



*Le projet ACCLIMAT a bénéficié d'une aide de la
Fondation de Coopération Scientifique STAE Toulouse*

GAME - AUAT - CERFACS
ENM-CIRED - GEODE
GRECAU - IMT - ONERA



VILLES FUTURES ET CLIMAT URBAIN

Modélisation urbaine

La modélisation urbaine

Enjeux scientifiques

Modélisation dynamique et spatialement explicite de l'évolution de la tâche urbaine

- Résolution spatiale fine (entre 100 et 500m)
- Comment représentation des politiques contrastées d'aménagement du territoire ?

Exploration à (très) long terme

- Comment faire pour appréhender l'incertitude lié au très long terme?
- Comment faire pour explorer une grande pluralité de futurs possibles?

La modélisation urbaine

Etat de l'art

	Approche Economique (NEDUM)	Approche Géographique (LCM, SLEUTH)
MODÉLISATION SPATIALE DE LA TÂCHE URBAINE	<ul style="list-style-type: none">• Spatialisation monocentrique• Intégration des contraintes (zones non constructibles)	<ul style="list-style-type: none">• Capacité à reproduire les formes urbaines (mitages, ville compacte, villes nouvelles...)• Intégration des contraintes et des interactions spatiales (topographie, distance aux routes et au bâti...)

La modélisation urbaine

Etat de l'art

	Approche Economique (NEDUM)	Approche Géographique (LCM, SLEUTH)
MODÉLISATION SPATIALE DE LA TÂCHE URBAINE	<ul style="list-style-type: none"> • Spatialisation monocentrique • Intégration des contraintes (zones non constructibles) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité à reproduire les formes urbaines (mitages, ville compacte, villes nouvelles...) • Intégration des contraintes et des interactions spatiales (topographie, distance aux routes et au bâti...)
EXPLORATION À (TRÈS) LONG TERME	<ul style="list-style-type: none"> • Robustesse (fondée sur économie urbaine) 	<ul style="list-style-type: none"> • (Trop) Forte dépendance aux trajectoires passées (projections tendanciennes)

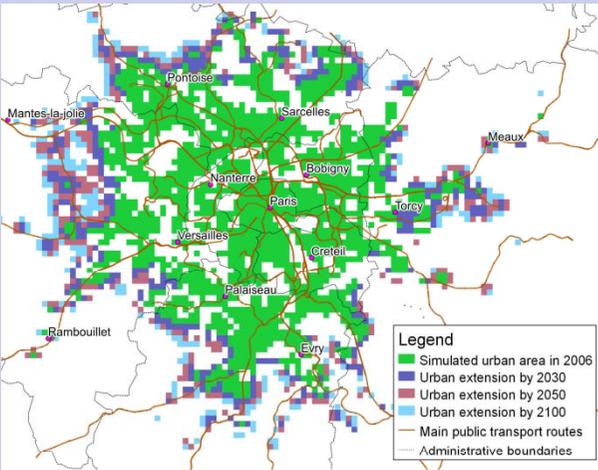
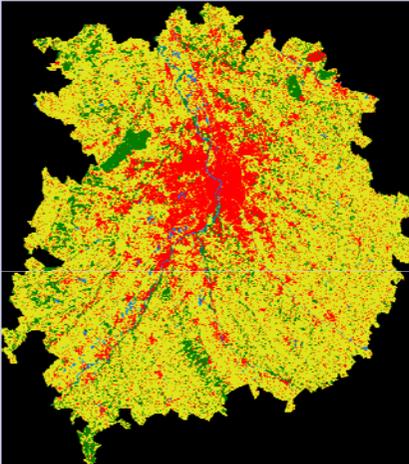
La modélisation urbaine

Etat de l'art

	Approche Economique (NEDUM)	Approche Géographique (LCM, SLEUTH)
MODÉLISATION SPATIALE DE LA TÂCHE URBAINE	<ul style="list-style-type: none"> • Spatialisation monocentrique • Intégration des contraintes (zones non constructibles) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité à reproduire les formes urbaines (mitages, ville compacte, villes nouvelles...) • Intégration des contraintes et des interactions spatiales (topographie, distance aux routes et au bâti...)
EXPLORATION À (TRÈS) LONG TERME	<ul style="list-style-type: none"> • Robustesse (fondée sur économie urbaine) 	<ul style="list-style-type: none"> • (Trop) Forte dépendance aux trajectoires passées (projections tendanciennes)
DISPONIBILITE	<ul style="list-style-type: none"> • NEDUM: Partenariat scientifique 	<ul style="list-style-type: none"> • LCM: modèle propriétaire • SLEUTH: code libre

