

# ACCLIMAT

**Adaptation au Changement CLIMatique de l'Agglomération  
Toulousaine**

**Observatoire Partenarial Environnement**

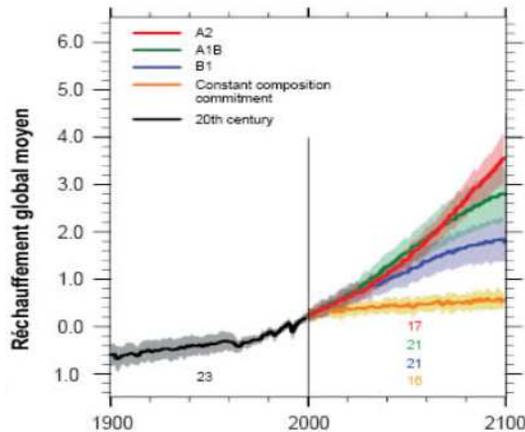
**Mercredi 8 juin 2011 - auat**

*Geneviève Bretagne - auat*

*Colette Marchadier - Météo France*

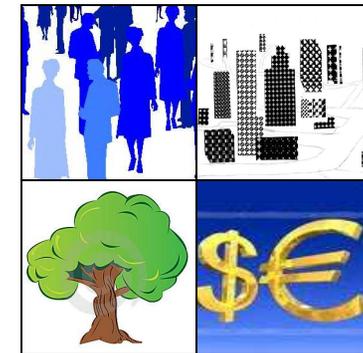
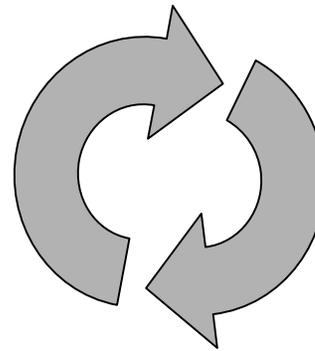
# Le défi climatique à l'échelle urbaine

## Contexte climatique



- Réchauffement
- **Échelle du siècle**
- Objectifs de réduction d'émission de GES

## Contexte urbain



- Augmentation de la population
- **Expansion urbaine & inertie**
- Îlot de chaleur
- Émission de GES
- Système complexe

## Des projets de recherche pour ...

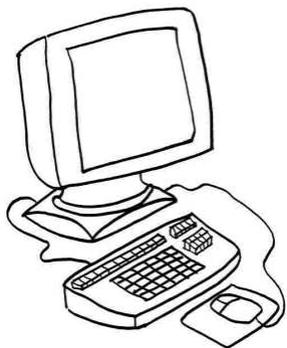
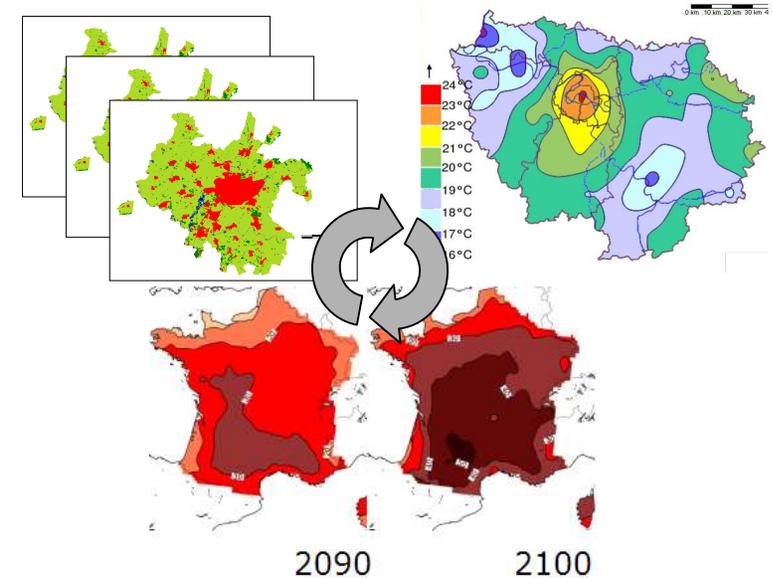
- Planifier la ville aujourd'hui pour le climat futur
- Evaluer des scénarios d'aménagement
- Proposer des données chiffrées et objectives aux décideurs urbains
- Disposer d'outils de modélisation pertinents

## Des défis scientifiques à relever

- Les différentes échelles spatiales de la ville
- Une approche systémique et interdisciplinaire
- Une échelle de temps – le XXI siècle – cohérente avec le changement climatique et l'inertie des modifications structurelles des villes

# Le projet ACCLIMAT

Etudier les **interactions** entre les processus de développement urbain, de micro-climat urbain, et le changement climatique.



