



Modélisation Transport – Usage des sols: application à l’analyse des politiques climatiques en ville

Paolo AVNER – CIRED et APREC

Avec la collaboration de Vincent Viguié

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE
EHES et CNRS - UMR 8568

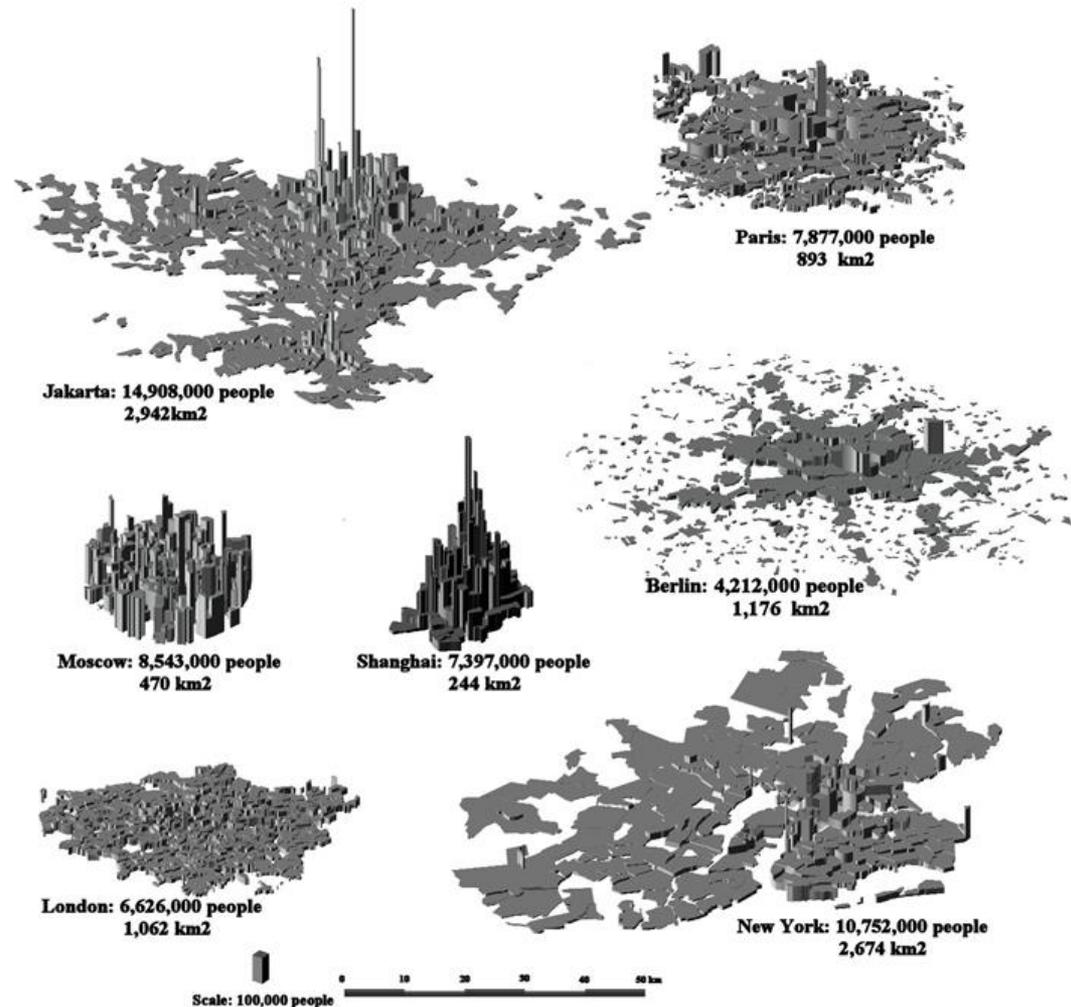
JARDIN TROPICAL

45 BIS AVENUE DE LA BELLE GABRIELLE

94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

Formes urbaines...

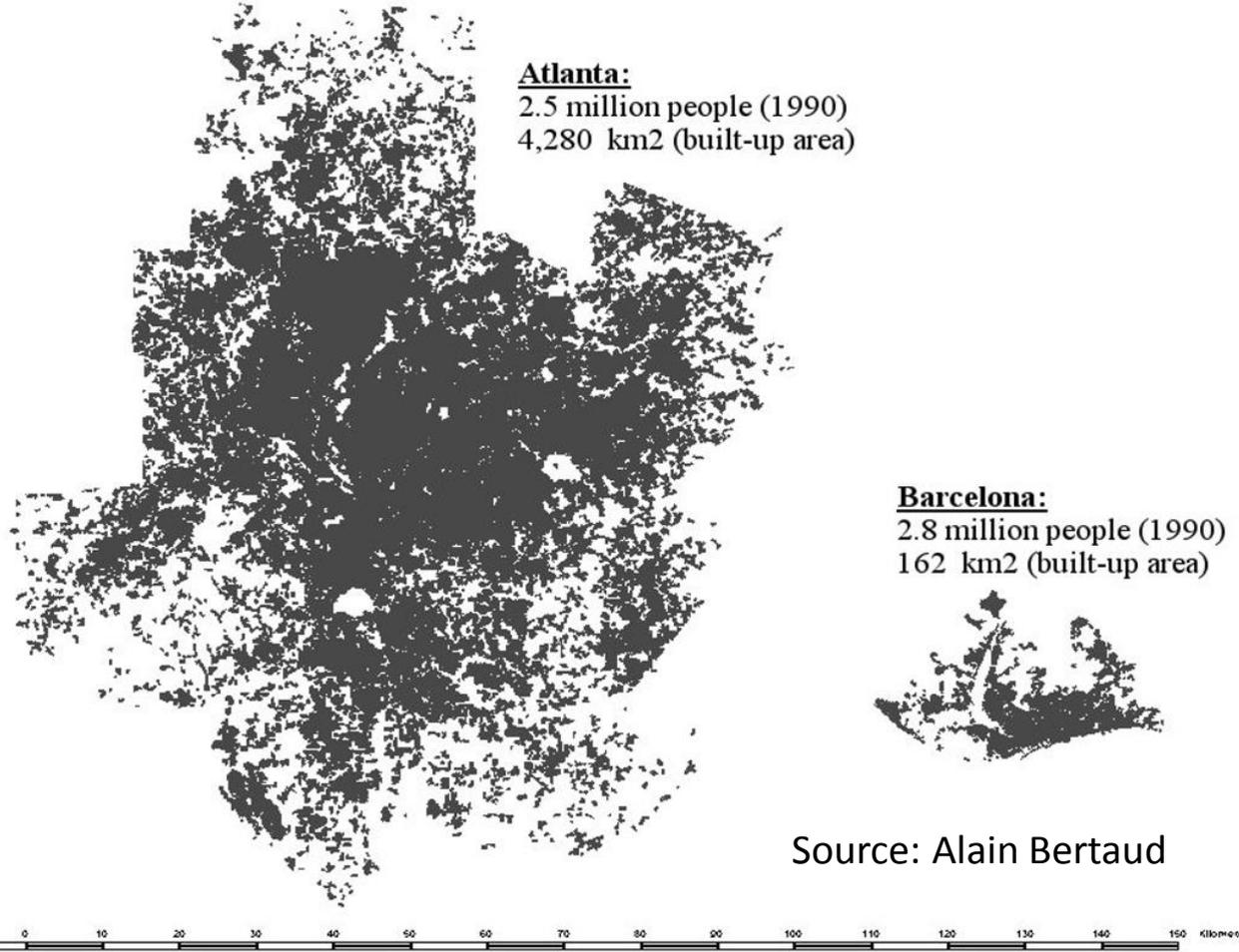
Distribution spatiale des populations de 7 métropoles majeures à la même échelle (1990)



Source : Alain Bertaud

Les formes urbaines important pour les GES...

The Built-up Area of Atlanta and Barcelona Represented at the Same Scale



**Emissions plus faibles
à Barcelone car:**

1 – Distances de déplacements plus faibles;

2 – Accès accru aux transports en commun:

Barcelone a 99 km de lignes de métro.