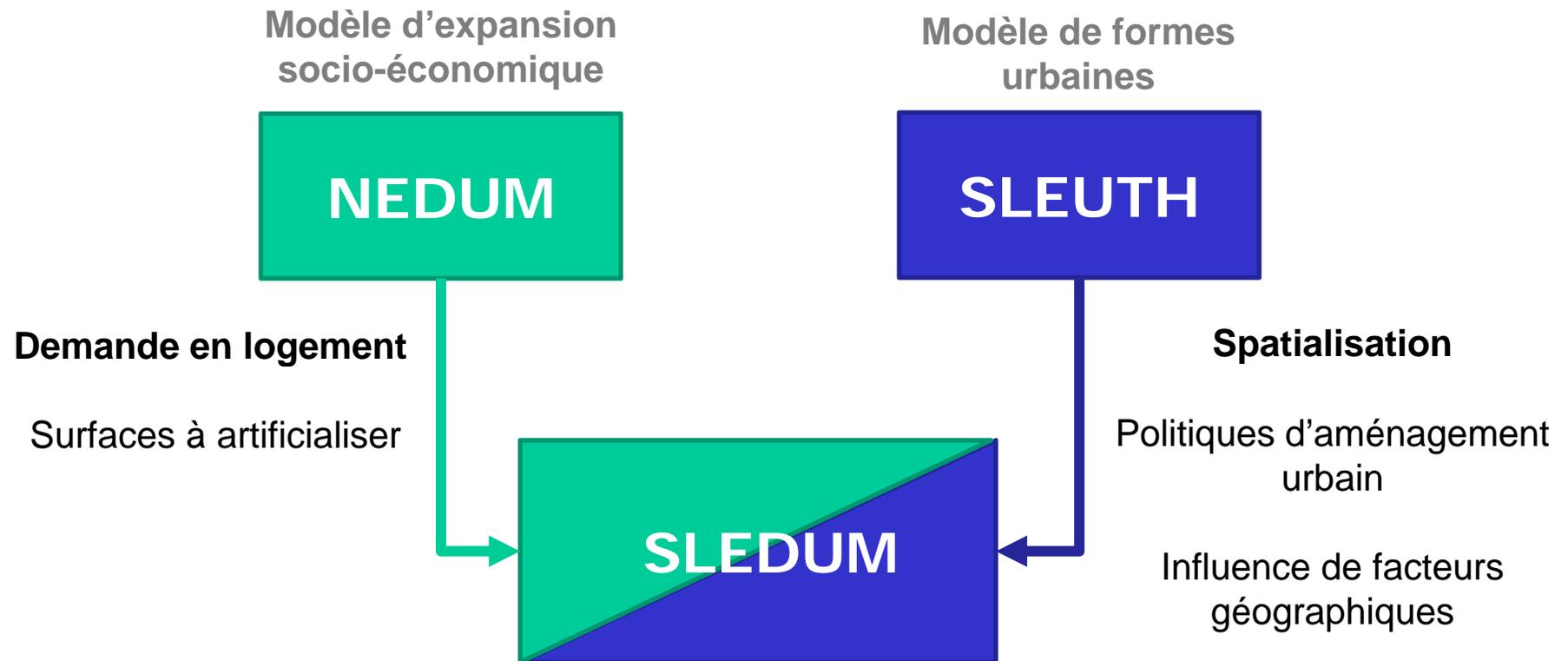
La modélisation urbaine

Etat de l'art

	Approche Economique (NEDUM)	Approche Géographique (LCM, SLEUTH)
<p>MODÉLISATION SPATIALE DE LA TÂCHE URBAINE</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Résolution : 500x500 m à 1x1 km 	 <ul style="list-style-type: none"> • Résolution : fine 30x30m à 100x100m

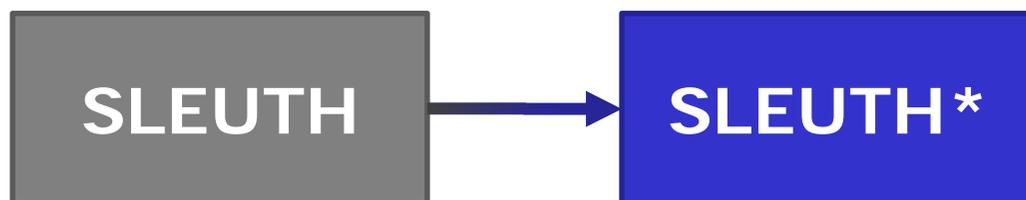
La modélisation urbaine

De la nécessité du couplage...



La modélisation urbaine

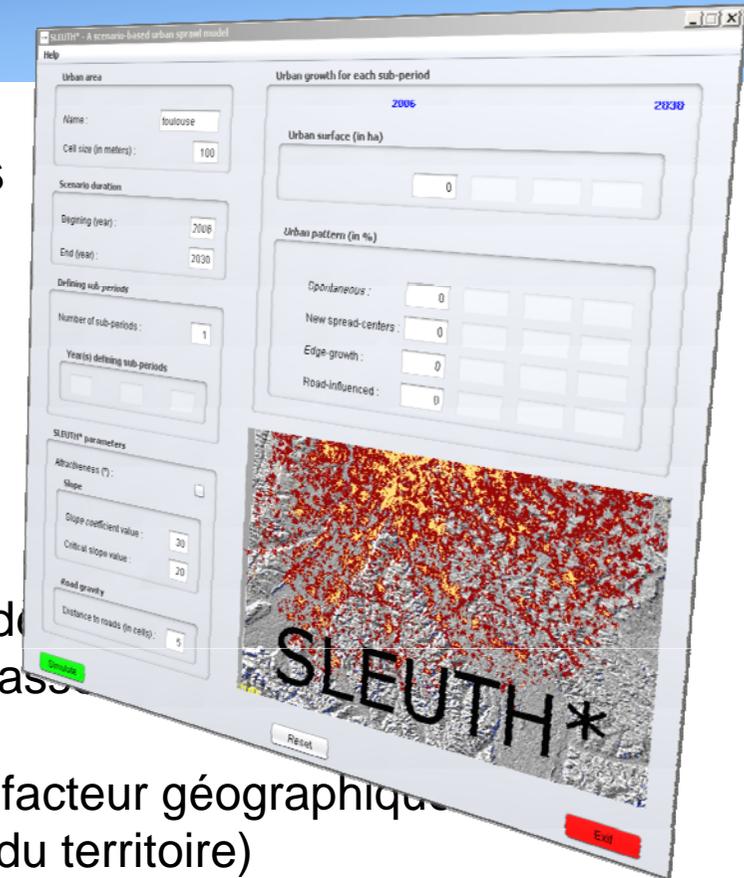
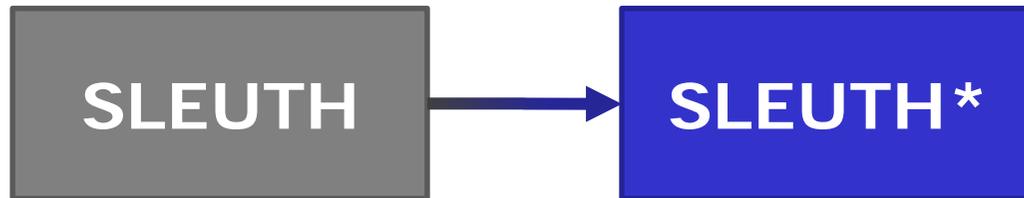
... et de développements supplémentaires



