Figure 7.18 Observed population density in Sweden year 1995 with 4-km squares

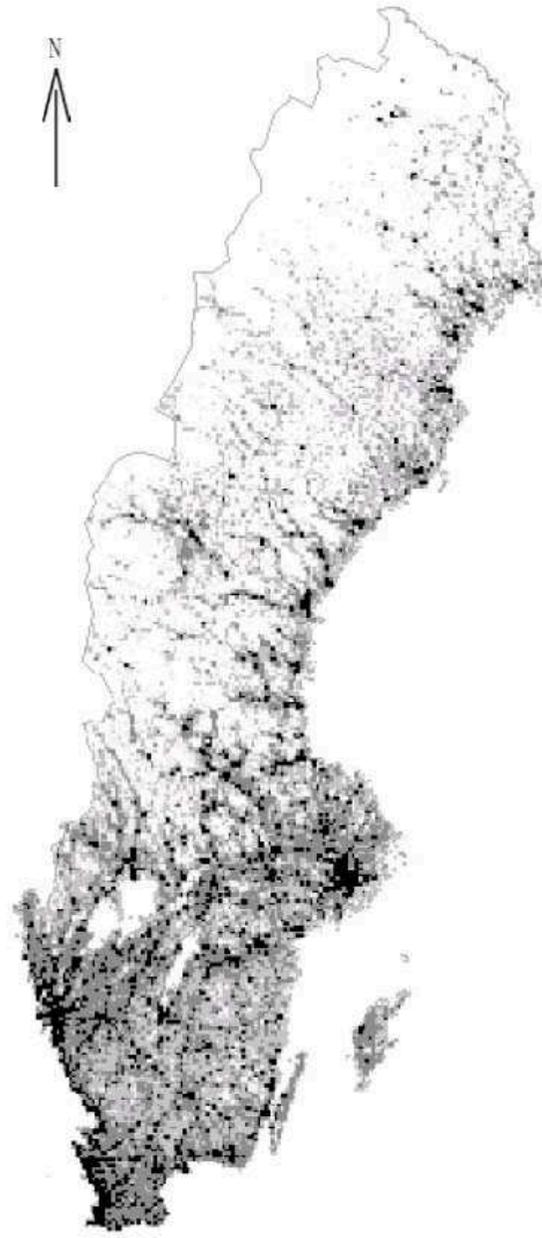
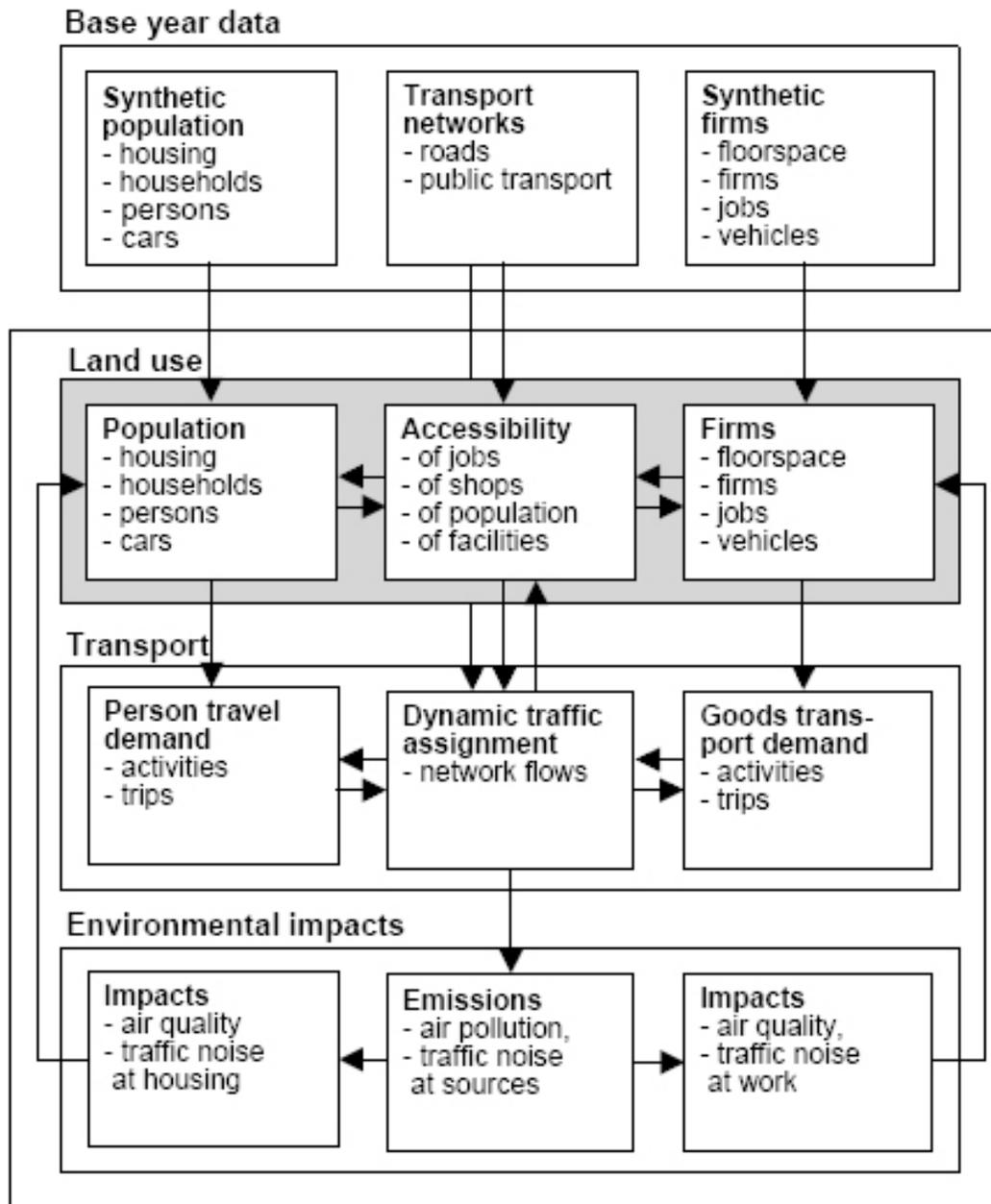