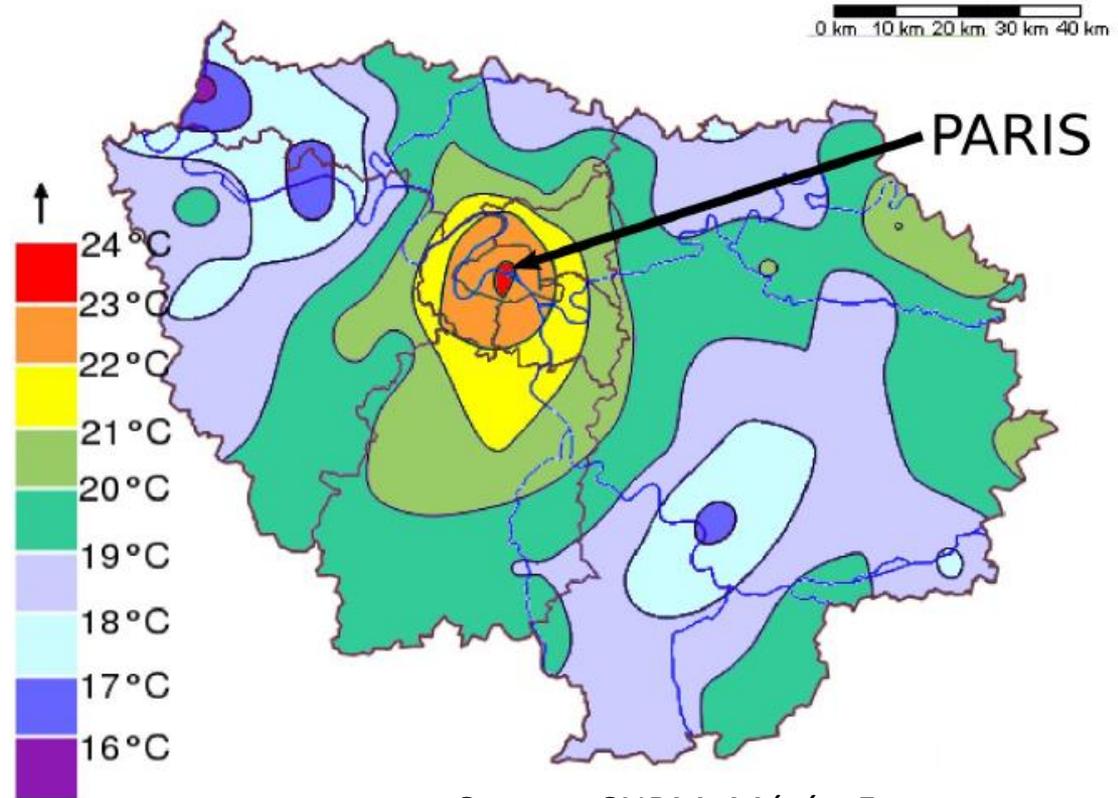
Pour avoir la même accessibilité, Atlanta devrait se doter de 3400 km de lignes...

Les formes urbaines importent pour la vulnérabilité aux changements climatiques...

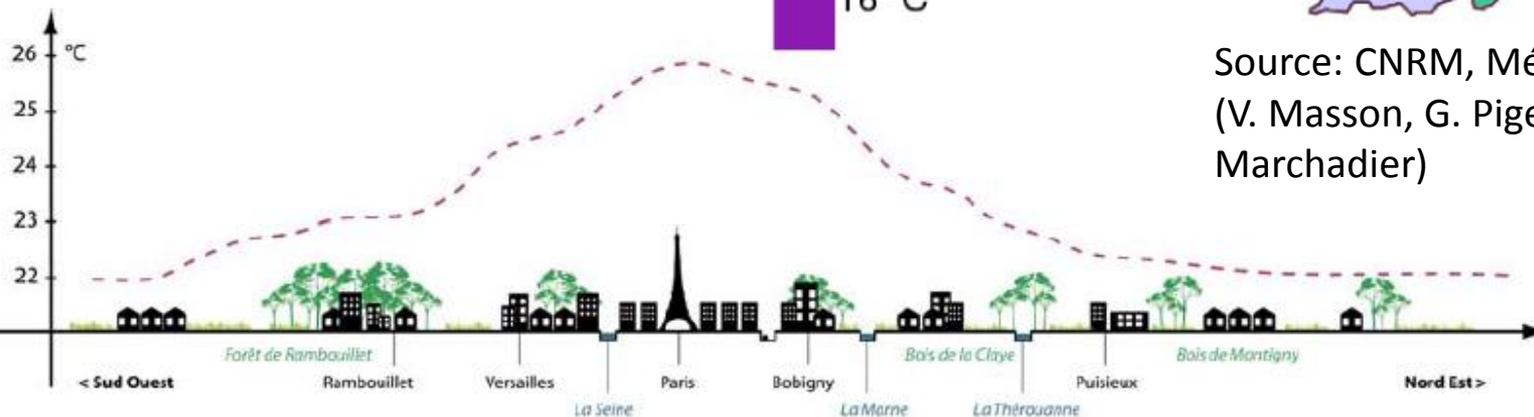
Effet d'îlot de Chaleur Urbain

Températures sont plus élevées en ville que dans les zones rurales, surtout la nuit.

Exemple de la canicule de 2003.



Source: CNRM, Météo-France
(V. Masson, G. Pigeon, A. Lemonsu, C. Marchadier)



L'action sur les formes urbaines mène à des problèmes spécifiques

- **Les formes urbaines important pour les émissions de GES**
 - Transport, habitat, ...
- **Les formes urbaines important pour la vulnérabilité au CC**
 - Ilots de Chaleur Urbains
 - Urbanisation dans les zones inondables...
- **Les formes urbaines important pour de nombreux autres objectifs de politiques publiques, e.g., liés aux inégalités géographiques et sociales, compétitivité...**
- **Les formes urbaines n'évoluent que lentement, il faut donc prendre en compte les contraintes actuelles et futures dès aujourd'hui**
 - Évolution du prix des énergies, des conséquences du changement climatique...

Modélisation des formes urbaines?

- **Modélisation basée sur la théorie urbaine classique (*Alonso 1964, Mills 1967, Muth 1969*)**

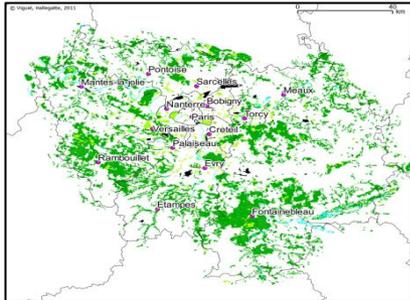
- **3 mécanismes :**
 1. Arbitrage des ménages:
 - Coûts et temps de transports faibles lorsqu'on vit proche du centre, et
 - Logements plus grands et loyers plus faibles en périphérie

 2. Les investisseurs immobiliers optimisent la densité de bâti (type de construction) en fonction des loyers et des coûts de construction

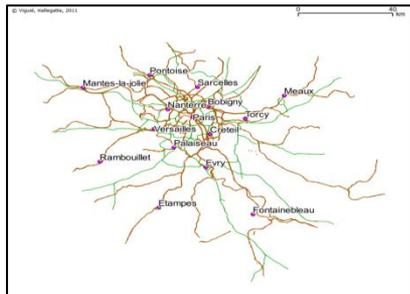
 3. Différentes temporalités d'évolution pour les loyers, la densité de population, le type de bâti etc.