- **Auto-calibration du modèle** (désactivée): modèle fondé sur des méthodes Bayésiennes (poursuite des tendances passées seulement)
- **Affinage de la spatialisation**: intégration d'un facteur géographique supplémentaire (attractivité économique du territoire)
Carte de synthèse fournie par NEDUM (coûts de transports / logement)

La modélisation urbaine

... et de développements supplémentaires



- **Auto-calibration du modèle** (désactivée): modèle Bayésiennes (poursuite des tendances passées)
- **Affinage de la spatialisation:** intégration d'un facteur géographique supplémentaire (attractivité économique du territoire)
Carte de synthèse fournie par NEDUM (coûts de transports / logement)
- Un **logiciel simple** d'utilisation pour la **spatialisation de scénarios prospectifs** (tester des stratégies de gestion du territoire)

La modélisation urbaine

L'architecture du couplage

De nombreux tests !!!

Problèmes liés au fonctionnement propre à chacun des modèles



NEDUM : équations différentielles (recherche d'équilibre)

SLEUTH*: modèle à base de processus – automate cellulaire



SCENARIO

Facteur jardin (Fj)
(Modifiable)

POLITIQUE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

FORÇAGE MACRO- ÉCONOMIQUE

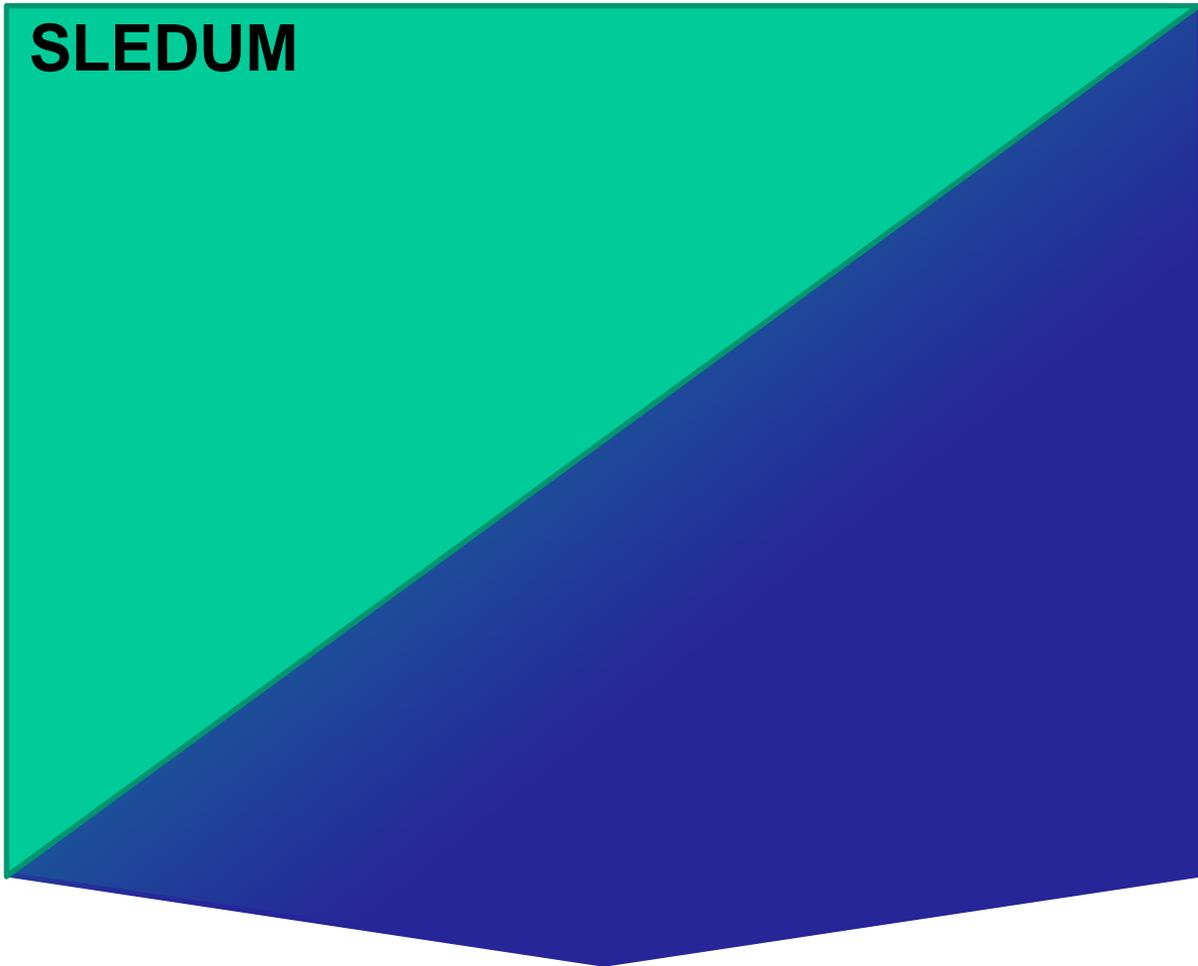
Démographie

**Coûts du
transport**

(Non modifiables
au cours de la
simulation)

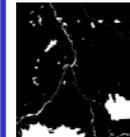
**Contraintes
d'usage des sols**

SLEDUM

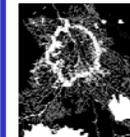


**Formes
urbanisation**
(Modifiable)

**Zones
urbanisables**
(Modifiable)



2010



2040

SCENARIO

Facteur jardin (Fj)
(Modifiable)

POLITIQUE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

FORÇAGE MACRO-ÉCONOMIQUE

Démographie

Coûts du transport

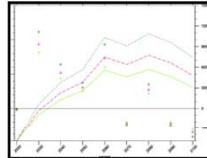
(Non modifiables au cours de la simulation)

Contraintes d'usage des sols

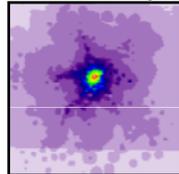
SLEDUM

NEDUM Libre

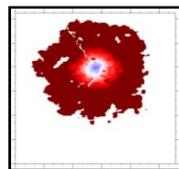