Développer une **plateforme** interdisciplinaire de modélisation numérique de la ville

- Simuler l'évolution de l'**expansion** et du **micro-climat**
- Evaluer les **impacts du changement climatique**

*Aire urbaine toulousaine - De nos jours à 2100*

# Le projet ACCLIMAT

- Financé par le RTRA-FCS-STAE
- Coordonné par le CNRM
- 3 ans (2010-2012)
- Aide accordée par la Fondation : 850 k€
- Un partenariat toulousain

Climat urbain et météorologie



Conception architecturale  
et  
urbaine

GRECAU



Aménagement  
urbain



Mathématiques  
et incertitudes



Ingénierie  
informatique

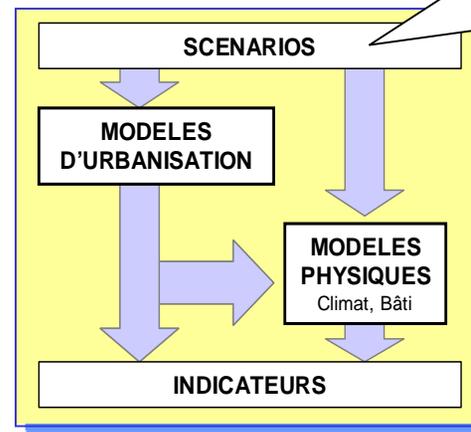


Géographie  
de  
l'environnement



\*RTRA : Réseau Thématique de Recherches Avancées. Regroupement d'organismes de recherche et d'universités sur un périmètre et une expertise donnés. Deux RTRA à Toulouse : STAE (Sciences et Techniques de l'Aéronautique et de l'Espace, dont le statut est une Fondation de Coopération Scientifique), et TSE (Toulouse Sciences Economiques).

# La plateforme

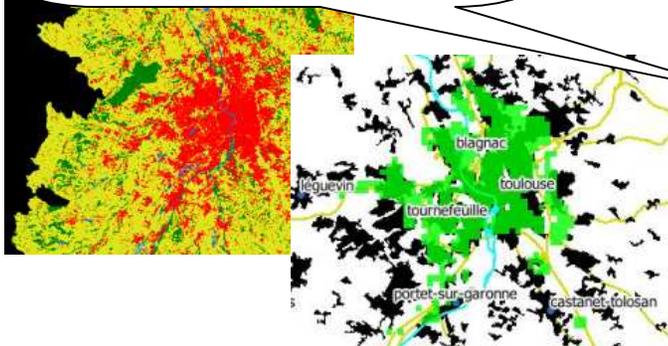


**Tendances globales et locales**  
**Macroéconomie, démographie**  
**Technologies : Bâtiments, énergies**  
**Aménagement du territoire**  
**Scénarios climatiques du GIEC**

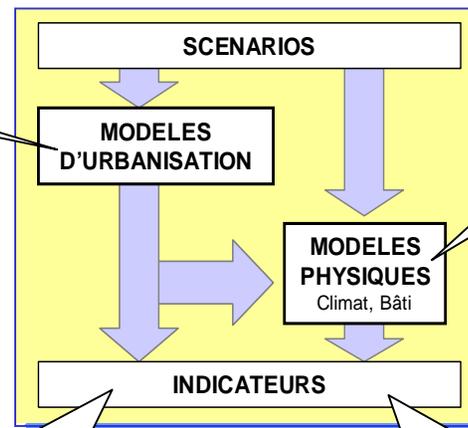
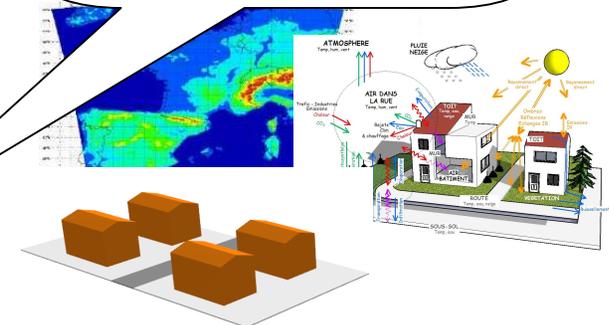
- ✓ A l'échelle du siècle
- ✓ Sur l'aire urbaine toulousaine

