

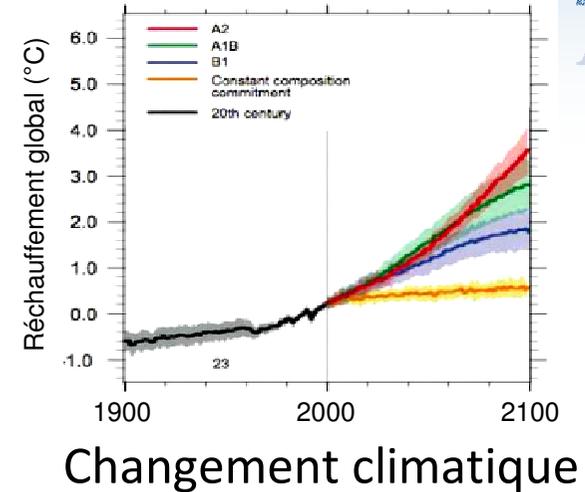
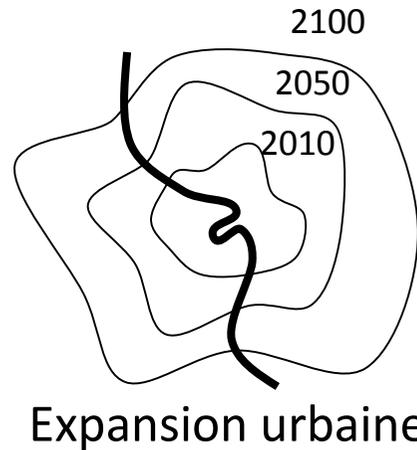
# Étudier la ville et son adaptation par une approche systémique



Jean-Luc  
**Salagnac**

Centre  
Scientifique et  
Technique  
du Bâtiment

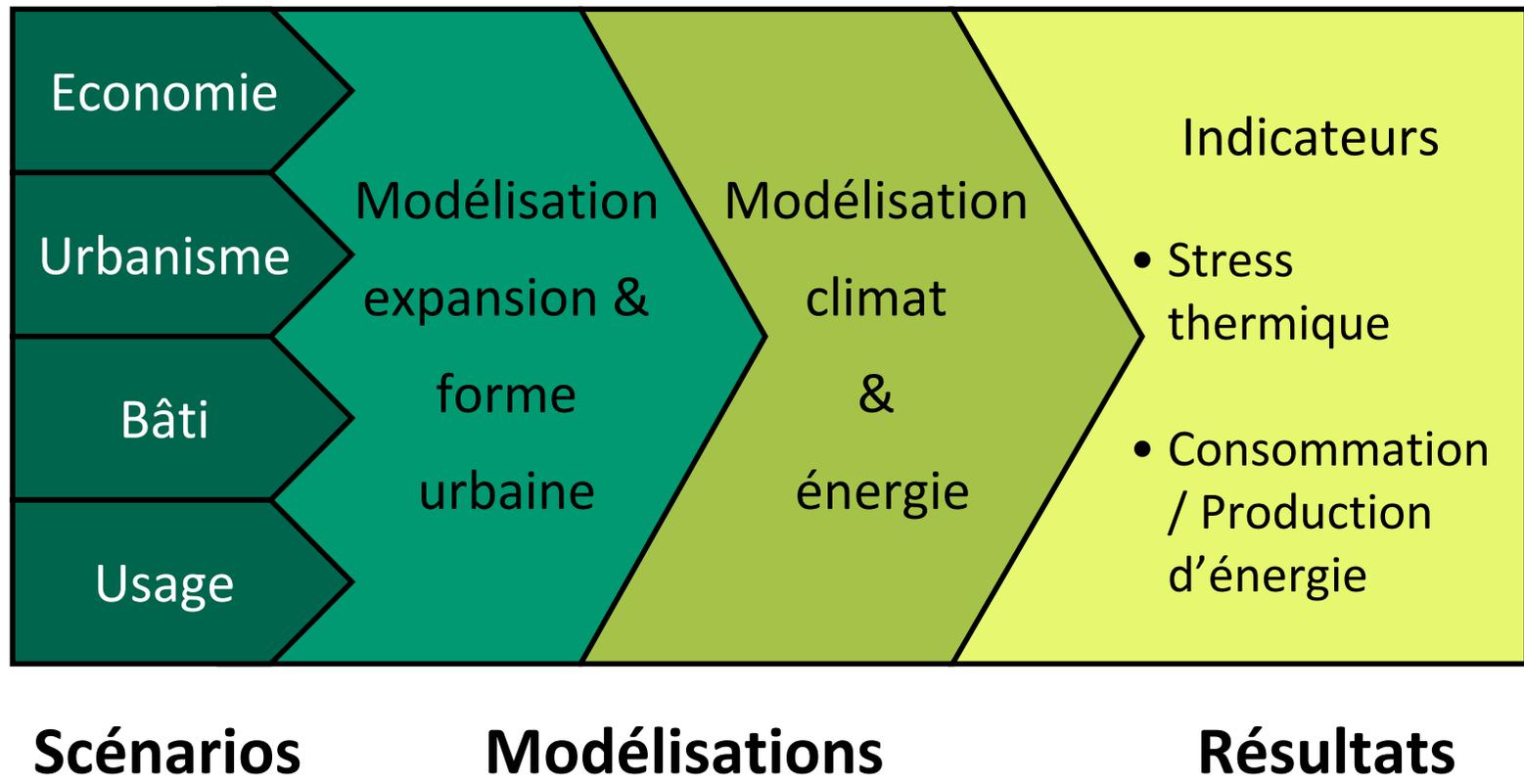
# Méthode générale



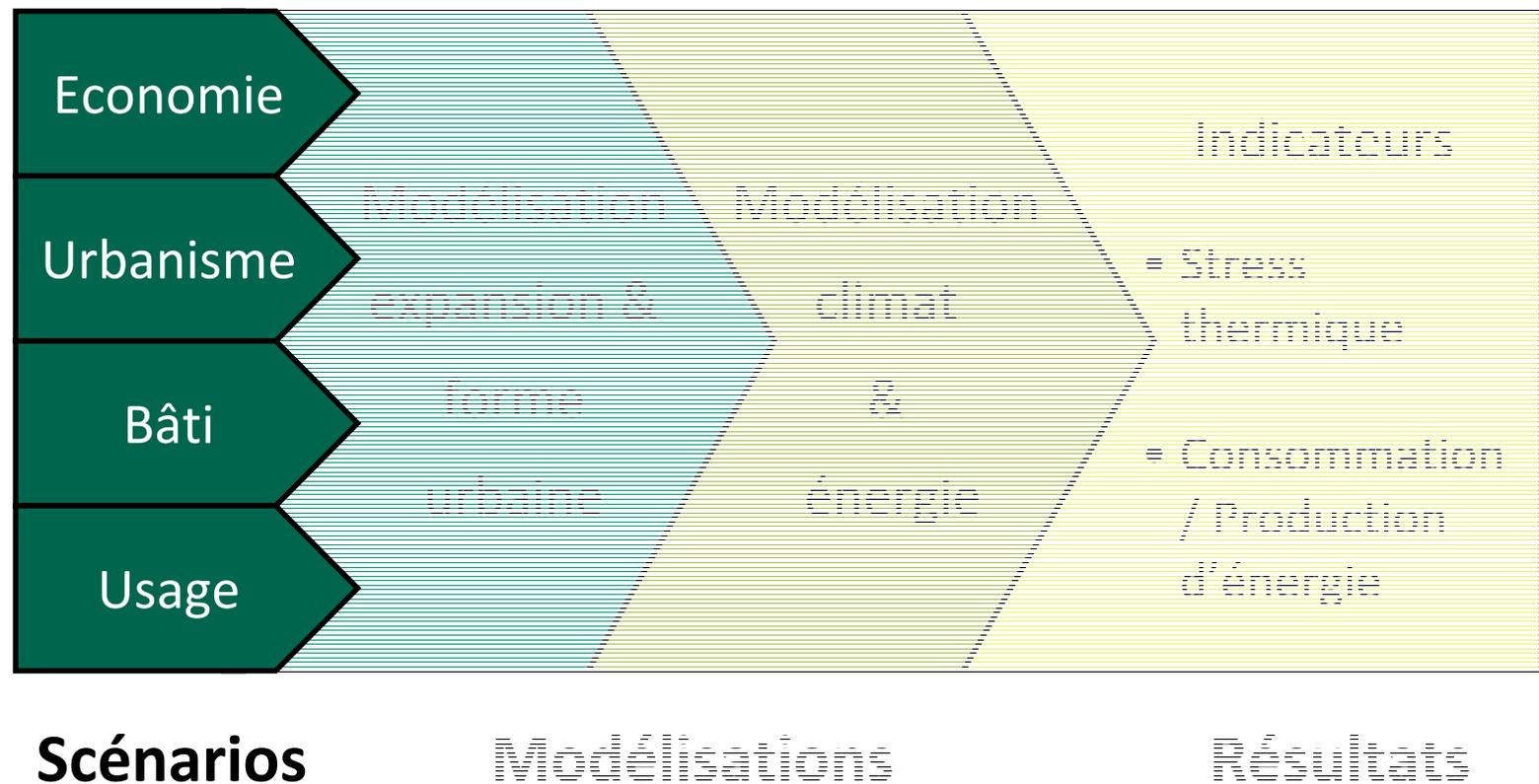
## Comment adapter la ville à ces deux évolutions?