Demande logements (m²)



Coûts des loyers



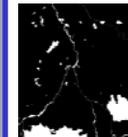
Densité log^t, pop



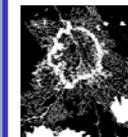
**Initialisation
(Spin-up)
1960-2000**

Formes urbanisation
(Modifiable)

Zones urbanisables
(Modifiable)



2010



2040

SCENARIO

POLITIQUE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

FORÇAGE MACRO-ÉCONOMIQUE

Démographie

Coûts du transport

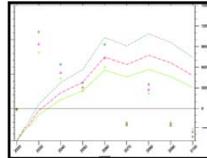
(Non modifiables au cours de la simulation)

Contraintes d'usage des sols

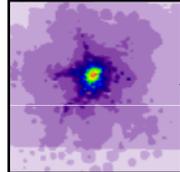
SLEDUM

NEDUM Libre

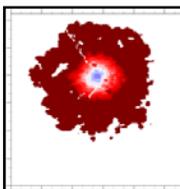
Demande logements (m²)



Coûts des loyers



Densité log^t, pop

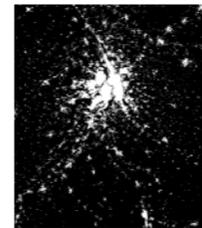


Surfaces à urbaniser (ha/an)

Zones d'attractivité

Facteur jardin (Fj)
(Modifiable)

SLEUTH*

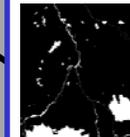


Zone urbaine

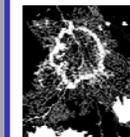
Contraintes d'usage des sols

Formes urbanisation
(Modifiable)

Zones urbanisables
(Modifiable)



2010



2040

t

SCENARIO

POLITIQUE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

FORÇAGE MACRO-ÉCONOMIQUE

Démographie

Coûts du transport

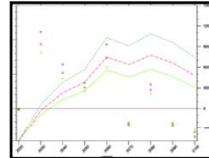
(Non modifiables au cours de la simulation)

Contraintes d'usage des sols

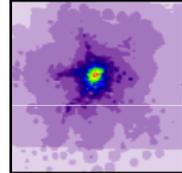
SLEDUM

NEDUM Libre

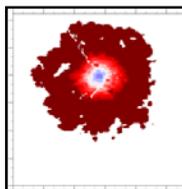
Demande logements (m²)



Coûts des loyers



Densité log^t, pop

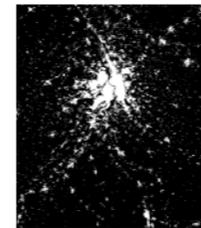


Surfaces à urbaniser (ha/an)

Zones d'attractivité

Facteur jardin (Fj)
(Modifiable)

SLEUTH*

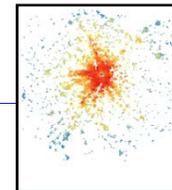


Zone urbaine

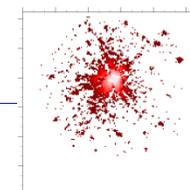
Contraintes d'usage des sols

NEDUM Contraint

Densité logements

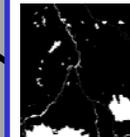


Densité population

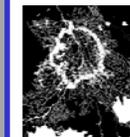


Formes urbanisation
(Modifiable)

Zones urbanisables
(Modifiable)