Figure 7.19 Simulated population density in Sweden year 1995 with 4-km squares

Source: Holm et al., 2004, The SVERIGE spatial microsimulation model



ILUMASS model

Modèle de microsimulation avancé : le projet ILUMASS

Source: Wegener et al.

Des SMA pour reproduire des « faits spatiaux stylisés »



- Des mécanismes simples, un nombre d'agents limité, attention portée sur les propriétés d'émergence
- Un très grand nombre d'applications, avec des logiques variées d'interaction entre les agents, ou entre les agents et leur environnement
- Des agents caractérisés par des modèles cognitifs variés



Exemples:

- habitat compact ou dispersé (Kohler et al., 2000)
- hiérarchie du peuplement (Batty, 2001)
- formes de ségrégation spatiale (Portugali et al. 1997, Torrens 2001)
- formes d'expansion urbaine (Barros, 2003)

.....

« Peripherisation model » : un modèle de croissance des villes d'Amérique Latine

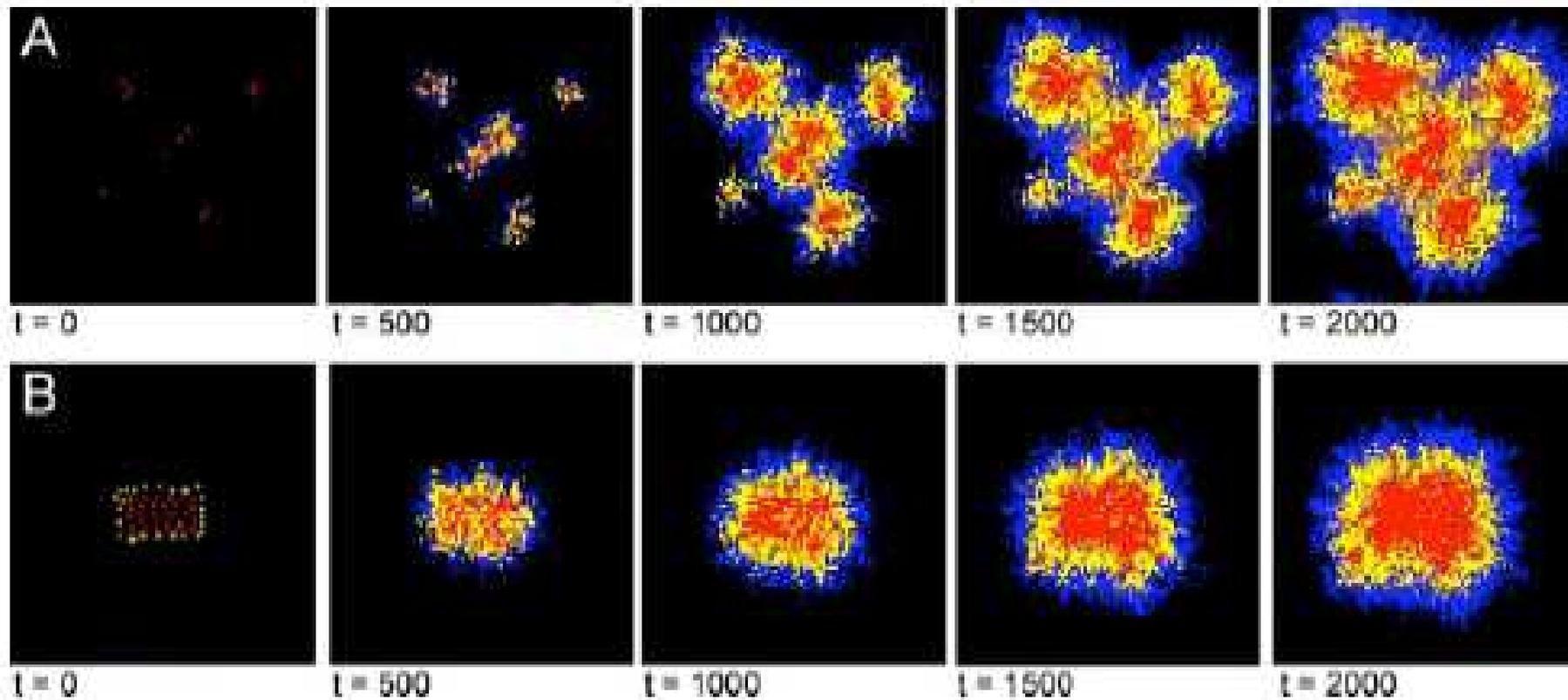


Figure 3. Experience with different initial conditions, polycentric (A) and colonial grid (B)

Source: Barros, 2004, Simulating Urban Dynamics in Latin American Cities

Des agents pour formaliser la dynamique d'entités spatiales



- **Hypothèse** : Les interactions entre entités spatiales jouent un rôle moteur dans la dynamique des territoires.

Il s'agit d'identifier les entités spatiales élémentaire qui font sens (des individus qui partagent un même espace dont ils contribuent collectivement à définir l'identité et le fonctionnement) pour les représenter par un agent dans un système multi-agents.



- **Exemples** : peu nombreux

- Le modèle **SIMPOP** : émergence et évolution d'un système de villes sur 2000 ans

- Le modèle **EUROSIM** : évolution du système des villes européennes sur cent ans : 1950-2050