- Echelle spatiale : territoire de 100 km x 100 km autour de l'agglomération parisienne
- Echelle temporelle : le siècle

# Méthode générale



# Scénarios



# Scénarios



- Expansion
  - Ville Étendue & Ville Compacte



- Usages/Pratiques
  - Comportements économes
  - Sur-ventilation nocturne
  - Protections solaires

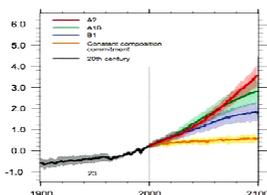


- Végétation et l'irrigation
  - Jardins, toitures végétalisées

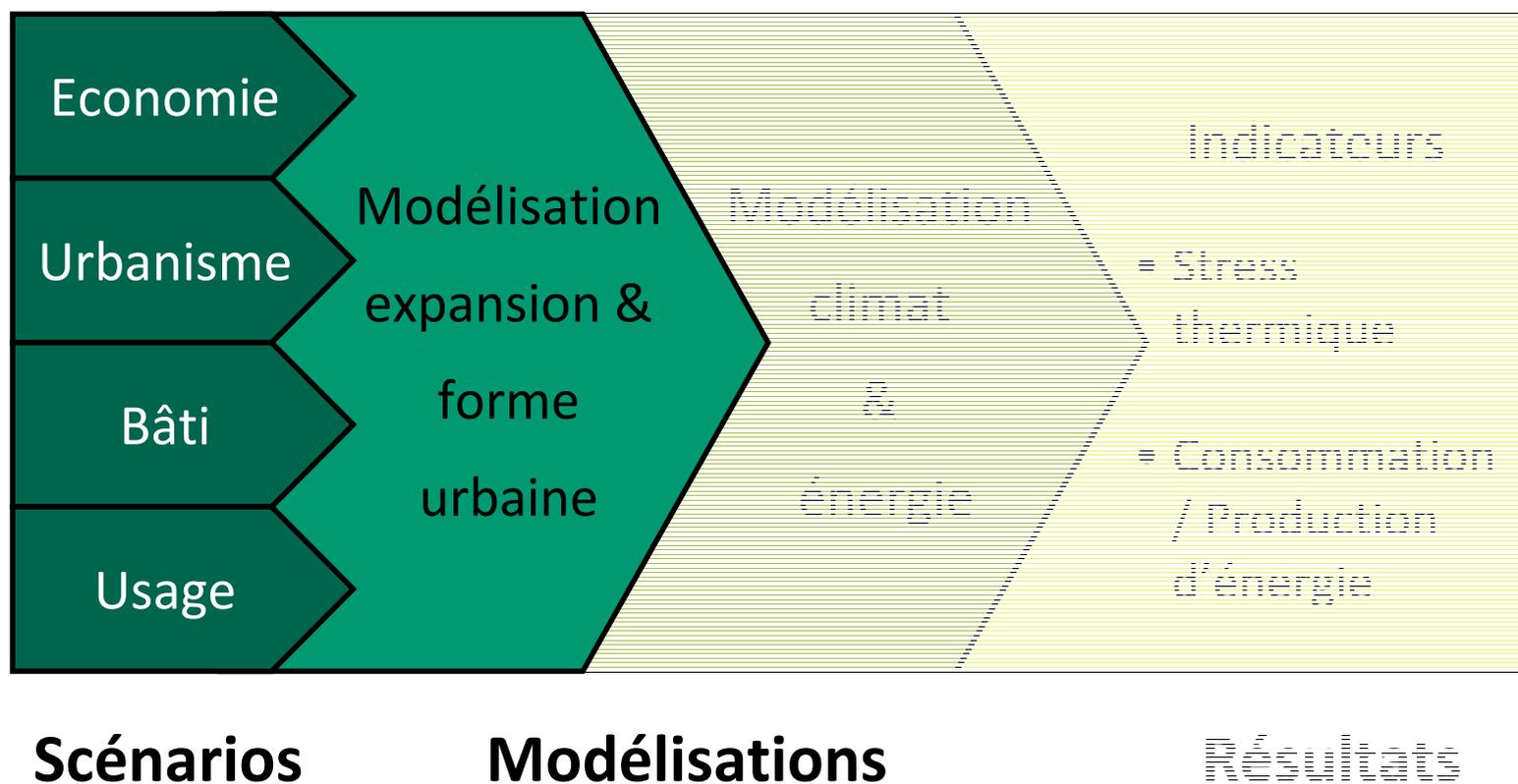


- Formes urbaines
  - Architectures Fil de l'eau, Compactes, Verticales

- Climat
  - + 4°C par rapport aux températures moyennes actuelles



# Modèles prospectifs



# Modèles prospectifs



- **NEDUM : un modèle dynamique d'expansion urbaine**

- Mécanismes :
  - Arbitrage des ménages entre couts des transport et des loyers.
  - La densité de bâtiments construits dépend de cet arbitrage.
- Approximations simplificatrices :
  - Tous les ménages ont le même revenu.
  - Un seul aller-retour domicile travail par jour.

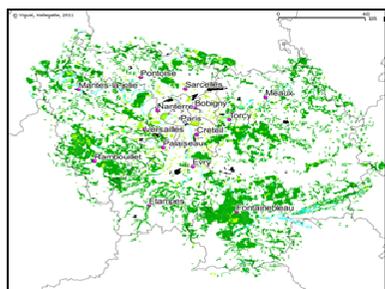


- **GENIUS : un modèle d'évolution de la forme urbaine**

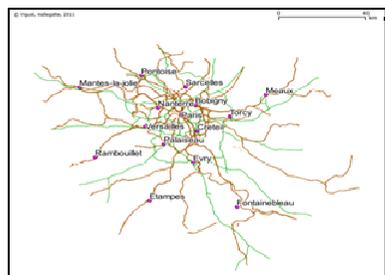
- Mécanismes :
  - Représentation typologique des quartiers
  - Évolution temporelle de leurs typologie et de leur morphologie
- Hypothèses :
  - La ville garde une trace de son histoire