2010



2040

t₊₁

SCENARIO

POLITIQUE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

FORÇAGE MACRO-ÉCONOMIQUE

Démographie

Coûts du transport

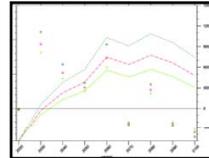
(Non modifiables au cours de la simulation)

Contraintes d'usage des sols

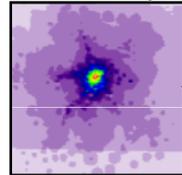
SLEDUM

NEDUM Libre

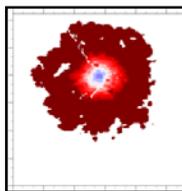
Demande logements (m²)



Coûts des loyers



Densité log^t, pop

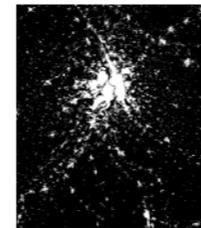


Surfaces à urbaniser (ha/an)

Zones d'attractivité

Facteur jardin (Fj)
(Modifiable)

SLEUTH*

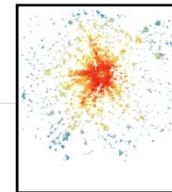


Zone urbaine

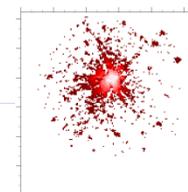
Contraintes d'usage des sols

NEDUM Contraint

Densité logements

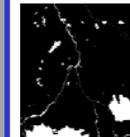


Densité population

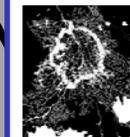


Formes urbanisation
(Modifiable)

Zones urbanisables
(Modifiable)



2010



2040

t_{+n}

La modélisation urbaine

Les tests d'intégration / de validation

- Vérifier que le bon fonctionnement du couplage / de chacun des modèles
- Faciliter l'interprétation des simulations issues des scénarios
(Quid de l'influence respective / cumulée des scénarios thématiques?)

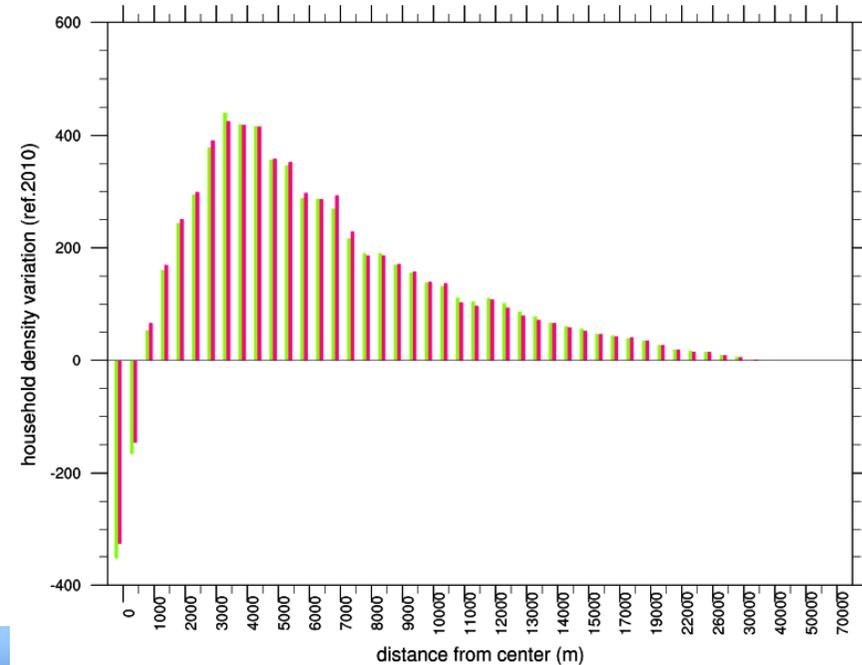
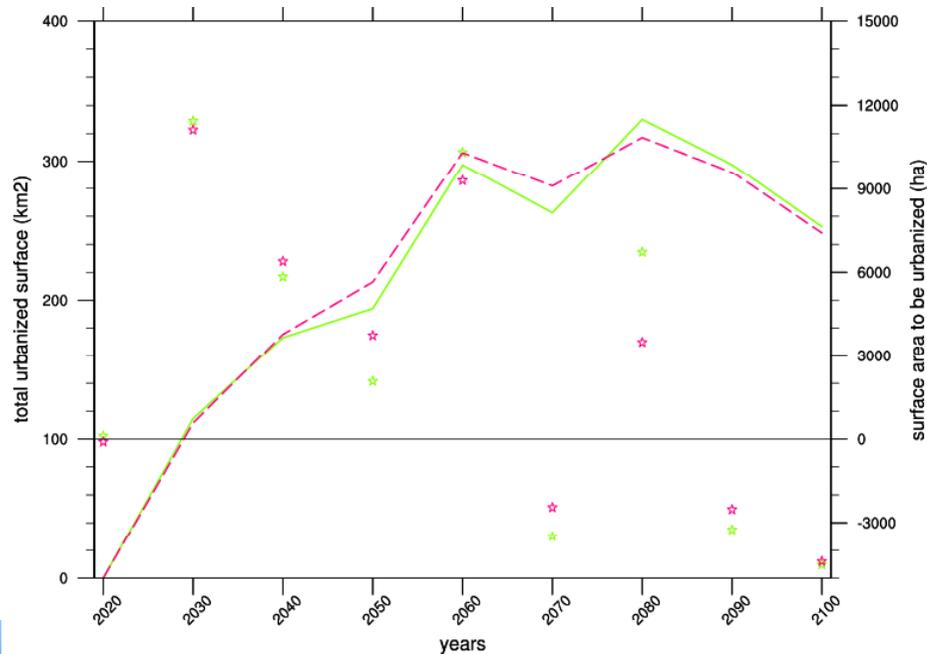
2 exemples