- **Hypothèses simplificatrices:**
 - Tous les ménages ont le même revenu.
 - Un aller-retour par jour vers le centre-ville.
 - Un centre-ville unique

Modèle NEDUM

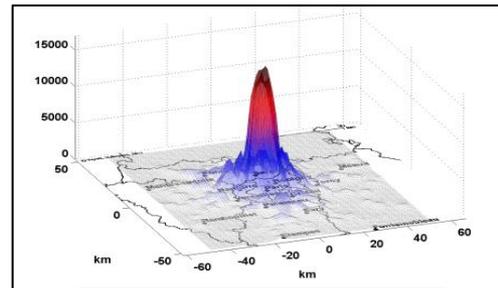


Contraintes d'usage des sols

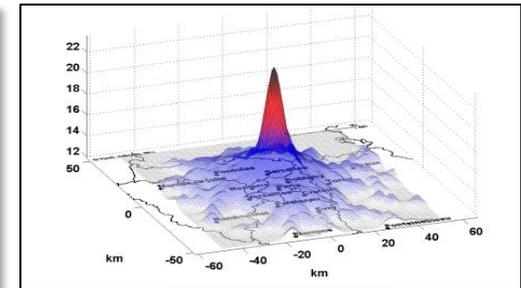


Coûts et temps de transport

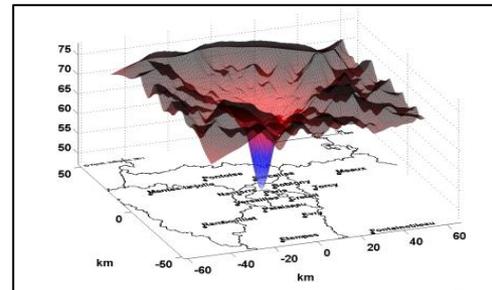
- Population totale
- Coûts de construction
- Revenus moyens des ménages



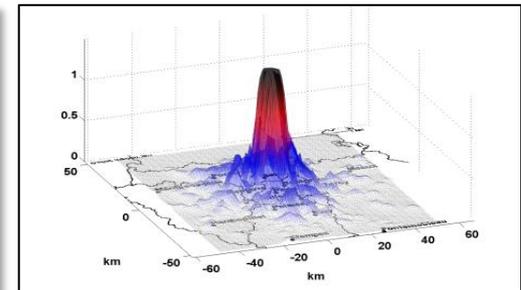
Densité de population



Loyers



Tailles des logements



Densité de bâti

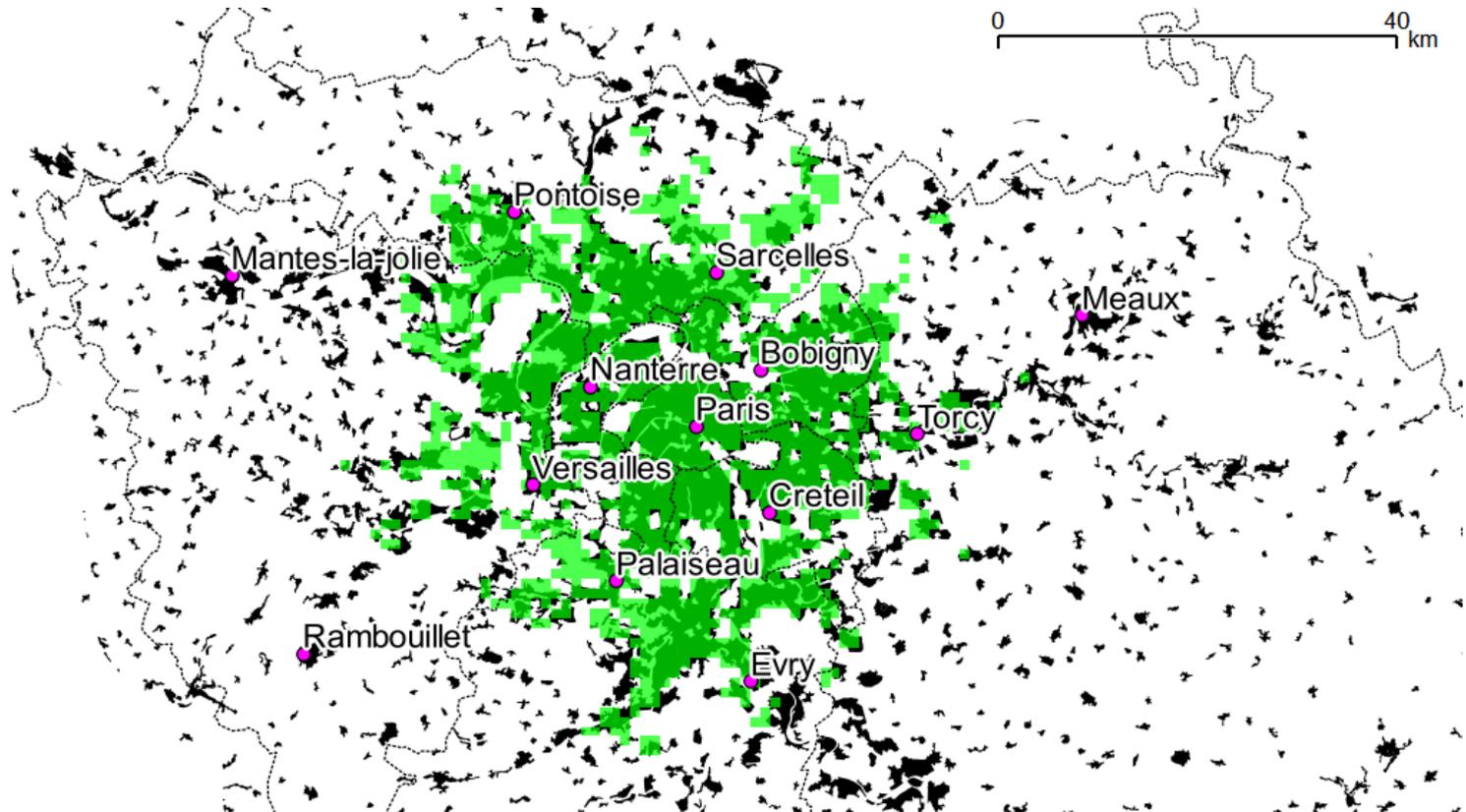


Processus de validation

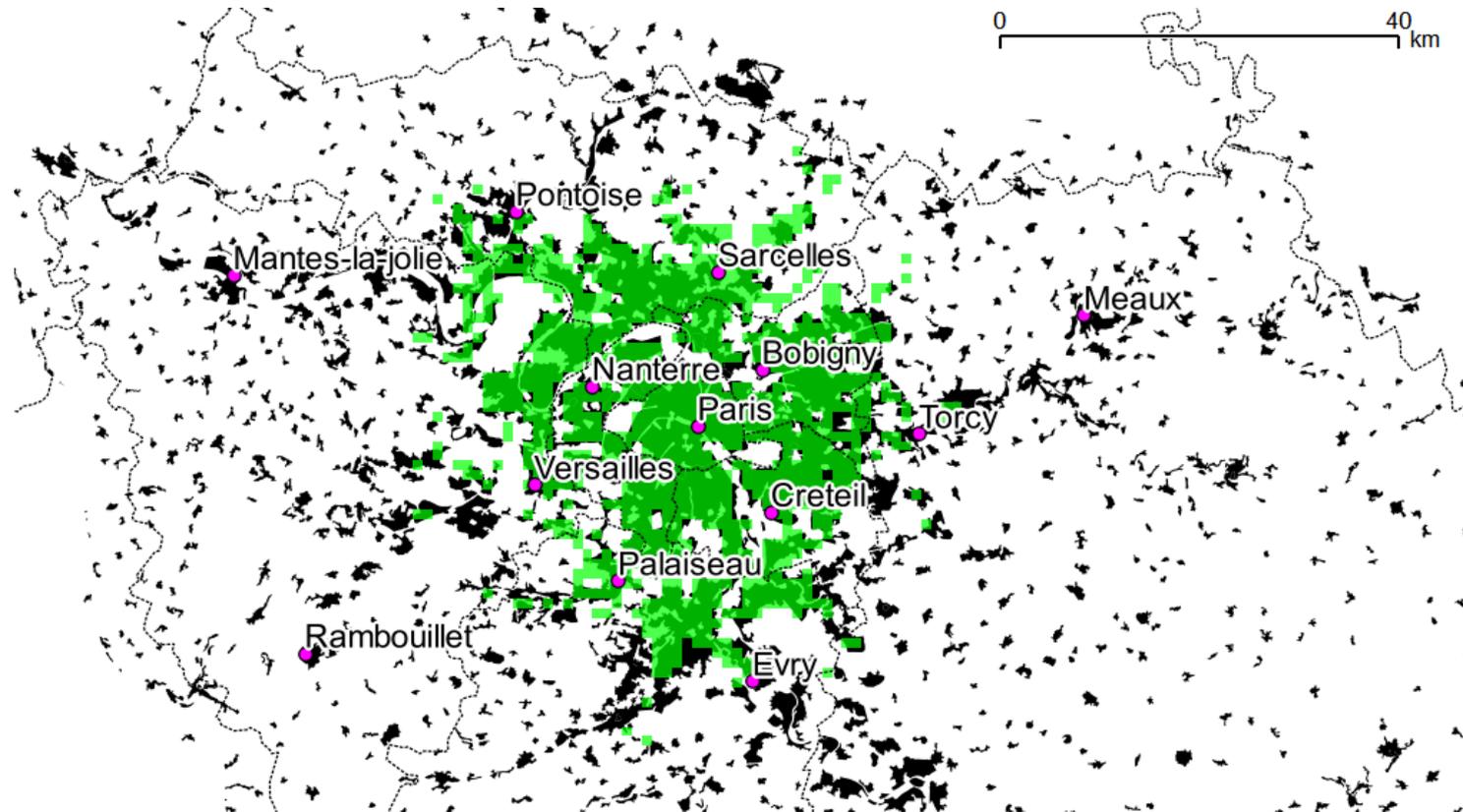
On fait des simulations entre 1900 et 2010 avec:

- Données sur la population totale;
- Données sur les revenus moyens;
- Données sur les transports, (coûts, vitesse, et localisation);
- Les coûts de construction (varient comme le revenu).