# La plateforme

**Modèle socioéconomique  
d'expansion urbaine  
couplé à un modèle  
d'occupation des sols**



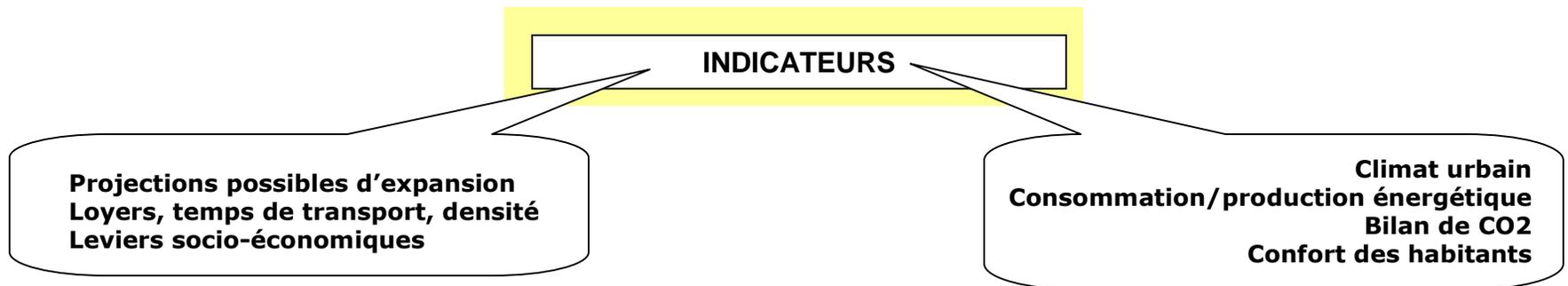
**Météorologie  
Climat urbain  
Morphologie urbaine**



**Projections possibles d'expansion  
Loyers, temps de transport, densité  
Leviers socio-économiques**

**Climat urbain  
Consommation/production énergétique  
Bilan de CO2  
Confort des habitants**

# Les résultats attendus



- Quelle expansion et quels leviers ?
- Quelle interaction entre changement climatique et urbanisation ? Quels impacts ?
- Quels sont les scénarios d'aménagement pertinents ? *a priori* plus durables ?
- Quelle est leur robustesse vis à vis des incertitudes du futur ?

## Les objectifs du projet

- Un simulateur numérique d'expansion urbaine et de climat à l'échelle du siècle
- Un outil d'évaluation des mesures d'adaptation de la ville
- Un démonstrateur de modélisation intégrée de la ville

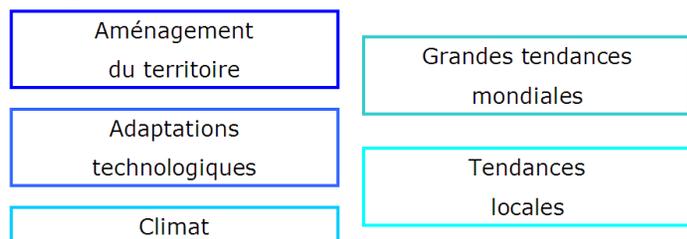
*Démonstrateur de recherche, modulaire et évolutif*

*Des partenaires pertinents et des experts associés au projet  
Le CETE, CONTINENTAL, la Mairie de Toulouse, l'ARPE*