# Modèles prospectifs - NEDUM

## Entrées



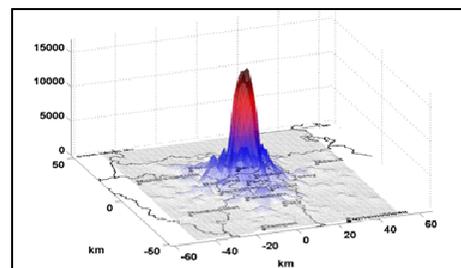
Contraintes d'usage du sol



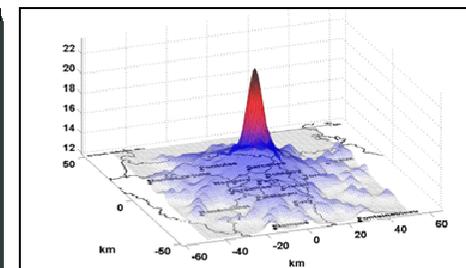
Coûts et temps de transport

- Population totale
- Coût de construction
- Revenu des ménages

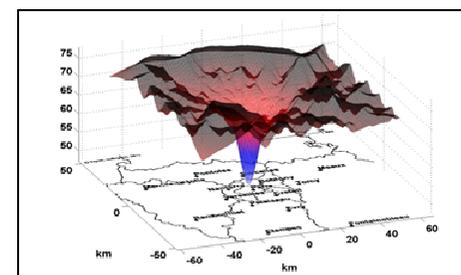
## Sorties



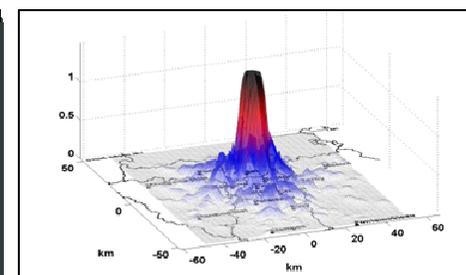
Densité de population



Loyers