- Influence d'une politique climatique mondiale ? (Paramètre d'un scénario)
- Influence des scénarios d'aménagement du territoire? (Un scénario)

La modélisation urbaine

Les tests d'intégration / de validation

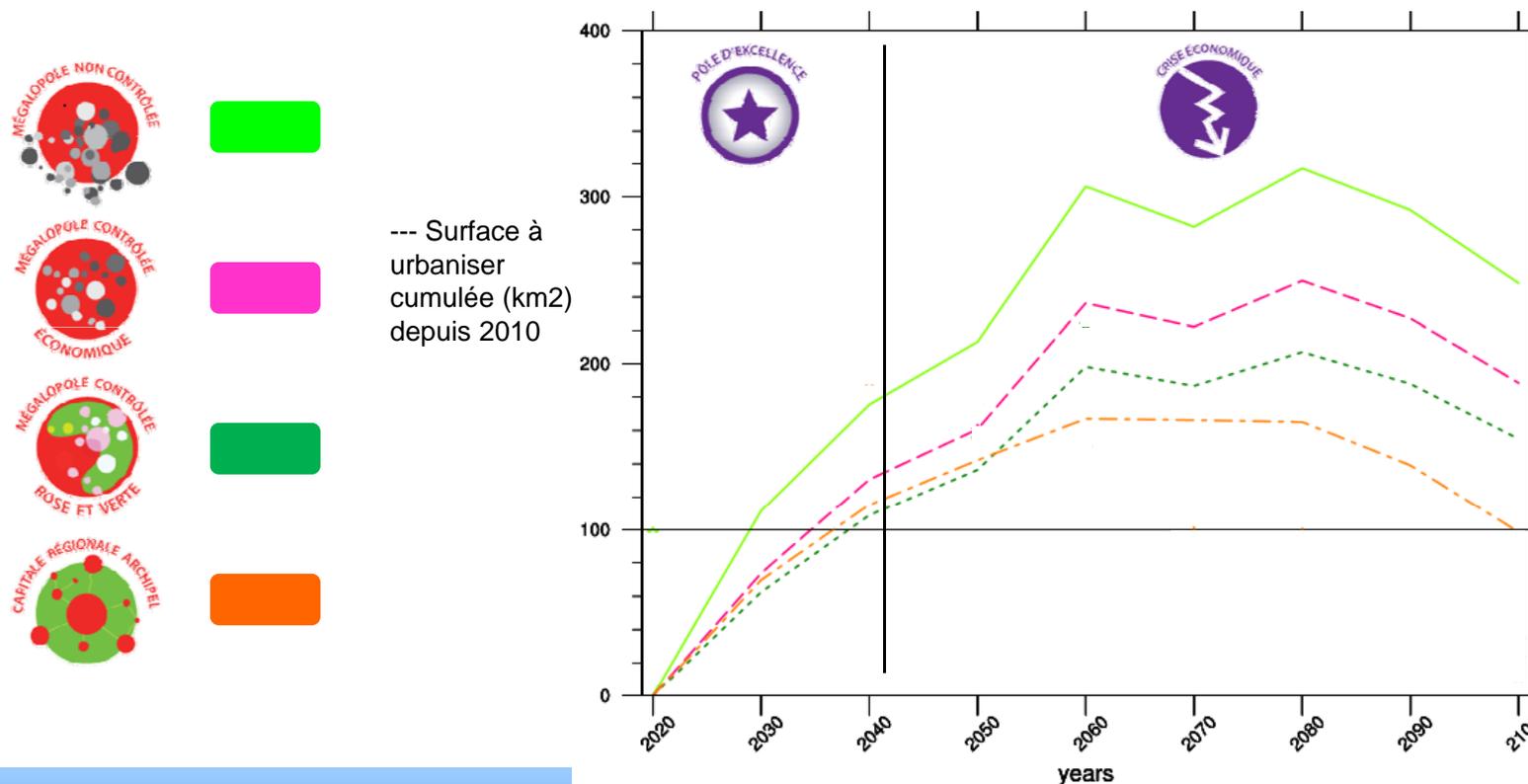
→ Influence d'une politique climatique mondiale ?



La modélisation urbaine

Les tests d'intégration / de validation

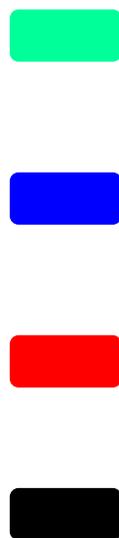
→ Influence des scénarios d'aménagement du territoire?