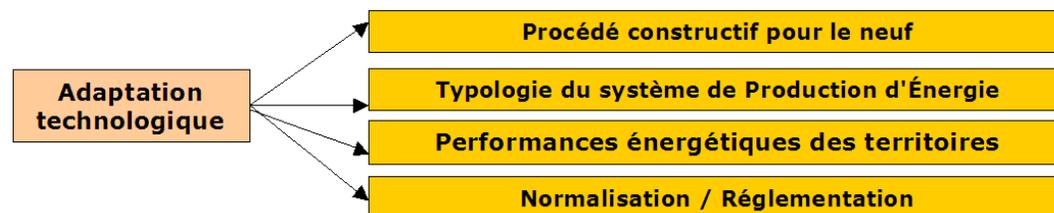
# LES SCENARIOS

# La démarche

## 1 - Définition de grands thèmes



## 2 - Définition de variables clés pour chaque thème :



## 3 - Définition d'hypothèses pour chaque variable :

	Hypothèse 1 Maintien/amélioration de la situation actuelle	Hypothèse 2 Amélioration tangible	Hypothèse 3 Rupture
Variable 1 Procédés constructifs pour le neuf	Maintien de la prédominance du traditionnel (maçonnerie, béton armé) adapté aux exigences environnementales	Percée (20%) des procédés « bio-sourcés » (bois, autres végétaux, matériaux d'origine animale)	Percée (20%) des procédés intégrés (nécessite une évolution du modèle économique de la construction)

# La démarche

## 4 - Construction des matrices « hypothèses X variables » pour chaque thème :

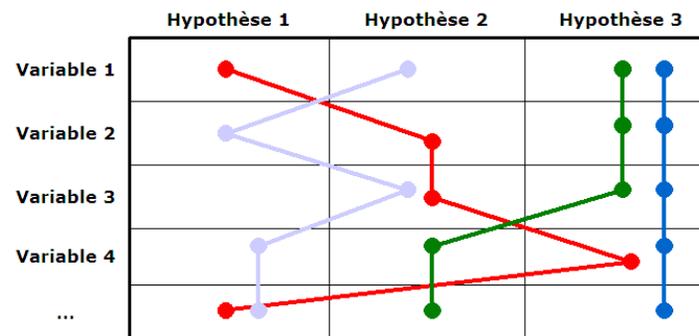
VARIABLES	H1	H2	H3
<b>Planification territoriale</b>	Faible gouvernance du territoire (implantation anarchique)	Initiatives locales (manque de cohérence régionale)	Politique régionale (forte gouvernance régionale)
<b>Performances énergétiques des territoires</b>	Toulouse: ville décarbonnée et presque autonome	Subsidiaire à la politique énergétique française	
<b>Anthropisation / Multipolarité</b>	Conurbation (Toulouse=Mégalopole Sud-Ouest)	Mitage généralisé (extension du urbain diffus)	Ville archipel (densification urbaine)
<b>Forme urbaine des quartiers</b>	Aucun contrôle de la densité (étalement urbain)	Contrôle: petits collectifs	Contrôle: grands collectifs
<b>Multifonctionnalité des territoires</b>	Mixité fonctionnelle (Multifonctionnalité des bâtiments ou des quartiers)	Mono fonctionnalité (Zoning urbain)	Fil de l'eau (Ville mixte conjuguant zones mono et multifonctionnelles)
<b>Réseau transport et logistique</b>	Mise en place politique infrastructure de transport (grandes artères métropolitaines)	Développement d'infrastructure pour la multi modalité et le fret	Pas de développement (augmentation des temps de transport, risque d'asphyxie)
<b>Mobilité individuelle</b>	Voiture individuelle compagne de la péri-urbanisation (fragmentation des espaces ruraux)	Mixité dans les modes de transport (Mort de la voiture individuelle)	

## 5 - Construction des scénarios thématiques

Ex : Ville archipel, mégapole, ...