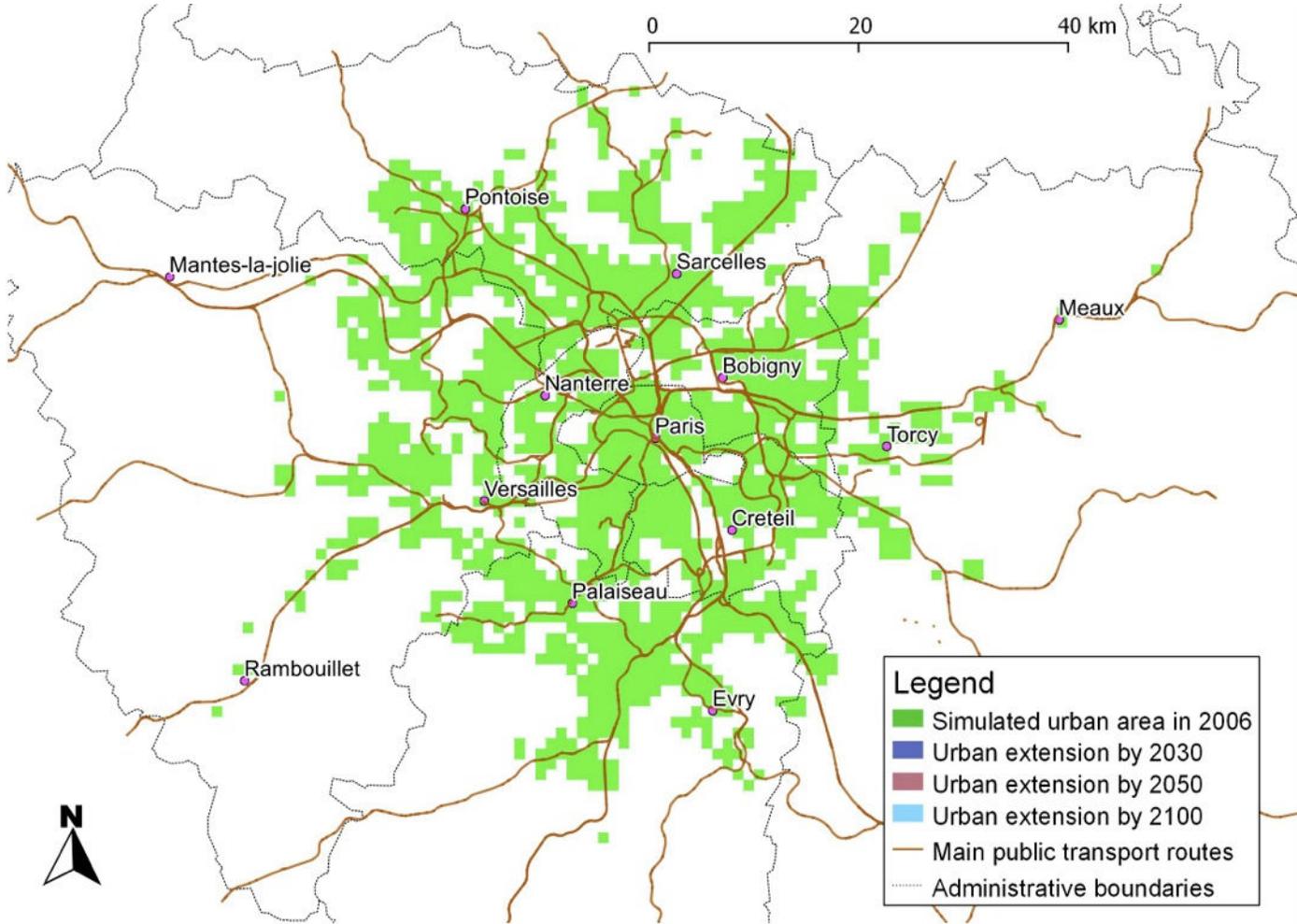
Taille des logements



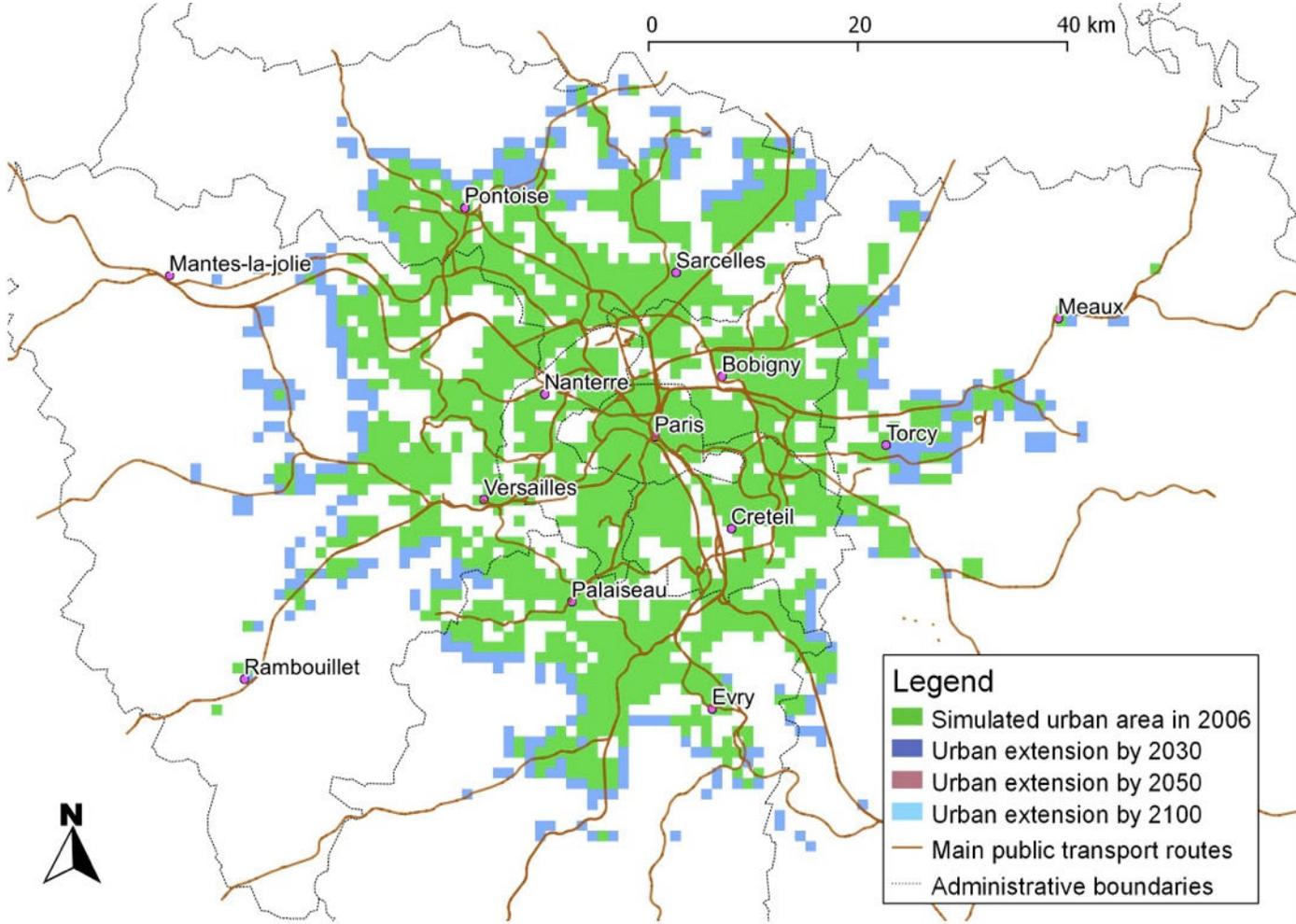
Densité bâtie



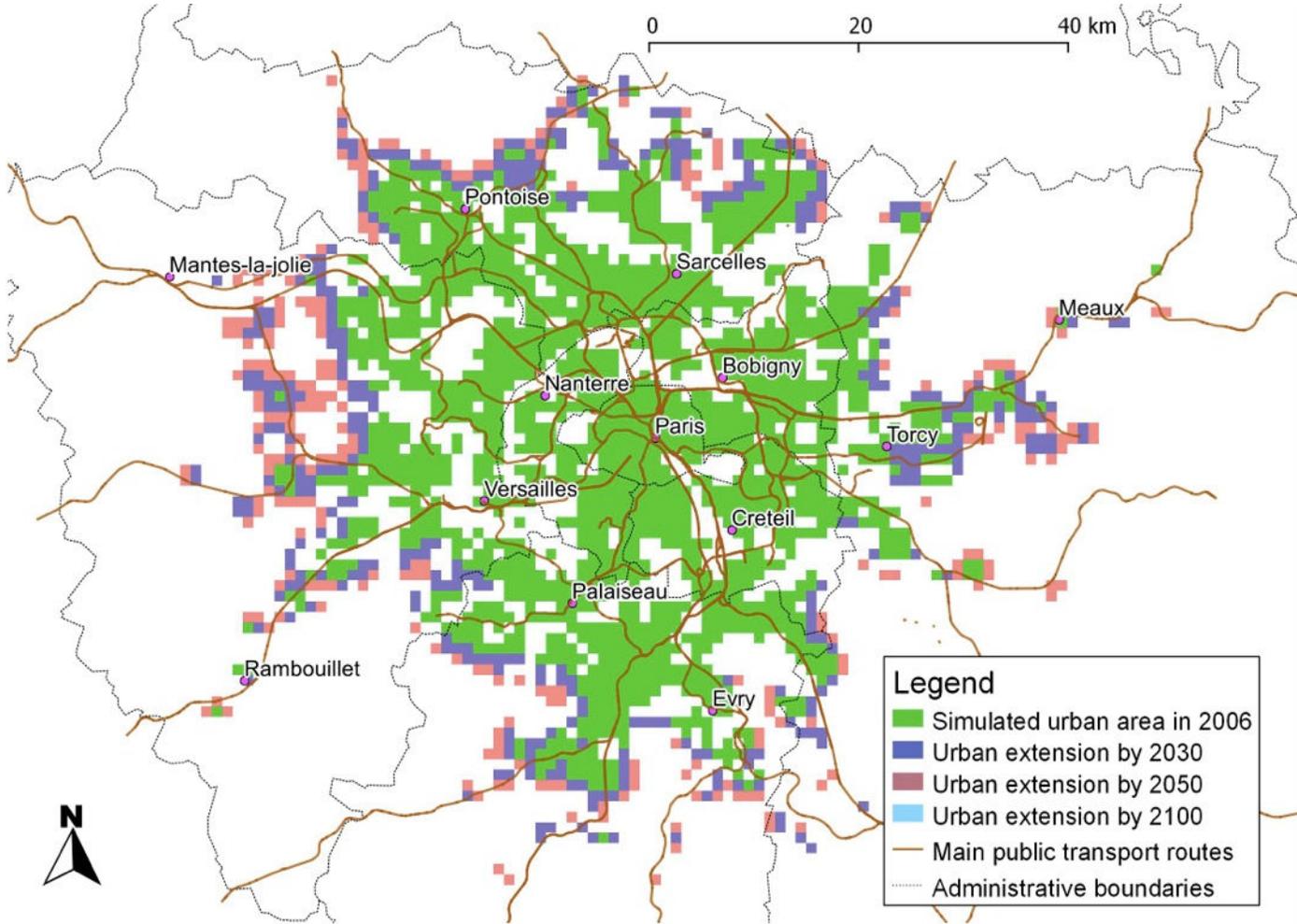
# Modèles prospectifs - NEDUM



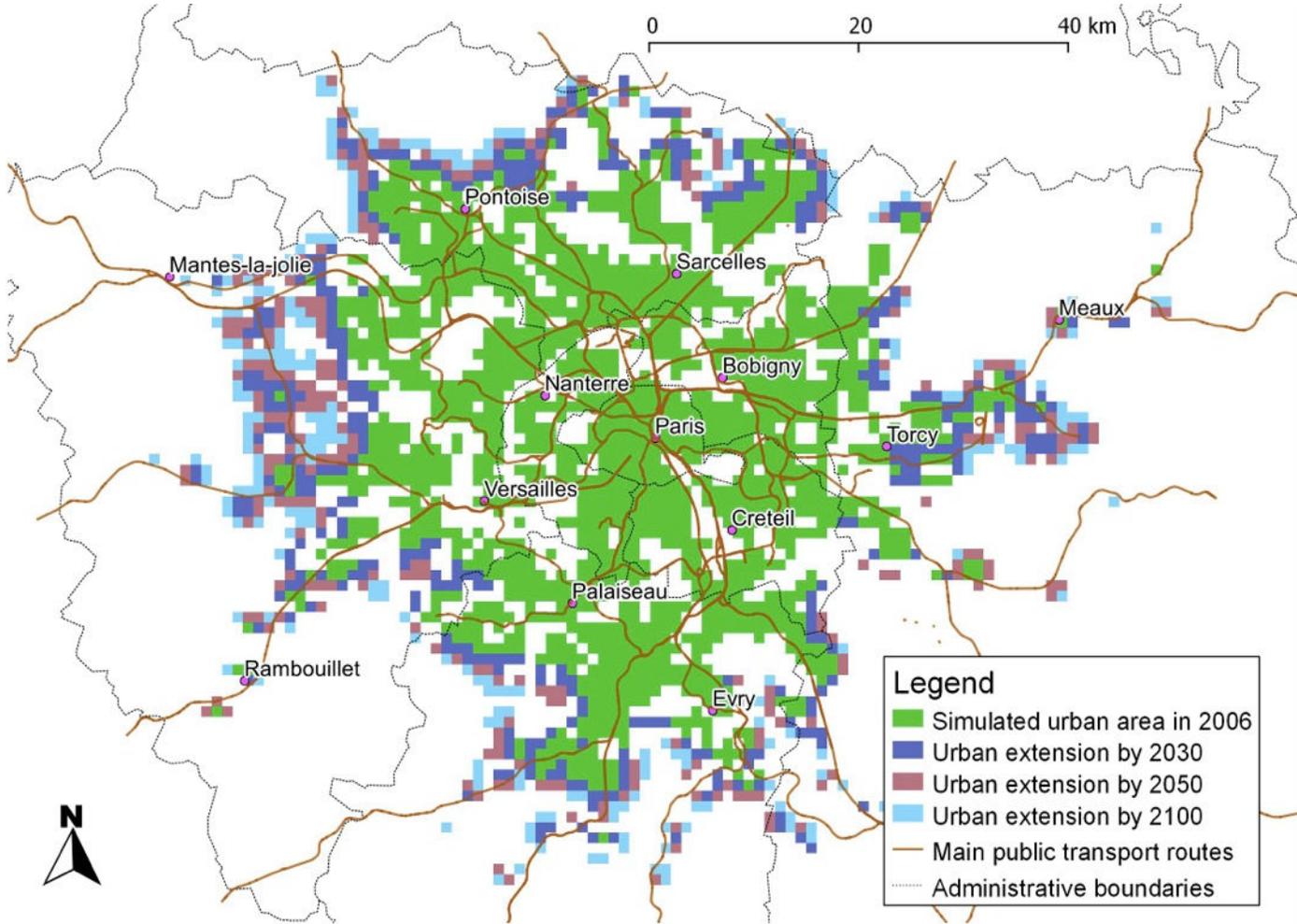
# Modèles prospectifs - NEDUM



# Modèles prospectifs - NEDUM

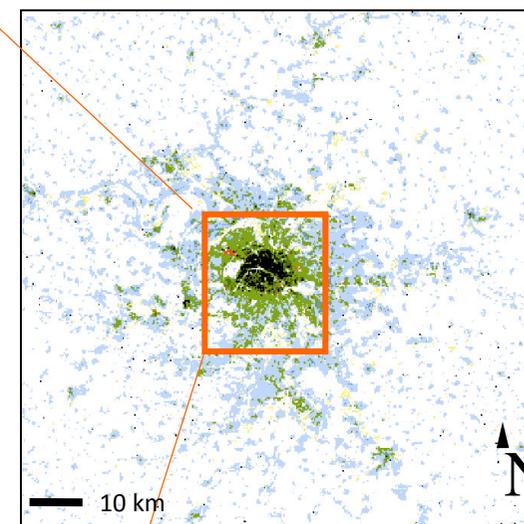
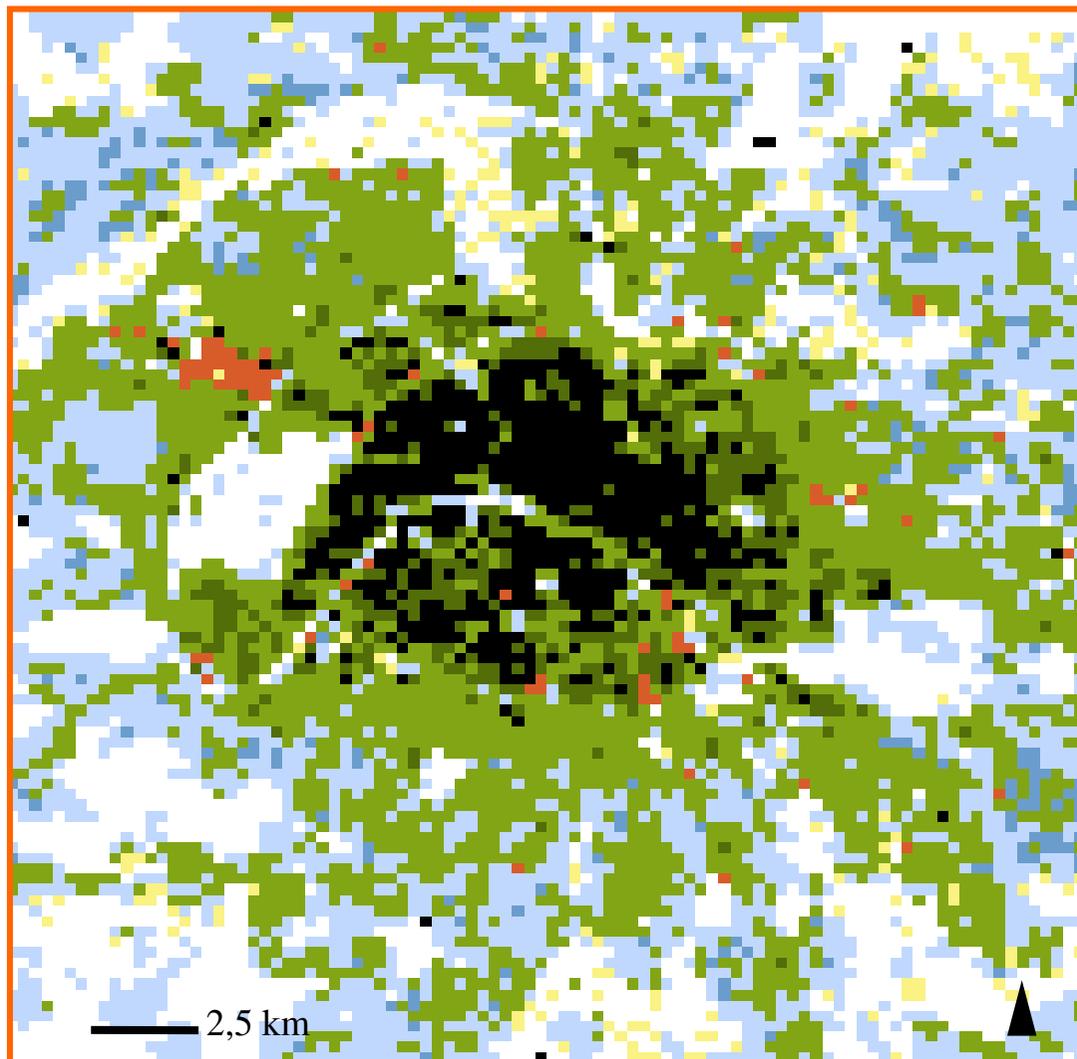