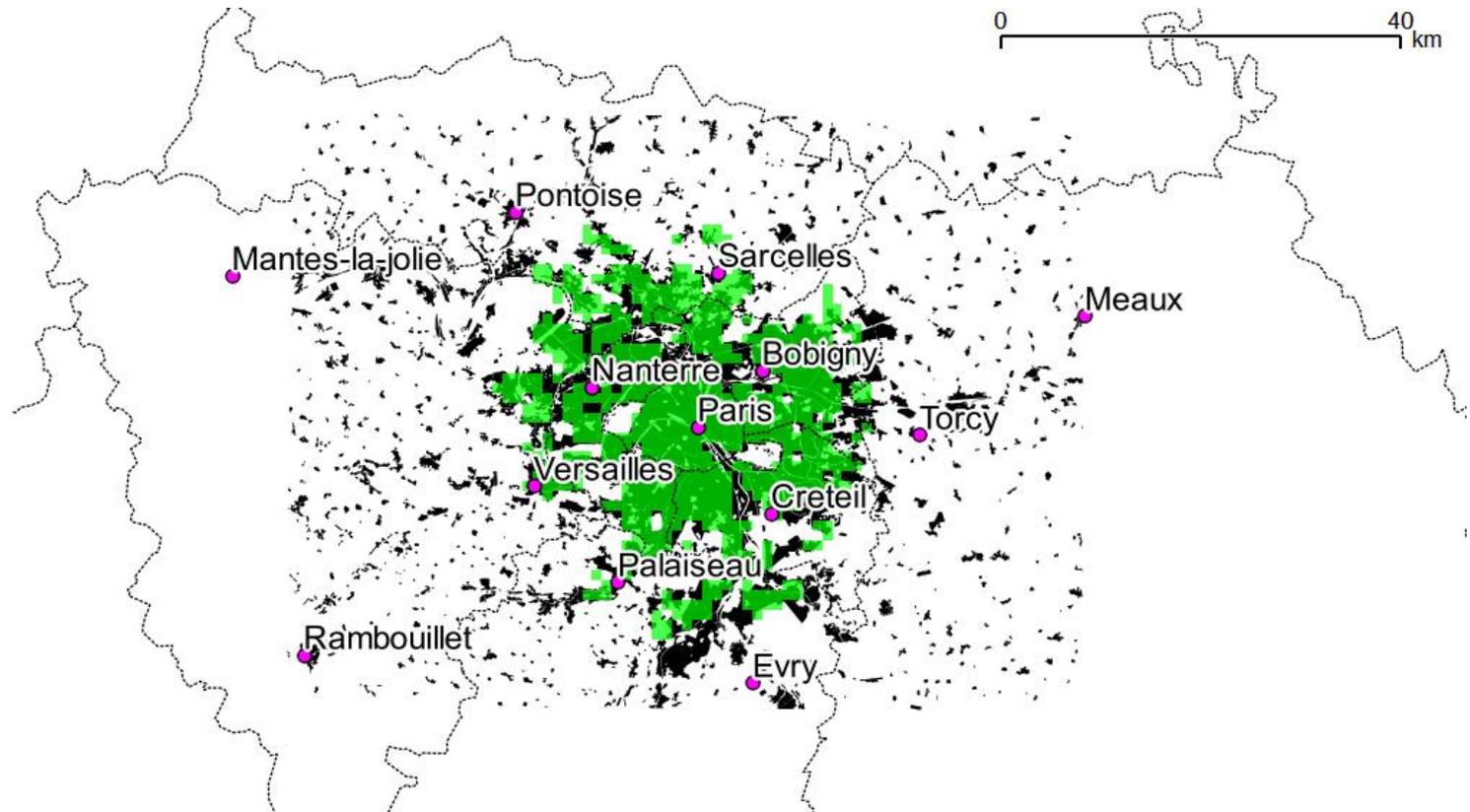
Paris, 2006



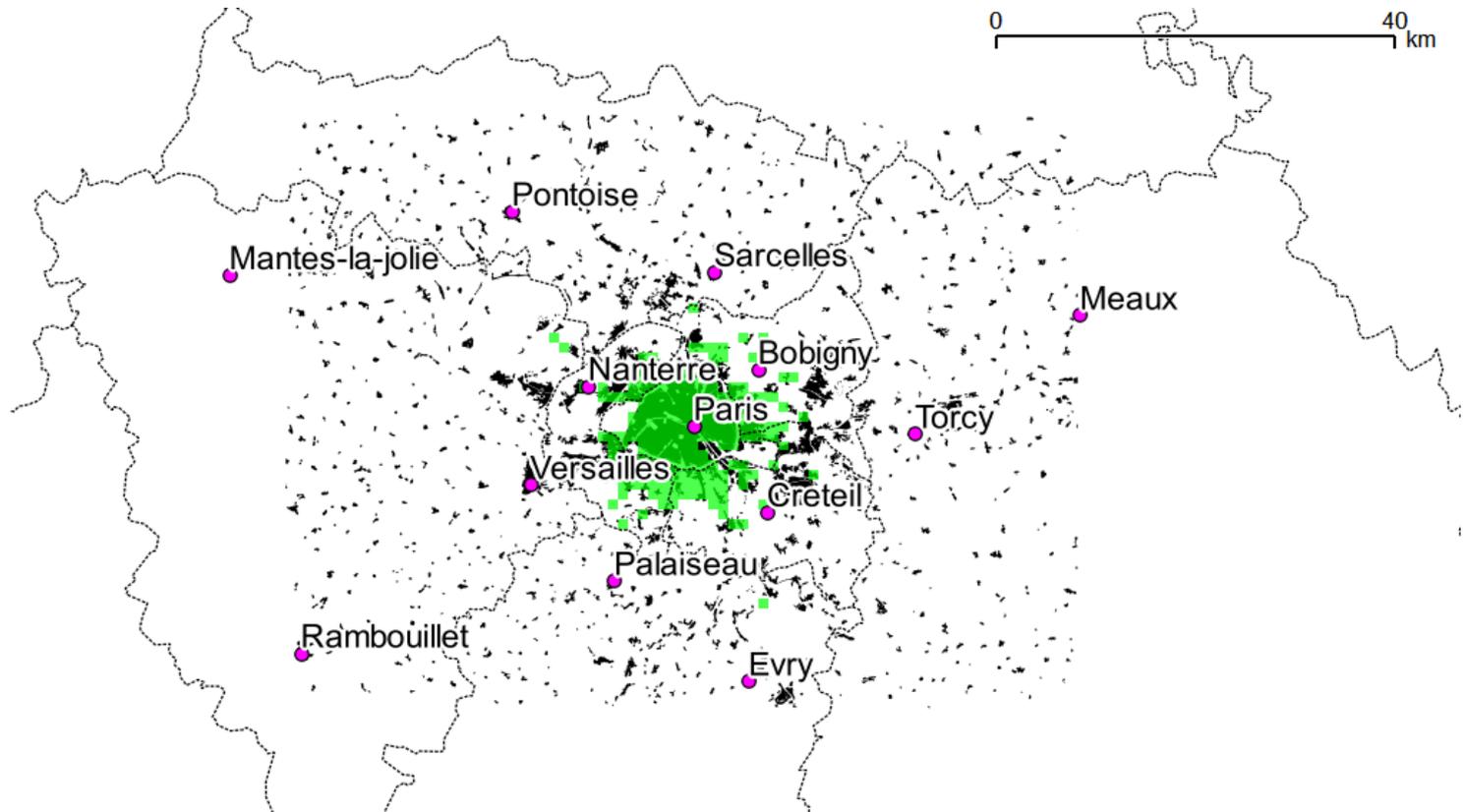
Paris, 1990



Paris, 1960