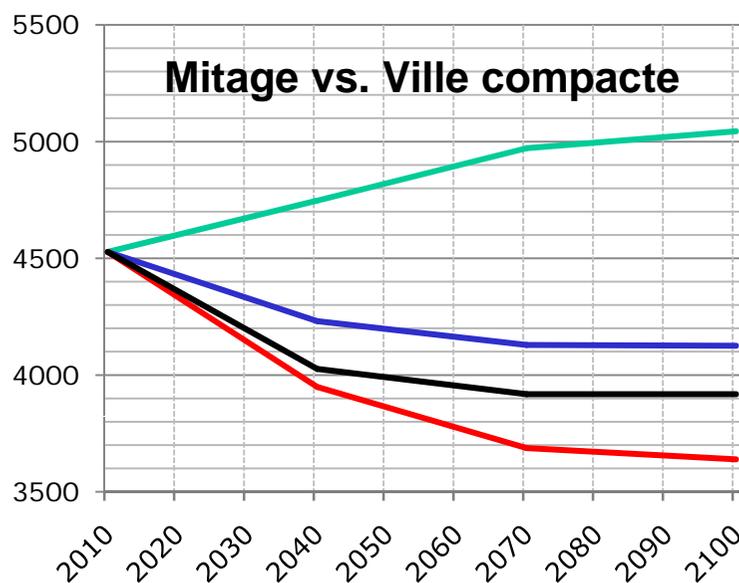
La modélisation urbaine

Les tests de sensibilité / d'intégration / de validation

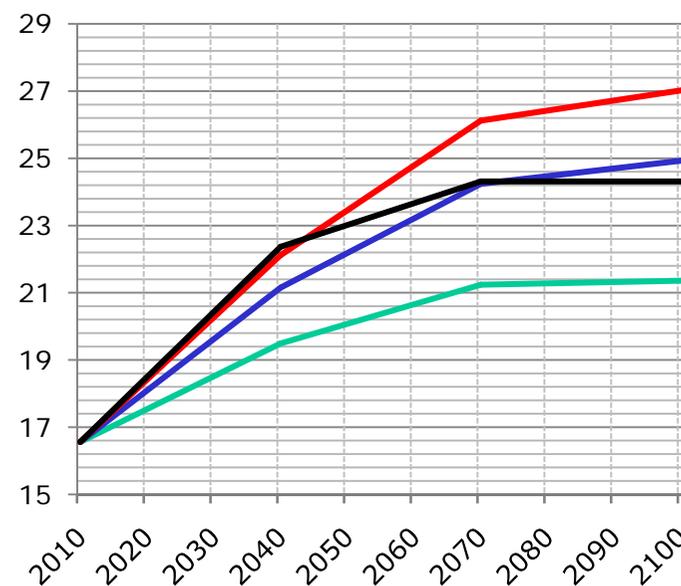
→ Influence des scénarios d'aménagement du territoire?