# Modèles prospectifs - NEDUM



# Modèles prospectifs - GENIUS

Carte archétypale initiale, agglomération Parisienne 2010



## Sept types de quartiers:

- Pavillonnaire discontinu
- Pavillonnaire continu
- Immeuble discontinu
- Immeuble continu
- Immeuble de grande hauteur
- Centre ancien
- Bâtiment d'activité

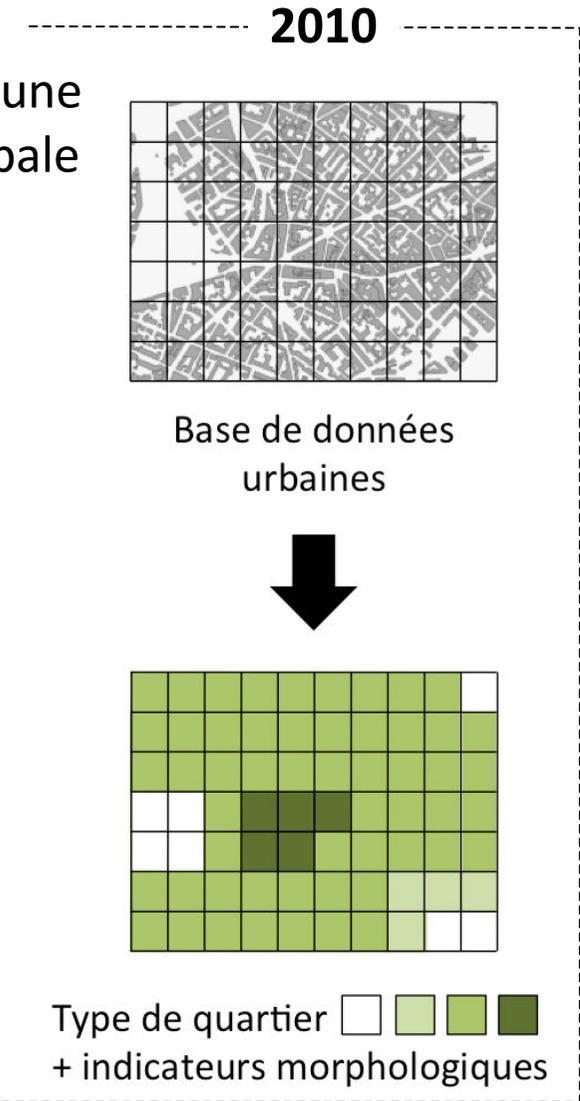


# Modèles prospectifs - GENIUS



1<sup>ère</sup> étape :