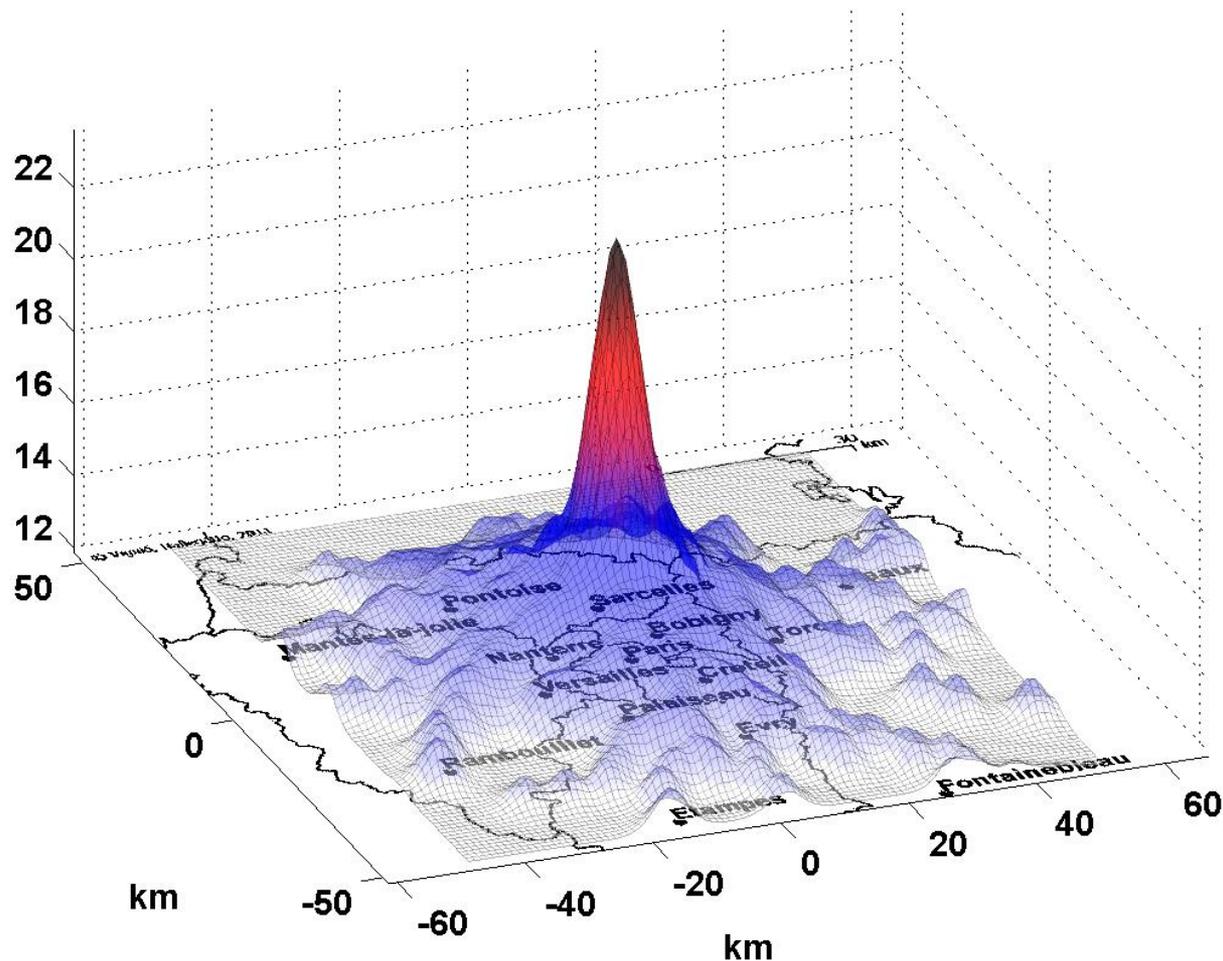


Paris, 1900

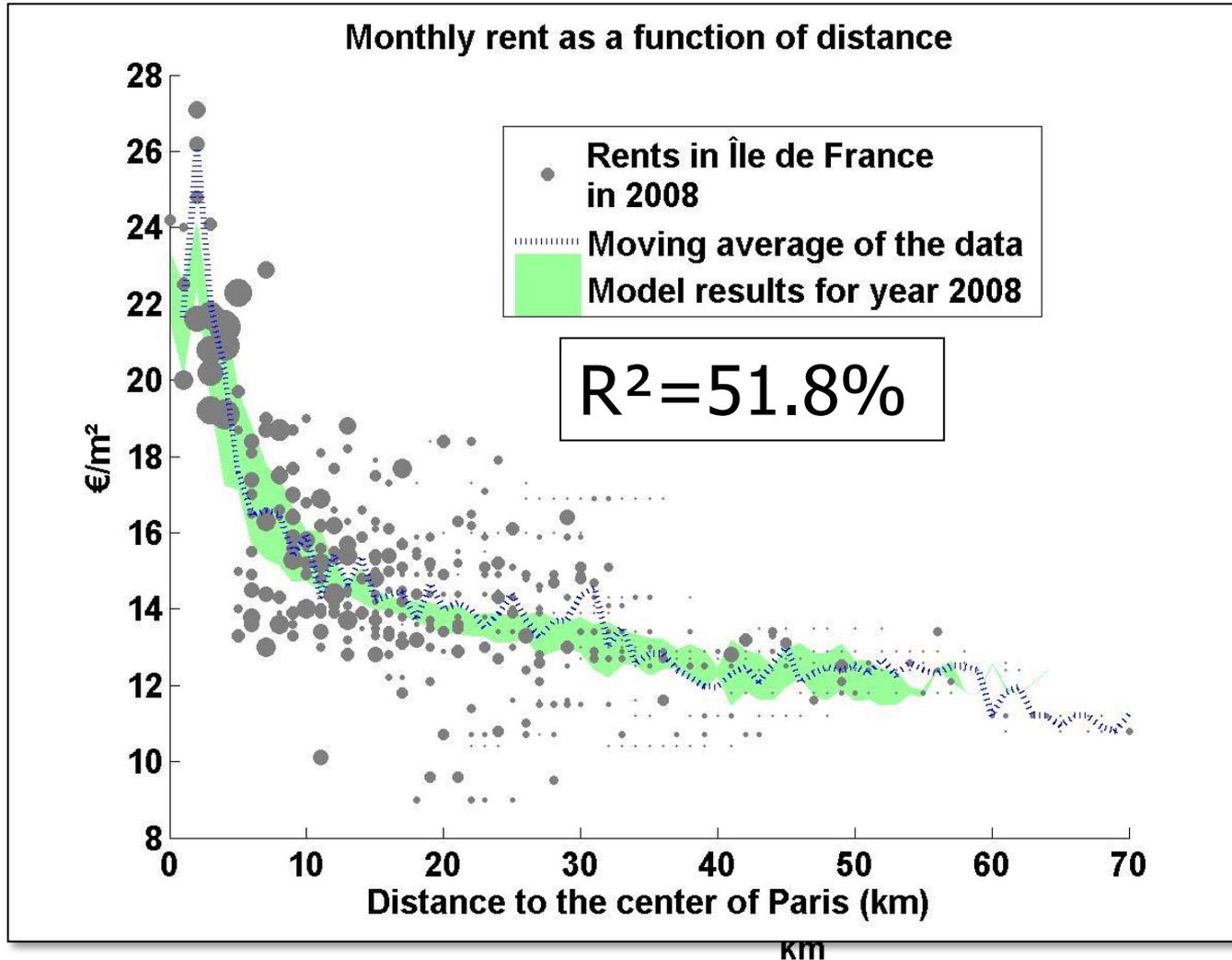


Résultats du modèle: Loyers (2008)