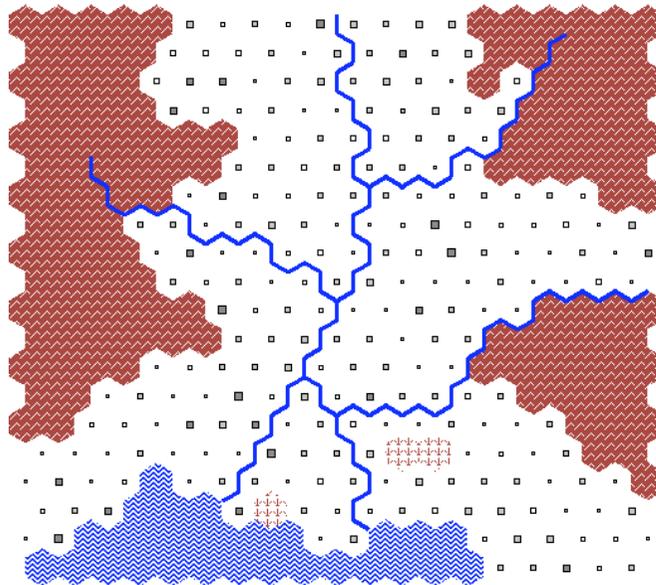
(travail en cours, collaboration équipe P.A.R.I.S. et LIP6)



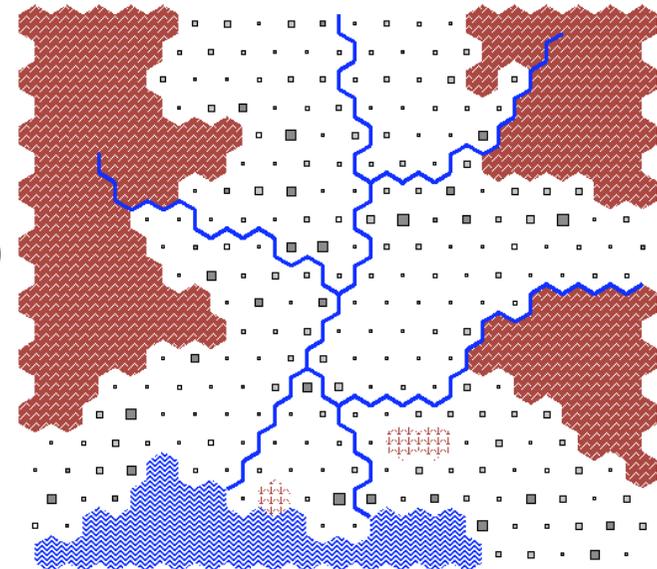
Simulation avec SIMPOP : émergence d'un système de villes polycentrique