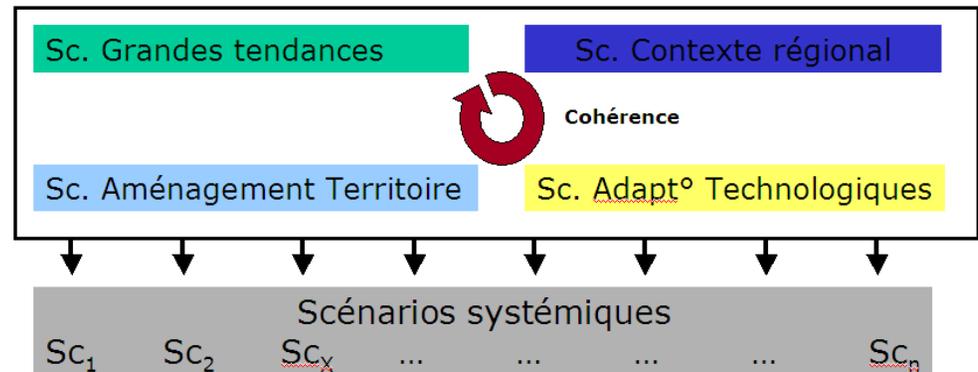
Ex : Crise économique, pole d'excellence, ...

Ex : Push technologique, ville énergétiquement vertueuse, ...

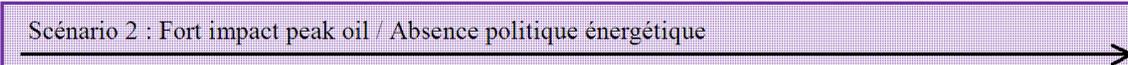


# La démarche

## 6 - Construction des scénarios systémiques



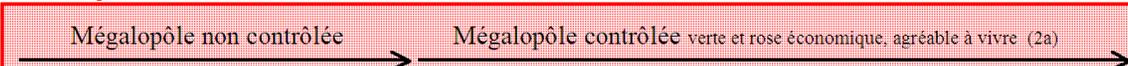
Sc. Grandes tendances globales



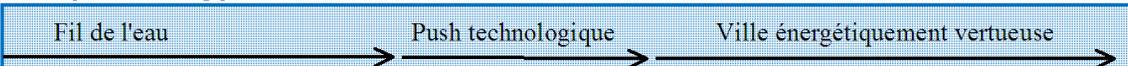
Sc. Grandes tendances locales



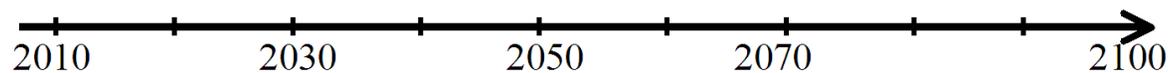
Sc. Aménagement du Territoire



Sc. Adaptations technologiques



Choc Pétrolier



EVENEMENTS CLEFS

Récit synthétique des scénarios systémiques  
**Scénario 1**

Récit  
**Période 2010 – 2040**

- L'agglomération toulousaine maintient son 4<sup>ème</sup> rang français, par sa taille et son activité économique : elle reste un territoire attractif, où la population ne cesse d'augmenter.
- L'économie se porte bien, structurée autour d'un secteur dominant et performant ; les revenus moyens par ménage augmentent, excepté pour les ménages monoparentaux qui se multiplient.
- Malgré le SCoT, le développement de la métropole toulousaine n'est pas vraiment régulé, les politiques publiques peinent à converger : la varicelle urbaine se poursuit, s'accompagne de nouvelles grandes artères routières rapidement engorgées, mettant à mal tout principe de densité et de structuration autour des réseaux de transports collectifs.
- Dans ce contexte, la protection des espaces agricoles et naturels passe au second plan : ils disparaissent peu à peu.
- En matière énergétique, la politique locale reste tributaire des tendances nationales, ce qui fragilise fortement le territoire.
- Les systèmes de production énergétique restent traditionnels, peu perméables à toute innovation, tant dans le domaine des transports que du bâtiment.

**Période 2040 – 2060**

- Le territoire perd de son attractivité : la population chute, vieillit et s'appauvrit, les inégalités se confirment.
- Les tendances sont lourdes à renverser et la mégalopole toulousaine finit de se former.
- Les nouvelles politiques urbaines permettent néanmoins à la ville de poursuivre son développement sur elle-même, même si on conserve une hyperpolarisation sur Toulouse.
- Des chaînes de transports alternatifs à la route se font jour et l'intermodalité se développe.
- Les espaces naturels sont mieux protégés, mais les espaces agricoles sont toujours en net recul.
- Sur le plan énergétique, les difficultés économiques poussent à revoir les modes de production et de consommation, et à l'innovation ; les comportements évoluent, les nouvelles technologies se développent.