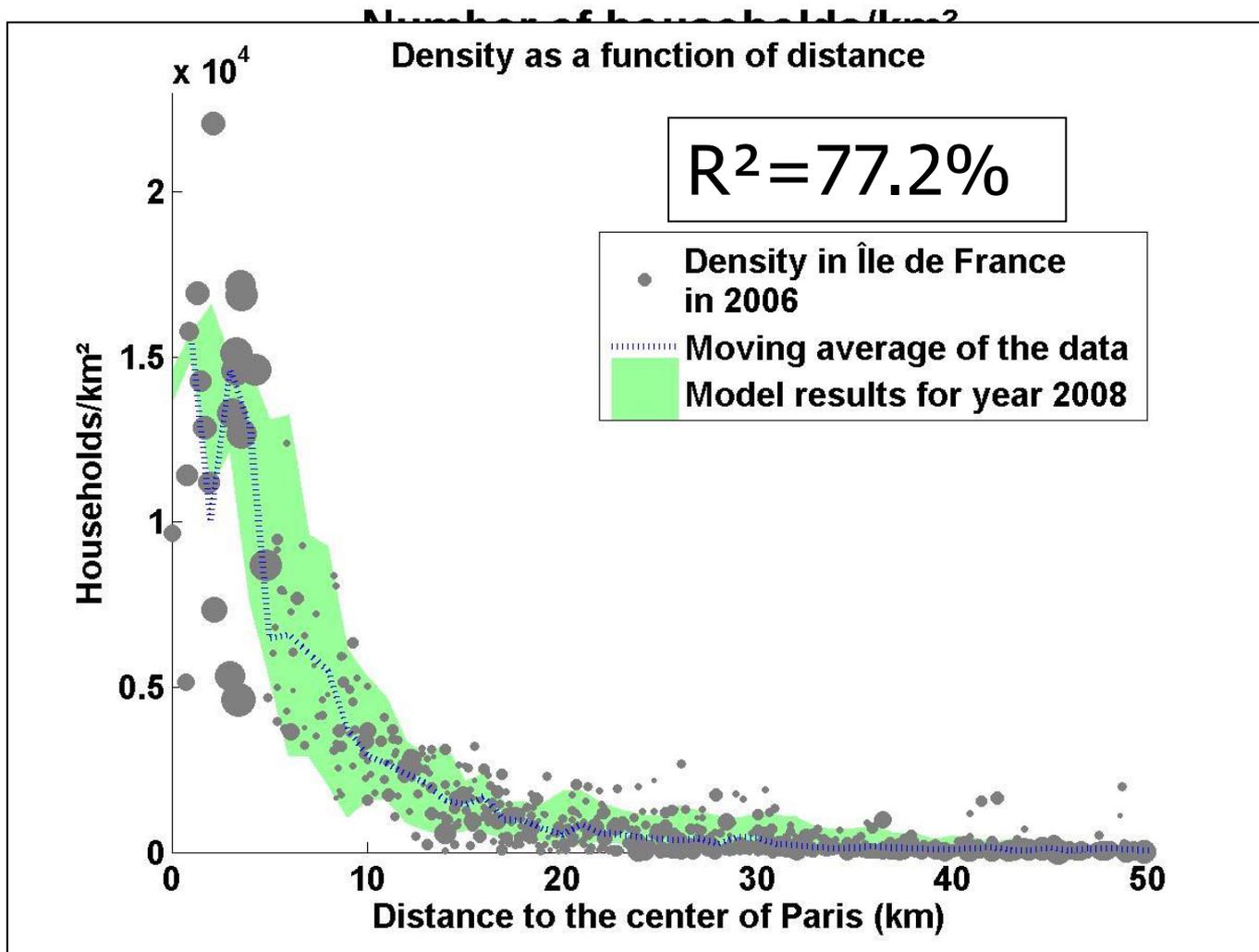
Average rent (€/m²/month)



Résultats du modèle: Loyers (2008)



Résultats du modèle: Densité de population (2006)



SCENARIOS 2010-2100

Les questions

- **Quelle contribution d'une limitation de l'étalement urbain à la réduction des émissions issues du transport en ville?**
- **Quelle importance des progrès technologiques sur les véhicules?**

L'impact d'une ceinture verte sur les émissions du transport en IDF

- **Evolution de l'aire urbaine de Paris jusqu'en 2100**
 - 8 scénarios contrastés (population, coûts de transport etc.) dans lesquels l'impact de la ceinture verte est analysé
 - Pour chaque scénario NEDUM-2D simule l'extension de l'aire urbanisée de Paris
- **Ceinture verte**
 - Régulation de l'usage des sols qui stoppe l'étalement urbain en 2020
 - Quel impact sur les émissions de GES liées au transport?
- **On ne cherche pas à prédire le futur mais à simuler des futurs possibles et cohérents**

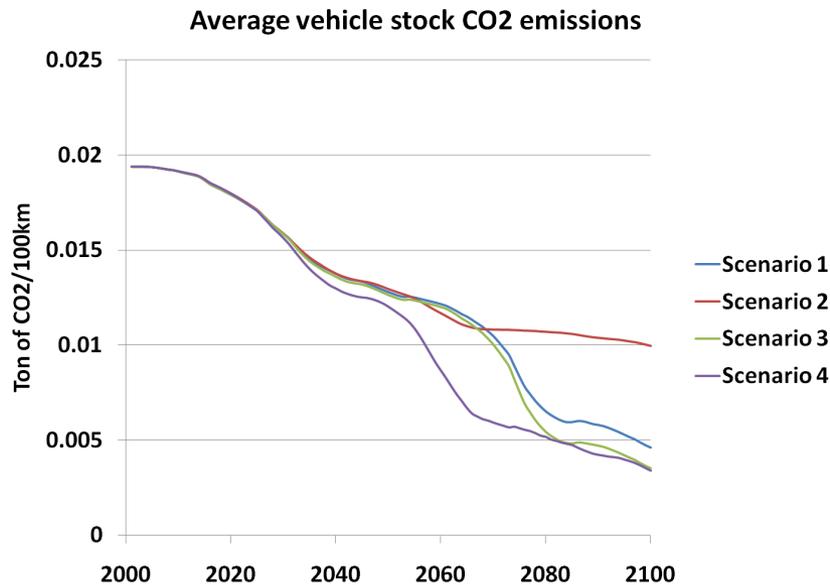
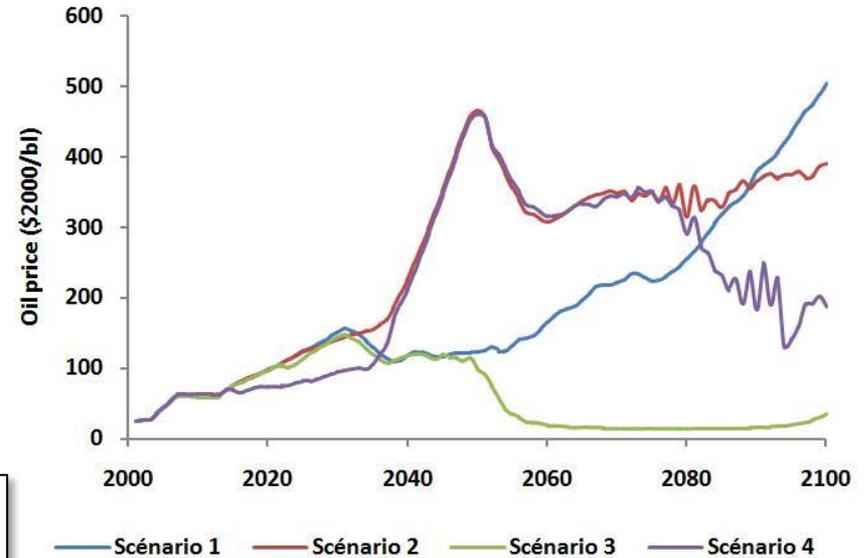
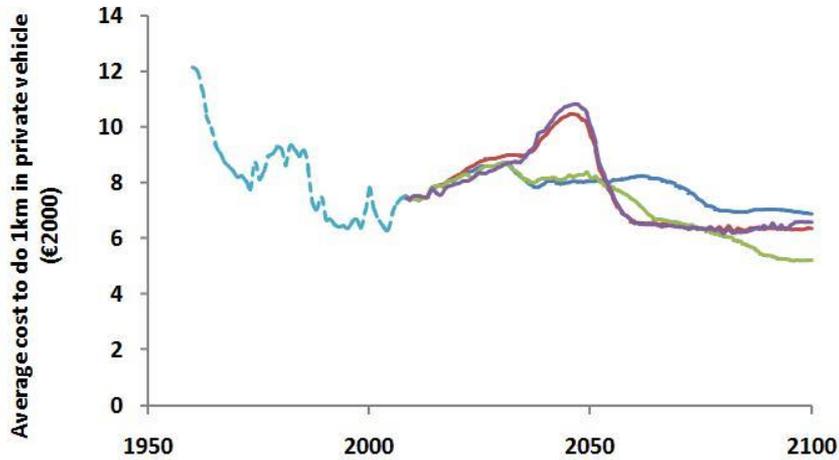
8 contrasted scenarios