Nombre de zones urbaines

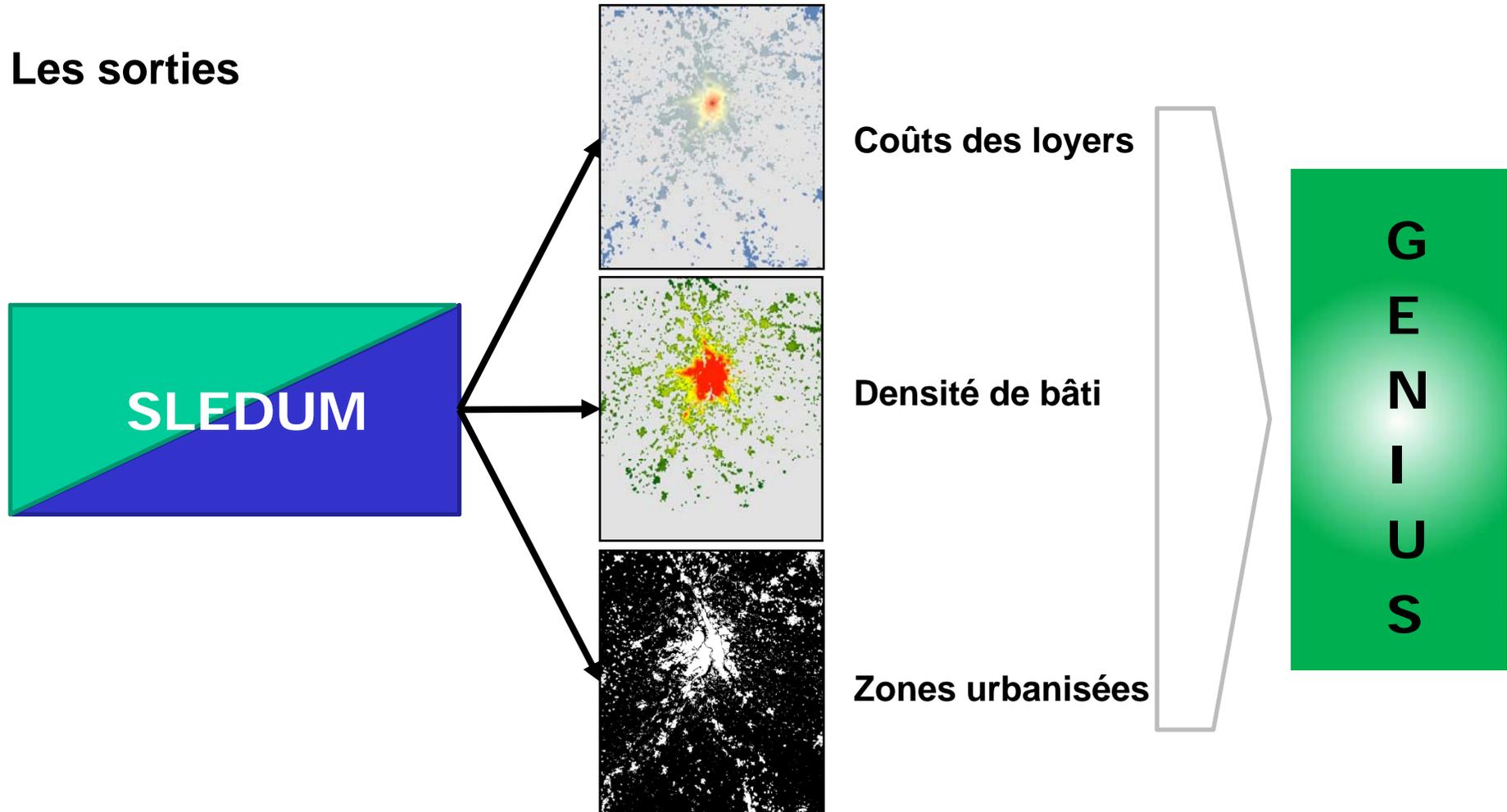


Taille moyenne zones urbaines



La modélisation urbaine

Les sorties



La modélisation urbaine

Gaillac

Conclusions

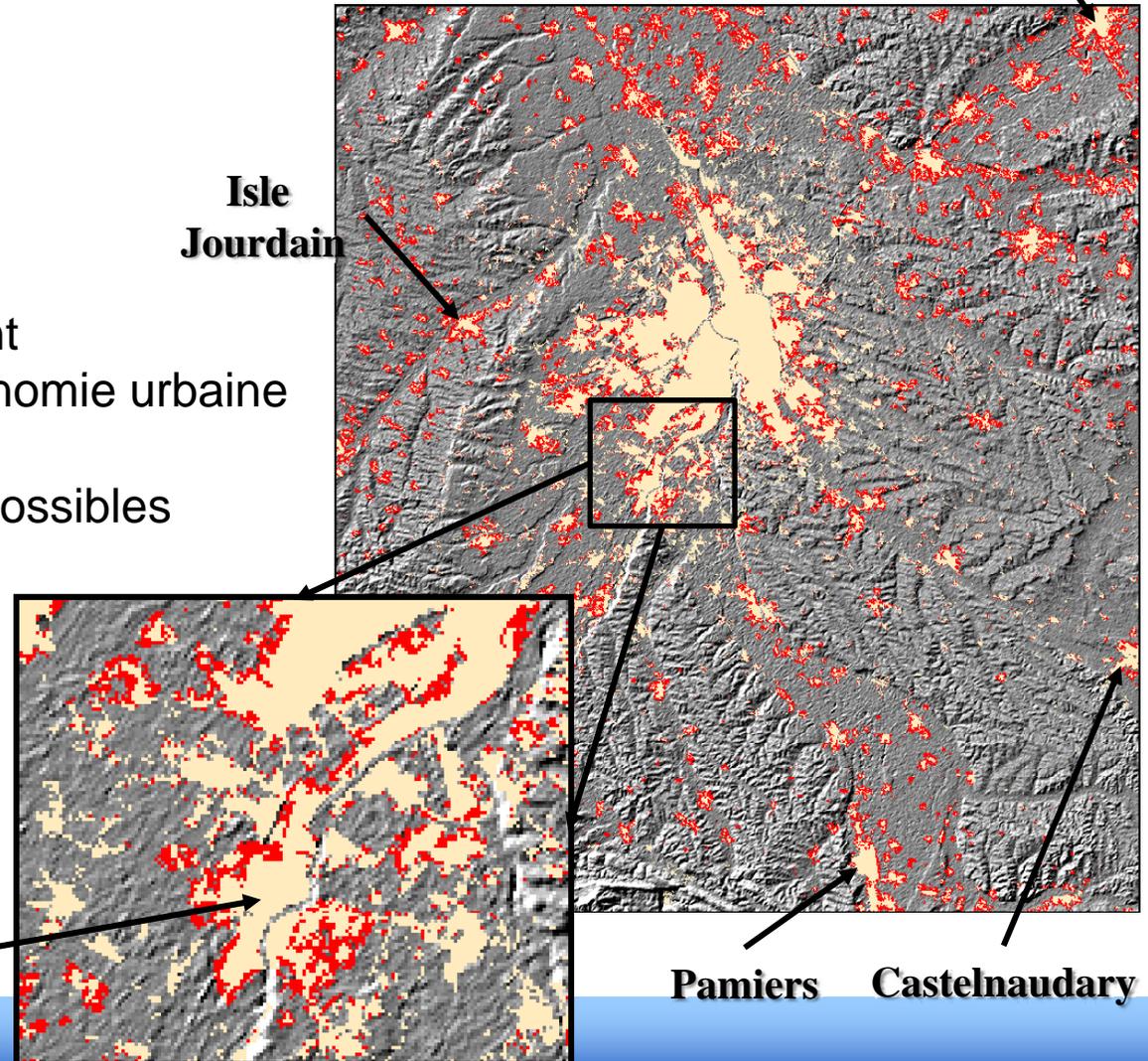
Modélisation spatiale fine

Exploration à long terme reposant
sur des principes robustes d'économie urbaine

Plus grande pluralité des futurs possibles

- Hypothèses socio-économiques / démographiques tendanciennes
- Politiques d'aménagement du territoire contrastées

Muret



Pamiers Castelnau-d'Aud