T=100



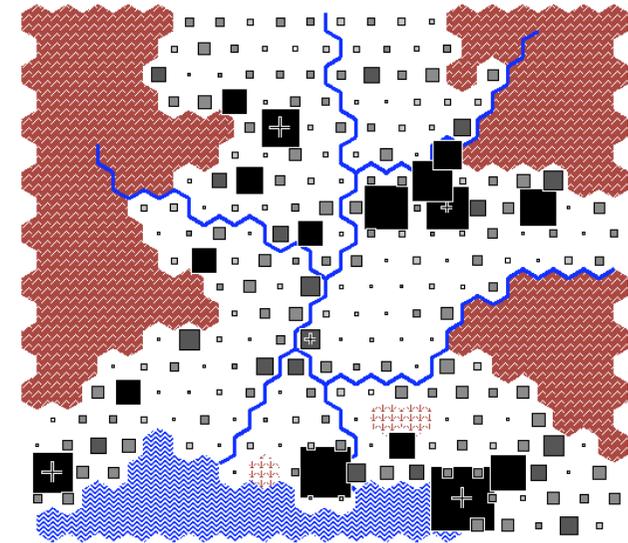
T=1000



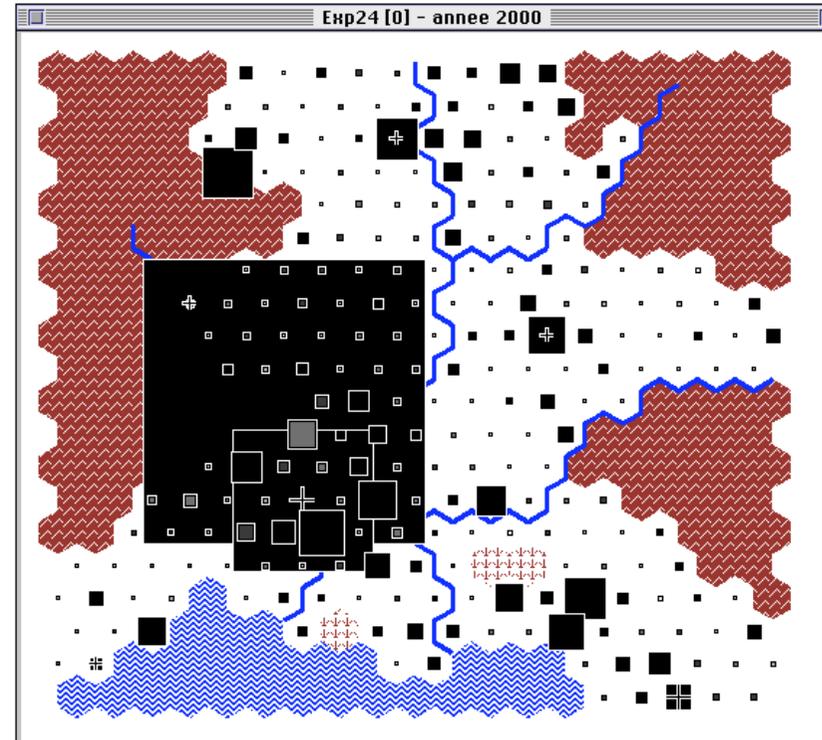
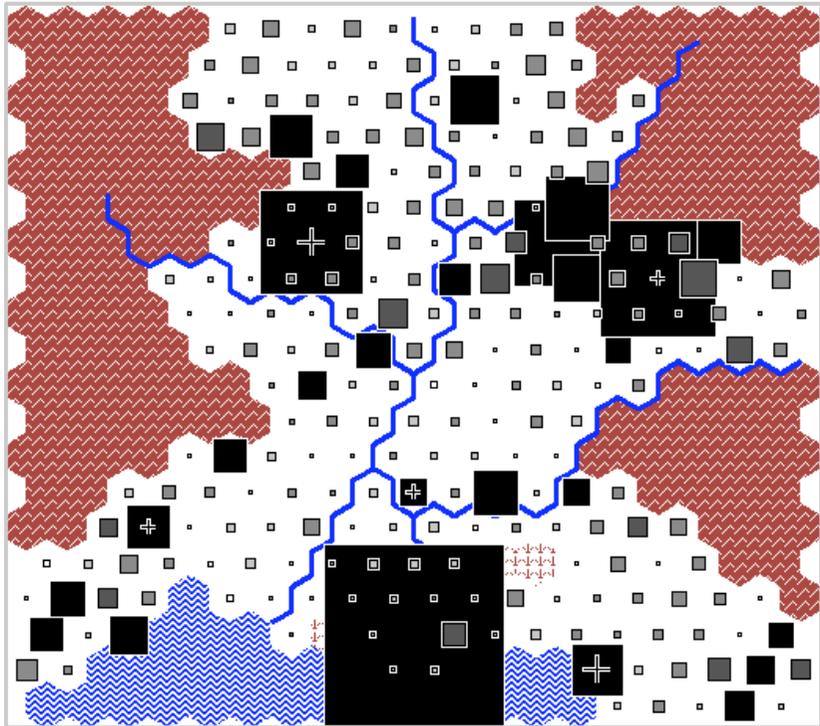
T=1700