- 4 scenarios for transport technologies, transport prices, and households income evolution

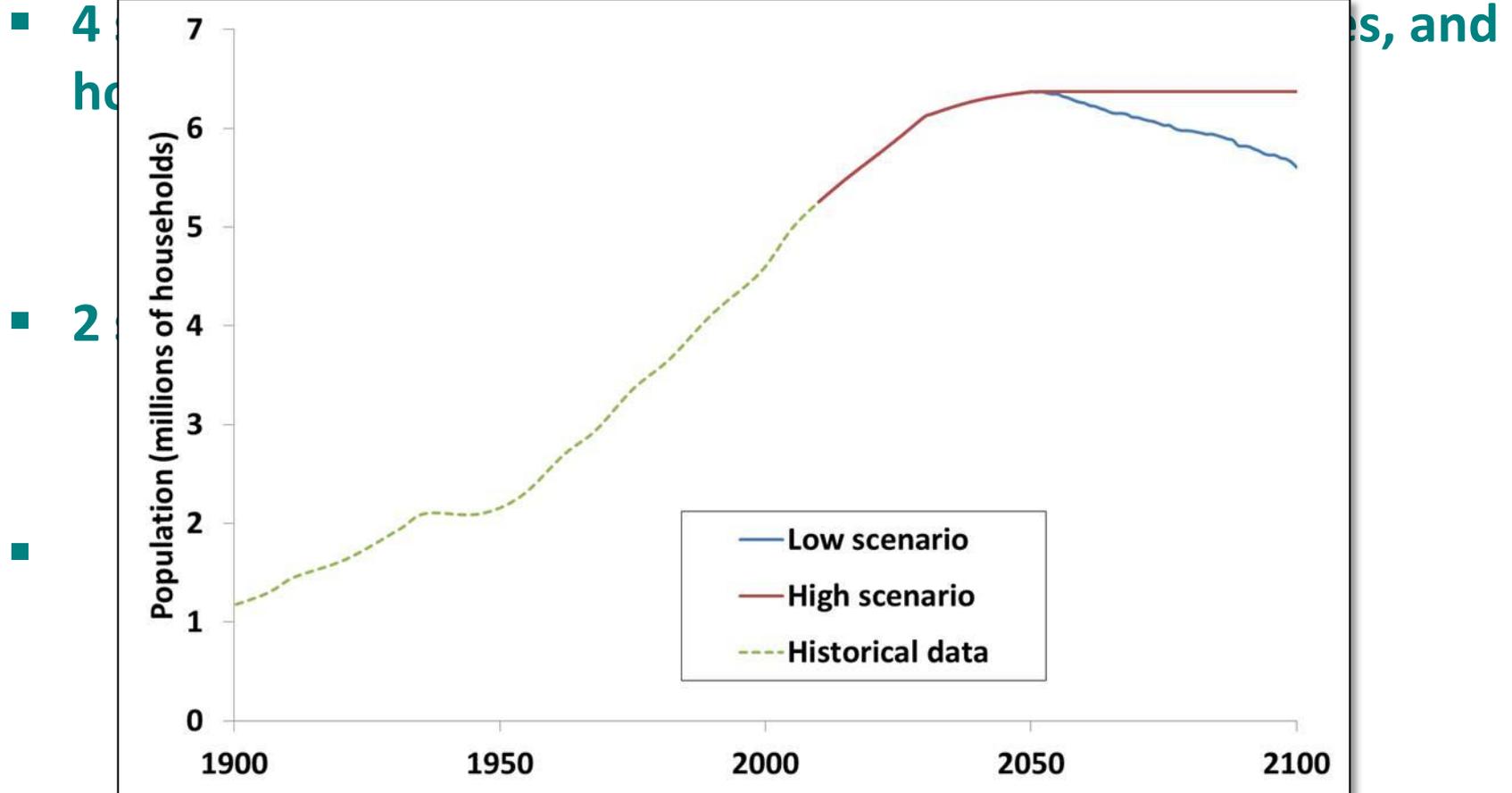
-

-

8 contrasted scenarios



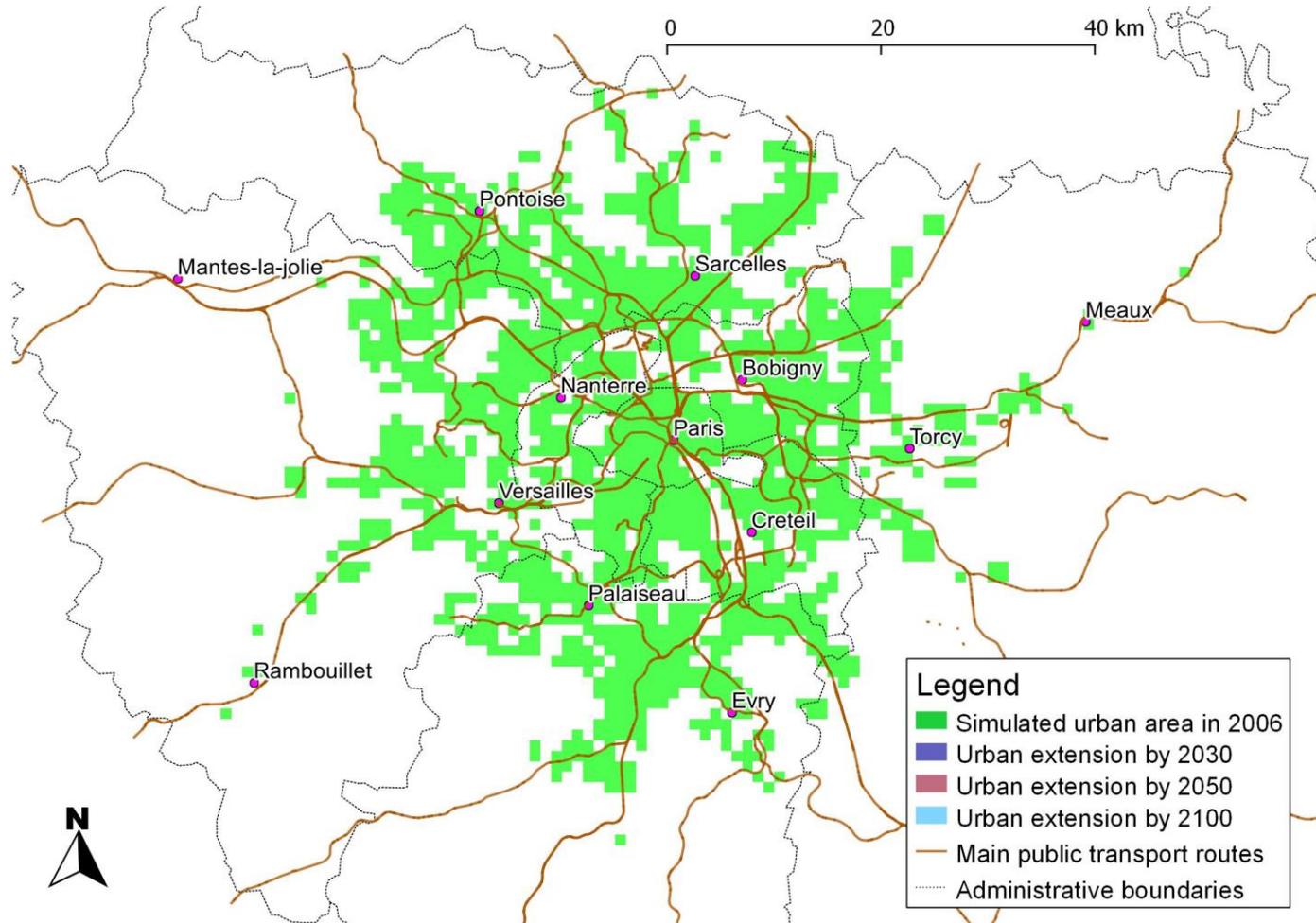
8 contrasted scenarios



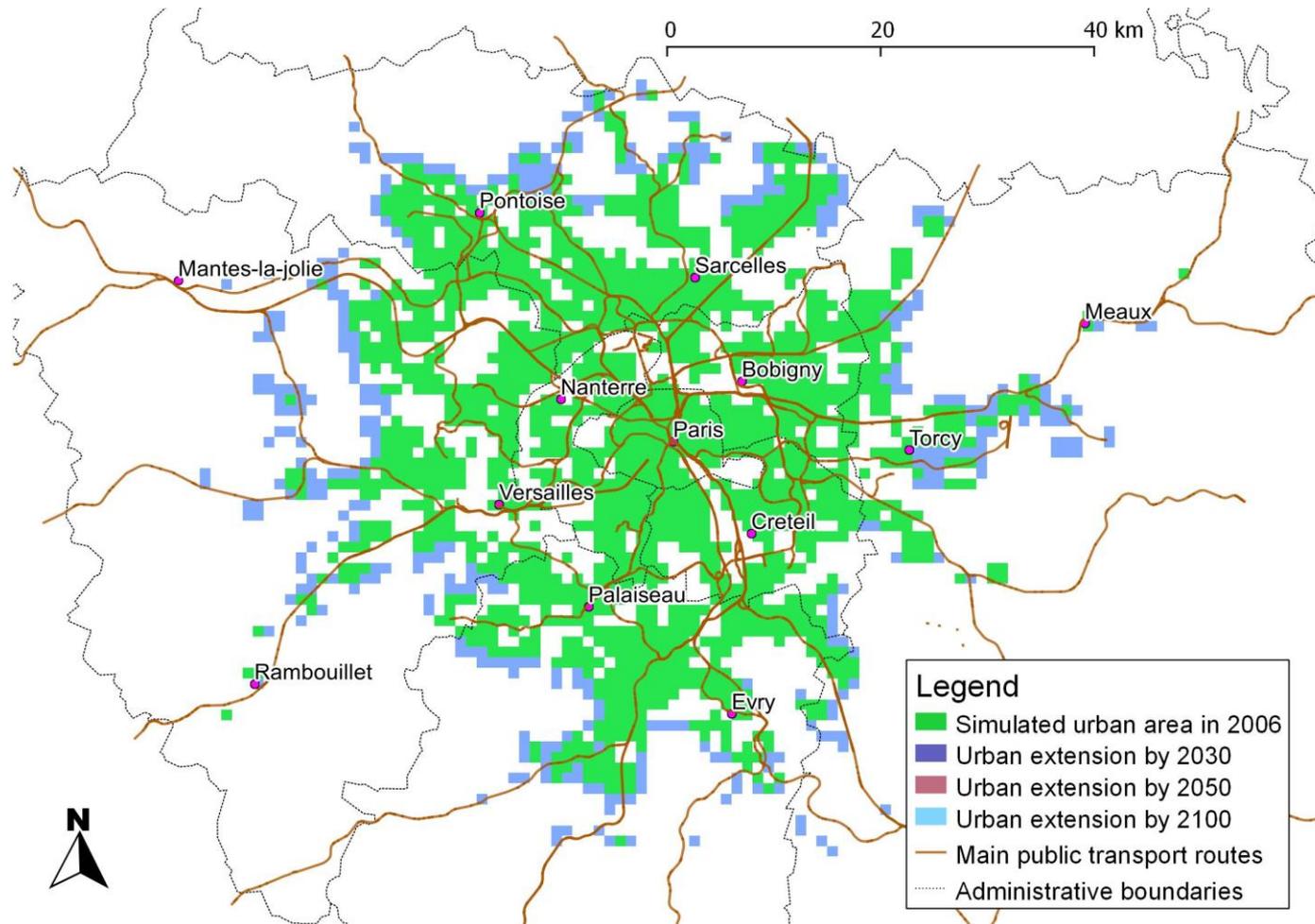
8 contrasted scenarios

- **4 scenarios for transport technologies, transport prices, and households income evolution**