**Période 2060 – 2100**

- Une économie locale se développe en matière énergétique, les contrôles se renforcent, entraînant une véritable réduction des consommations et des émissions de CO<sub>2</sub> associées.
- L'approche environnementale se renforce, en termes d'ouvrages, de bâtiments ou urbanistiques, prenant réellement en compte les usages et la notion de confort : les petits collectifs constituent toujours la forme urbaine dominante, les espaces naturels et agricoles sont mieux protégés, voire restaurés, participant au rafraîchissement de la ville.
- Les transports deviennent intelligents : l'intermodalité est confortée, le réseau de transports collectifs se densifie, la voiture électrique montre une forte hausse.

document de travail

Facteurs explicatifs

**En 2040**

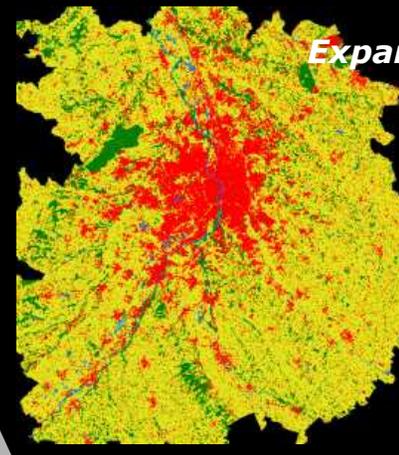
Une crise économique mondiale touche à nouveau durement l'ensemble des pays fondés sur une économie de marché. A l'échelle toulousaine, l'industrie aéronautique est pleinement concernée et se trouve fragilisée. Le prix du baril de pétrole augmente, le choc pétrolier est violemment ressenti en 2040. Devant l'adversité, mais après plusieurs tensions, une réelle gouvernance locale se met en place et en mouvement : l'union fait la force !

Les filières courtes de production d'énergie se développent, la cohérence urbanisme – transports commence à être remise à l'ordre du jour. Conscient de son retard technologique et de sa forte dépendance aux énergies carbonées, l'état investit lourdement : des évolutions réglementaires et technologiques sont enfin en marche. Face à ces changements nécessaires, la conscience écologique des individus se fait jour.

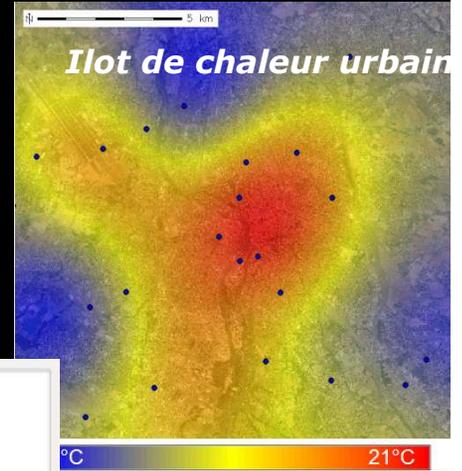
**En 2060**

Même si la crise économique mondiale se poursuit, les politiques fortes mises en place localement montrent leurs effets : la question énergétique constitue le levier principal pour revitaliser le tissu économique local. La révolution énergétique est d'ailleurs bien engagée : l'innovation est promue, les comportements deviennent réellement vertueux.

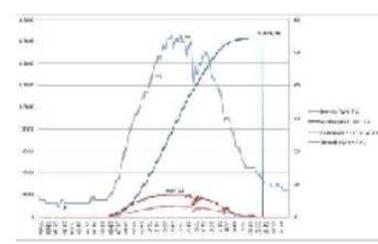
**Expansion urbaine**



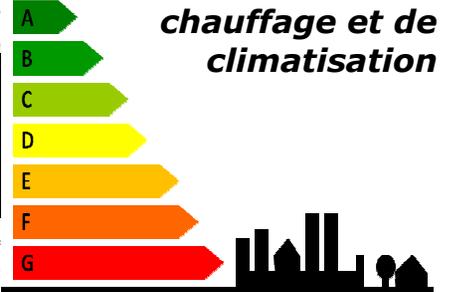
**Ilot de chaleur urbain**



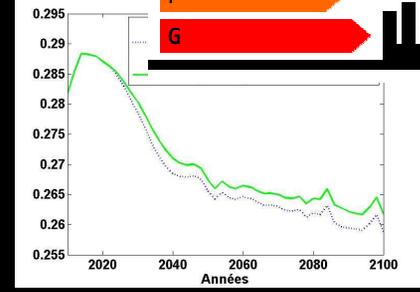
Production: 3456 kwh/an  
 234 kwh/m<sup>2</sup>