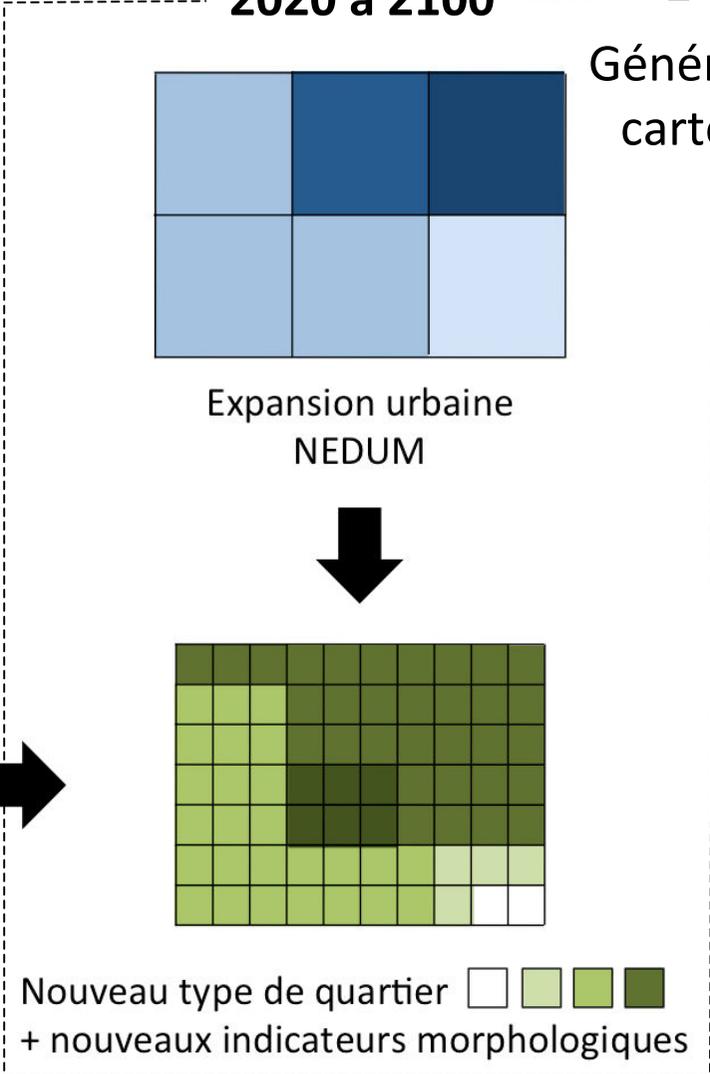
Génération d'une carte archétypale initiale



2020 à 2100

2<sup>ème</sup> étape :

Génération des cartes futures

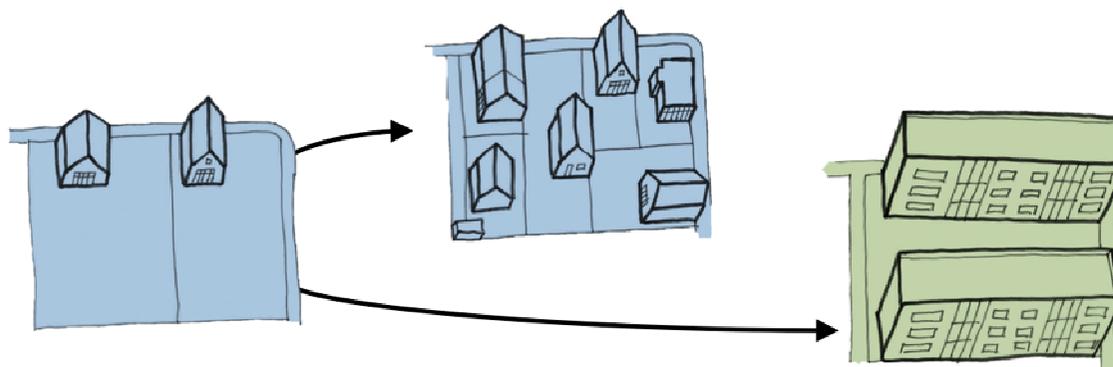


# Modèles prospectifs - GENIUS



## 2<sup>ème</sup> étape :

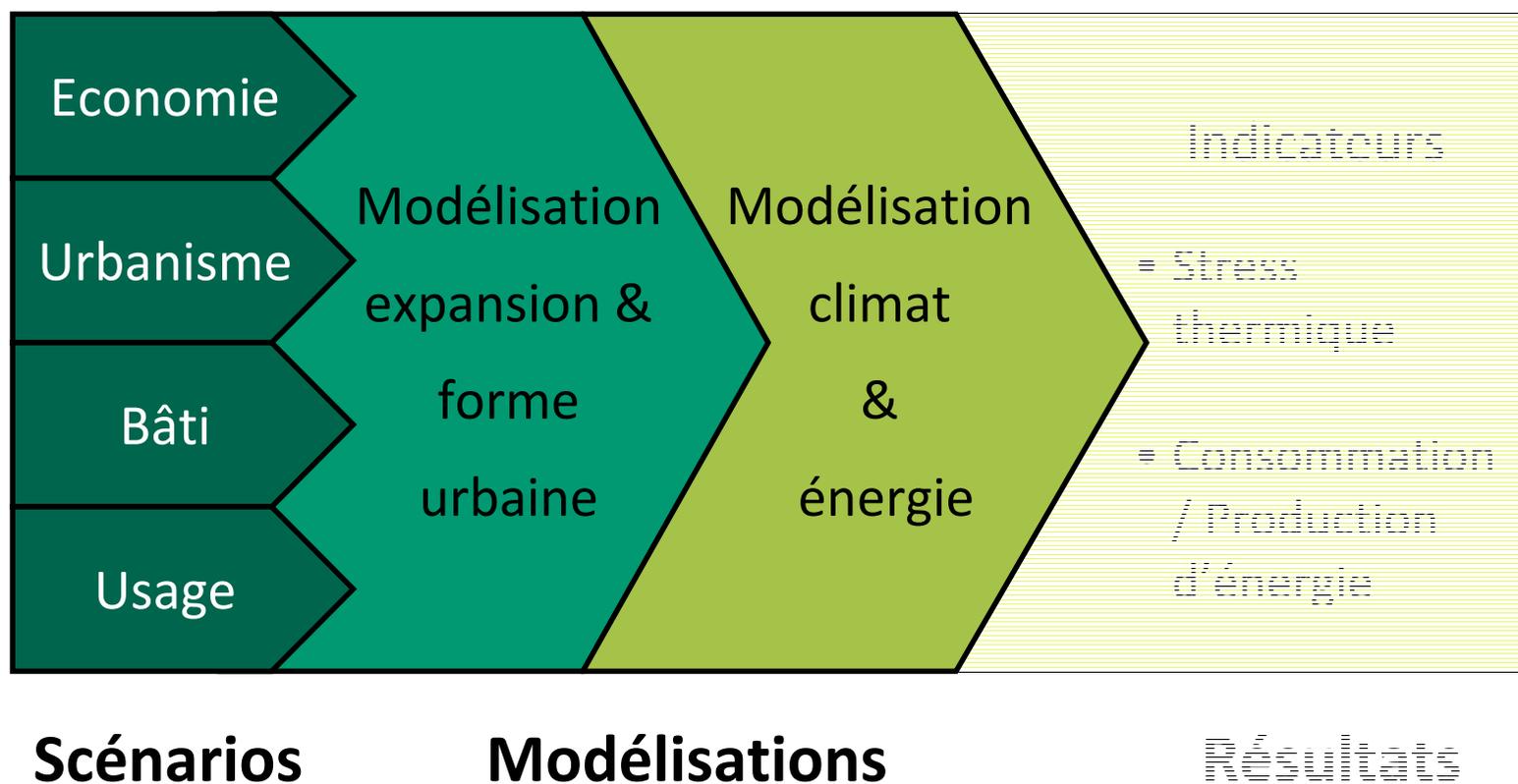
- Évolution des typologies de quartiers :
  - Si la densité bâtie augmente peu : le type de quartier reste identique (la ville garde une trace de son histoire)
  - Si elle augmente beaucoup, on détruit pour reconstruire un nouveau type de quartier plus dense