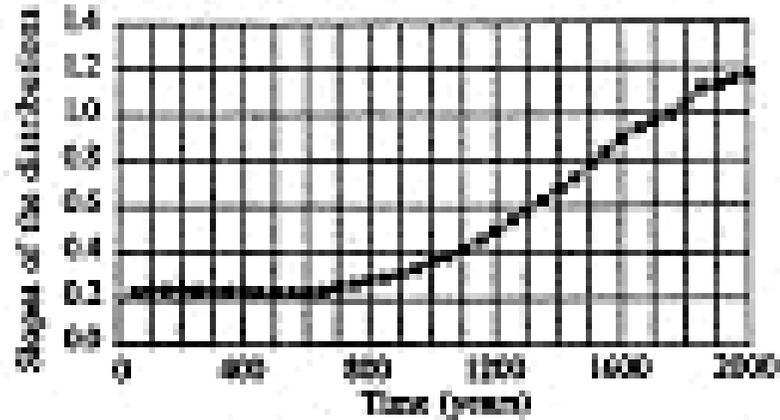
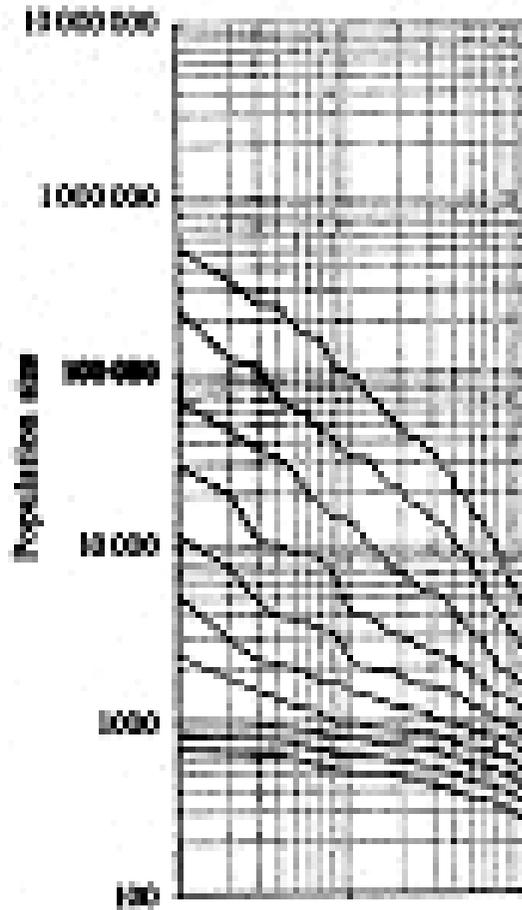
T=1850