**Potentiel de production d'énergie solaire**



**Consommation de chauffage et de climatisation**



**Coût des loyers**



*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*



**MERCI**



*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*

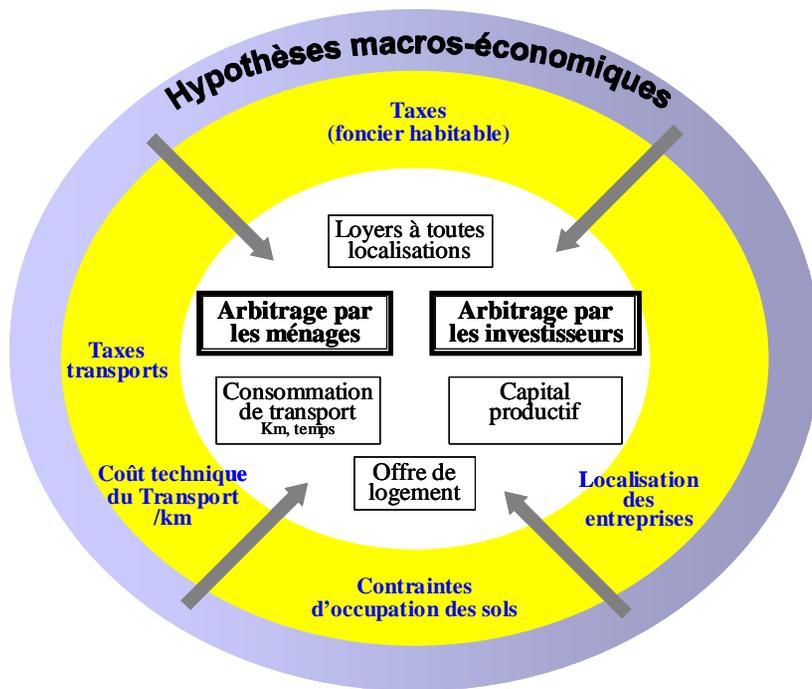


**BACK UP**

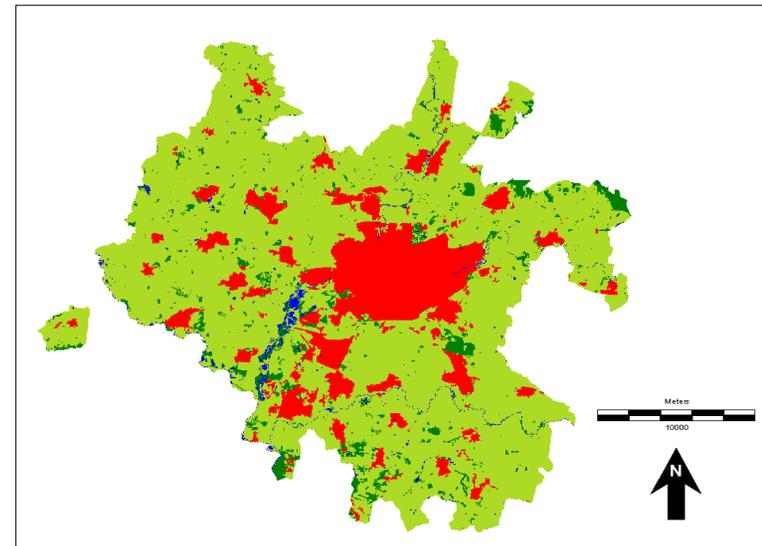
# Les modèles d'urbanisation

## GEODE et ENM-CIRED

Un modèle économique urbain : **NEDUM**



couplé à un modèle  
d'occupation des sols : **LCM**



**Pour simuler spatialement  
l'évolution possible de l'étalement urbain**

# Les étapes du projet