- Évolution morphologique des quartiers :
  - Les bilans énergétiques des bâtiments nécessitent de faire évoluer certains paramètres : hauteur, emprise au sol, surface d'enveloppe ...
  - Ils sont déduits de règles issues d'analyses statistiques de l'existant



# 4. Modélisation climat & énergie

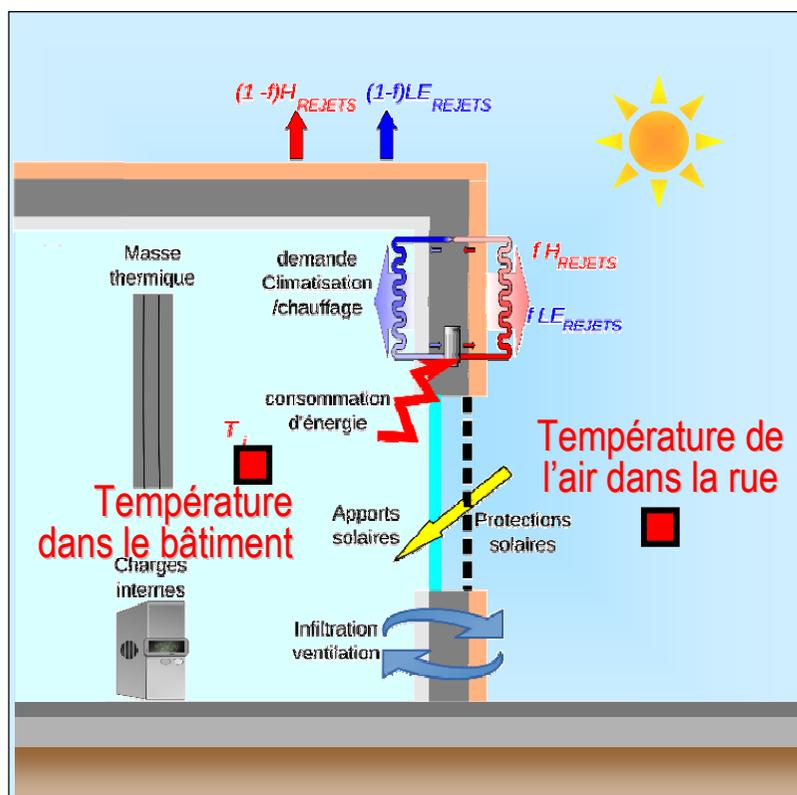


# Modélisation climat & énergie

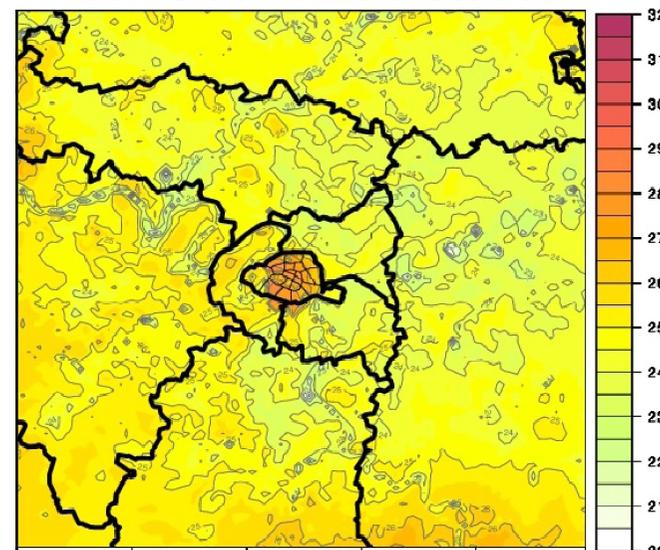
## Modèle TEB (développé au CNRM)

Simulation de l'échelle du quartier à l'échelle de la ville :

- Microclimat dans les rues et les bâtiments
- Énergétique des bâtiments (chauffage et climatisation)



Exemple : Température de l'air sur le domaine d'étude



# Modélisation climat & énergie



## Modèle TEB (développé au CNRM)

Simulation de l'échelle du quartier à l'échelle de la ville :

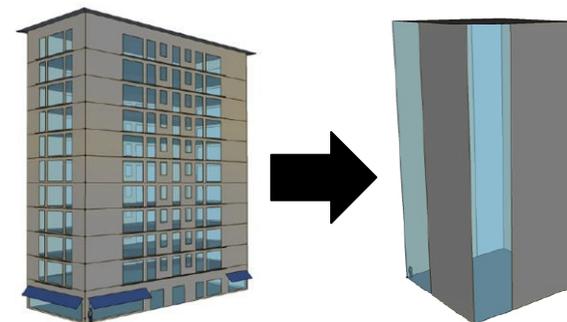
- Microclimat dans les rues et les bâtiments
- Énergétique des bâtiments (chauffage et climatisation)

### Entrées :

- Conditions météorologie (et climatiques)
- Morphologie simplifiée des bâtiments
- Propriétés thermiques des matériaux
- Végétation haute, basse, en toiture