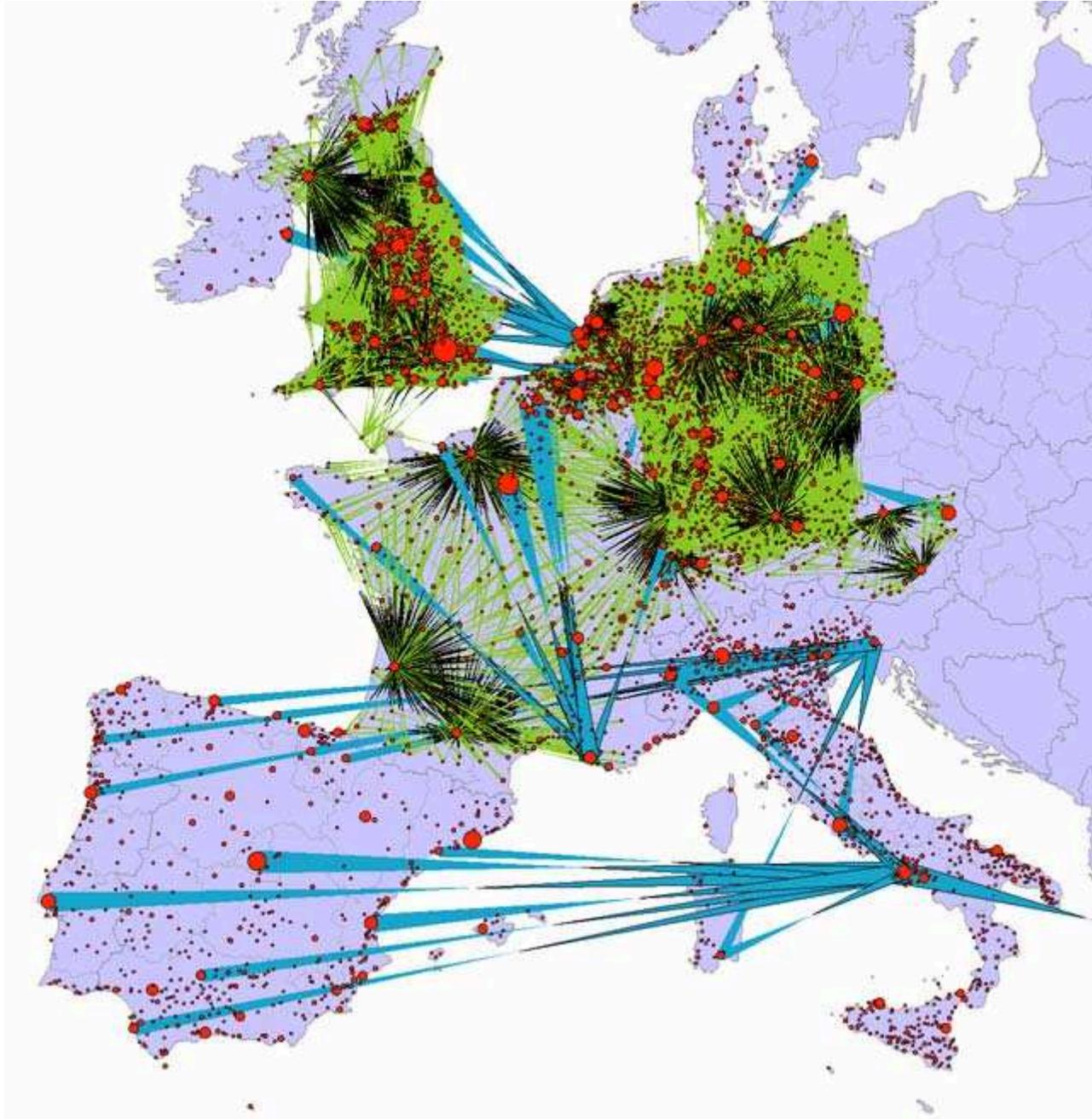


Simulation avec SIMPOP : deux exemples de configurations urbaines en T=2000



Simulation avec SIMPOP : évolution de l'organisation hiérarchique du système de peuplement (distribution rang-taille des habitats) de l'an 100 à 2000





Simulation
avec EUROSIM:
réseaux
d'échanges
(version test)

Bottom-up / top-down : point de vue



- « **Cellular automata and related issues** involving microsimulation, complexity theory, agent-based modelling and urban dynamics represent new ways of thinking about and modelling urban systems »:

Bottom-up :

- how systems emerge and are generated from the bottom-up
- Global organization from local action
- Emergent morphology from simple spatial decision
- Temporal order at global levels from volatile



- « **Traditional urban models** »

Top-down :

- To capture the spatial structure of cities and regions at an aggregative level at single points in time



Source: Mike Batty, CASA (Centre for Advanced Spatial Analysis)