### Sorties :

- Bilans énergétiques
- Cartographies spatiales et temporelles températures



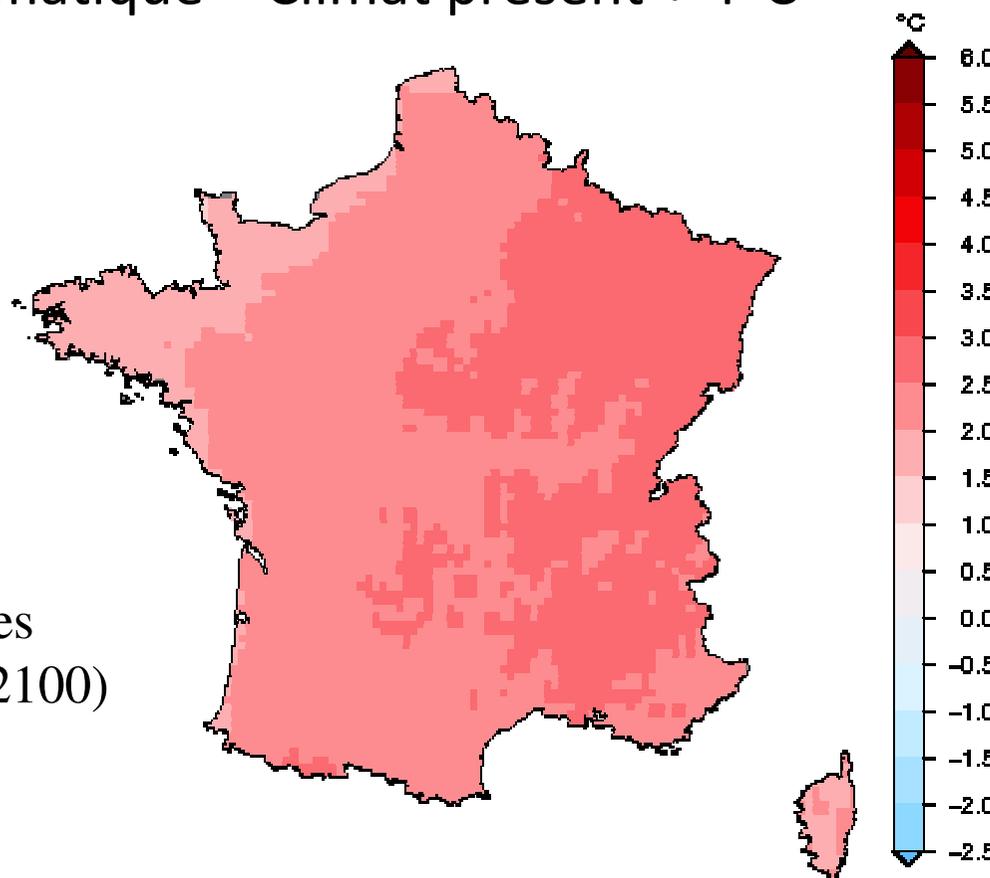
# Modélisation climat & énergie

## Évolution du climat

- Référence = Climat présent
- Changement climatique = Climat présent + 4°C

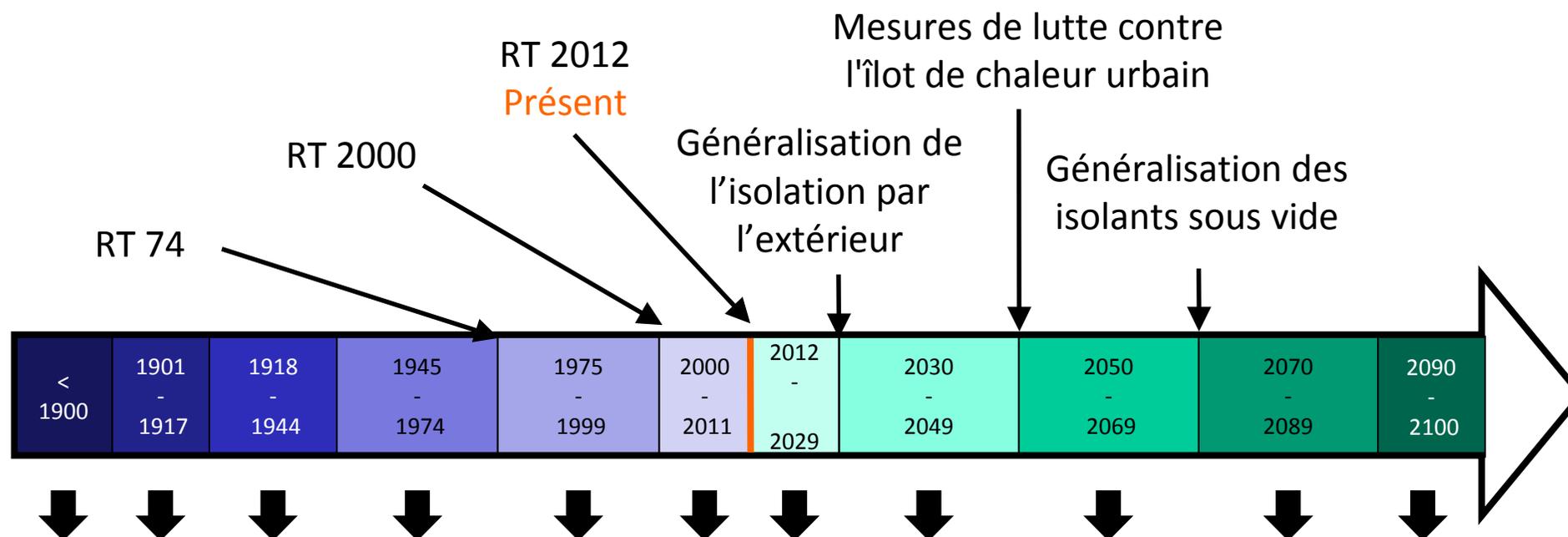


Evolution projetée des  
températures (2071-2100)  
Scénario SRES A2  
*Source : DRIAS*



# Modélisation climat & énergie

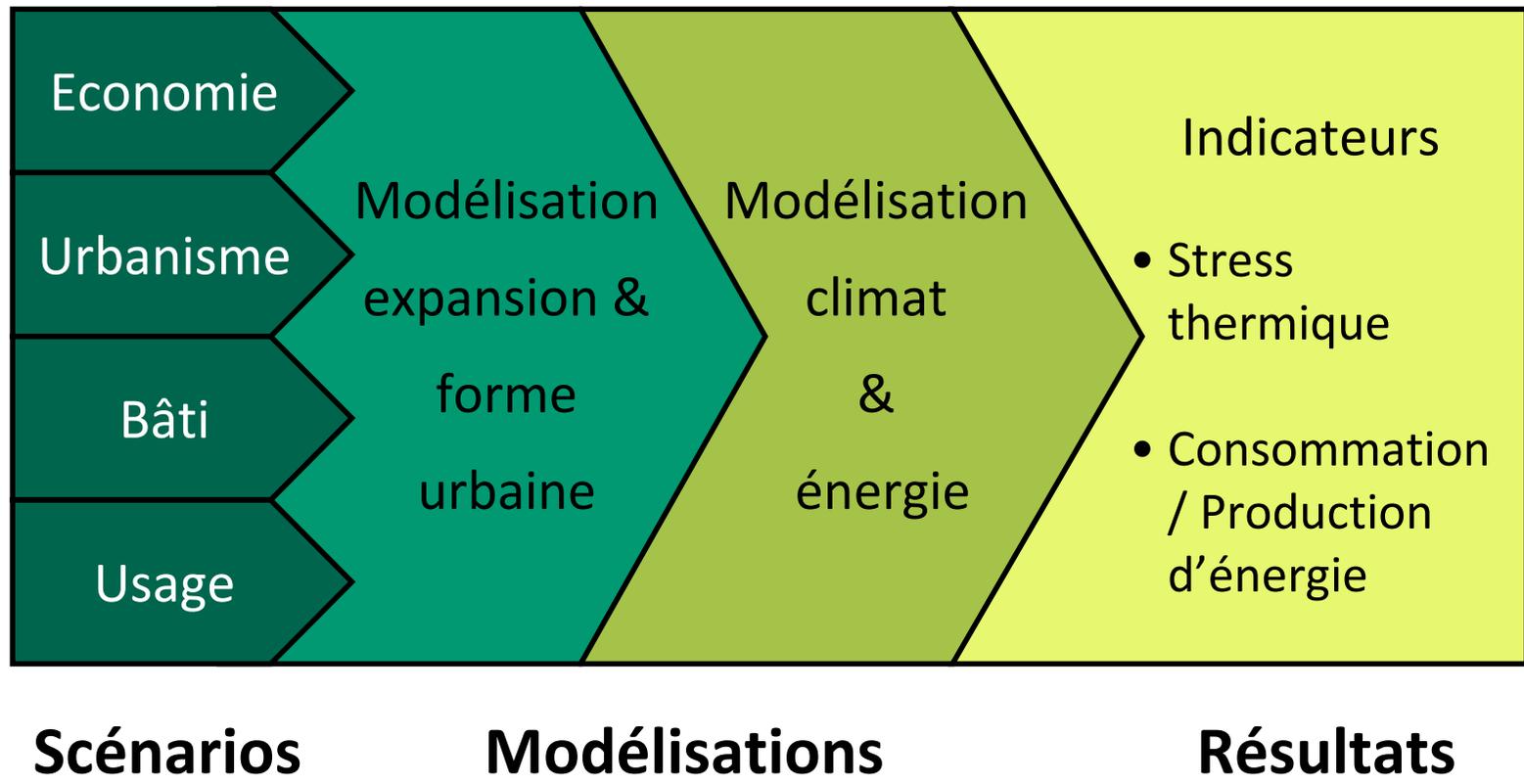
## Évolution des performances énergétiques des bâtiments



Attribution de caractéristiques techniques des bâtiment en fonction :

- de la période de construction,
- du scénario,
- du type de quartier,
- de l'usage/gestion énergétique.

# Indicateurs



# Limites des scénarios & modèles



- **Limites des scénarios**

- Un nombre limité de scénarios
- Un seul scénario climatique
- Pas de prise en compte de ruptures fortes dans les comportements (télétravail), l'aménagement (réseaux de transport en commun) ou les technologies (voitures électriques)

- **Limites des modèles**

- Pas d'évolution de la surface du bâti tertiaire
- La modélisation des transports peut être affinée
- Pas de prise en compte de l'ombrage de la végétation
- Pas de murs végétalisés
- Approche simplifiée du comportement des usagers (températures de consignes)