Bottom-up ou top-down



Source: Portugali,
Env. and Planning,
2004

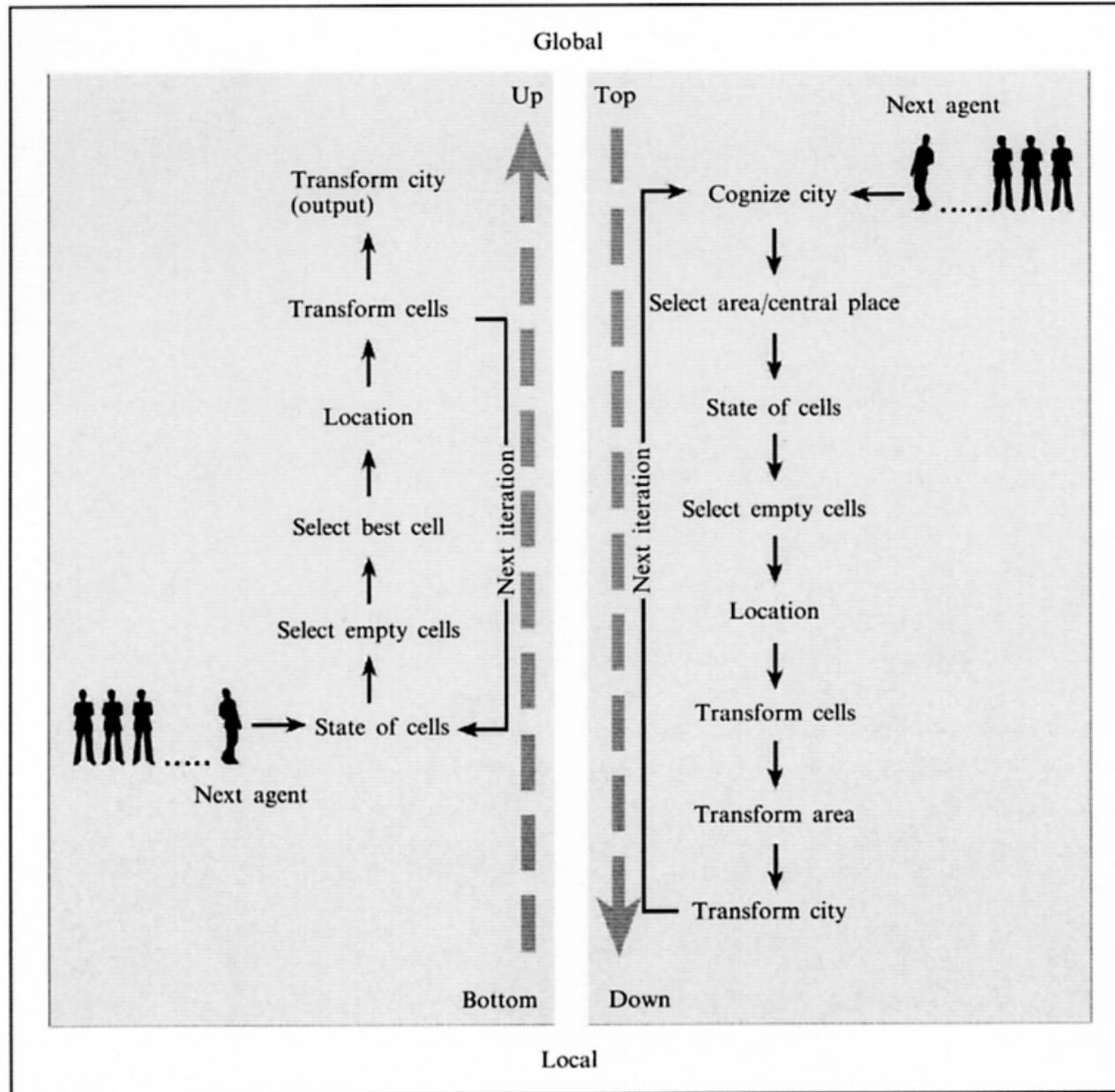


Figure 6. A cognitive (right) versus noncognitive (left) agent-based/cellular automata urban simulation model.

Les oppositions entre anciens et nouveaux modèles de simulation en géographie vues par Itzak Benenson et Paul Torrens



	“Geosimulation”	Traditional urban models
Depiction of spatial units	Discrete and spatially non-modifiable objects (houses, householders..)	Aggregate partition of urban space Modifiable spatial units
Spatial relationships	Interactive behavior of elementary geographic objects	S.I. models: only one type of interaction concerned
Treatment of time	Dynamic simulations at time-scales approaching “real time”	Snapshots (cross-sectional data)
Goals of simulation	Scenario-exploring simulations, “tools to think with”	Predictive exercise
	More intuitive	complicated

➤ Source: *Geosimulation : Automata-based Modeling of Urban Phenomena*, Wiley

Les modèles hybrides



- **Combinaison d'agents correspondant à des niveaux différents**
 - ménages, firmes / aménageurs, politiques
(Benenson et Hatna; Arentze et Timmermans...)
 - acteurs / entités géographiques



- **Couplage, intégration, de méthodes différentes**
 - automates cellulaires + système dynamique
(Phipps et Langlois, Engelen et White ...)
 - systèmes multi-agents + automates cellulaires
(Torrens, Manson)