- **2 scenarios for total urban area population evolution**
- **Simple scenarios for local transport policies :**
 - Infrastructure remains unchanged between 2010 and 2100
 - Congestion on roads and public transport remains at current levels

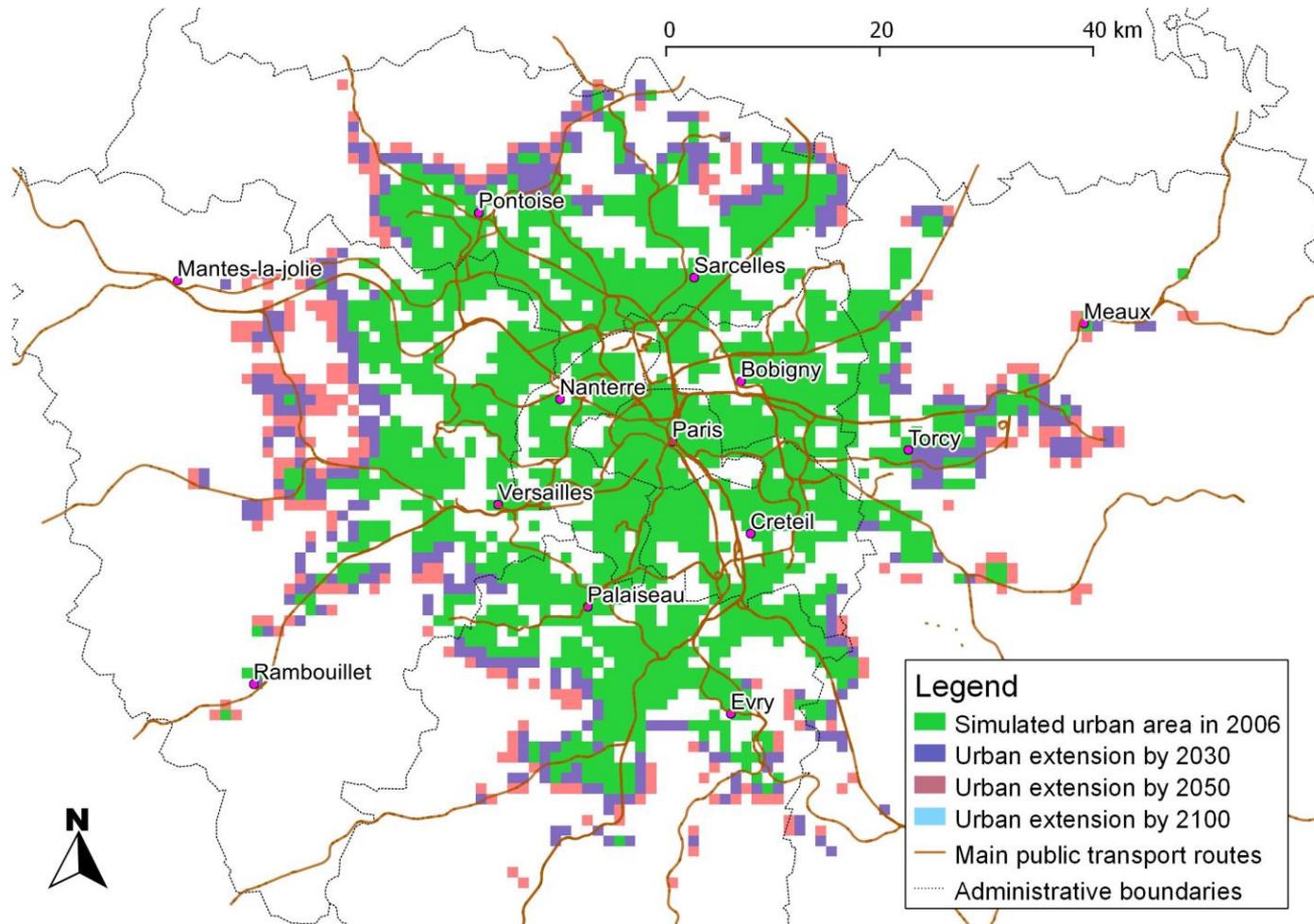
Exemple d'extension de l'agglomération parisienne dans un scénario prospectif (scénar. démographique haut+scénario1)



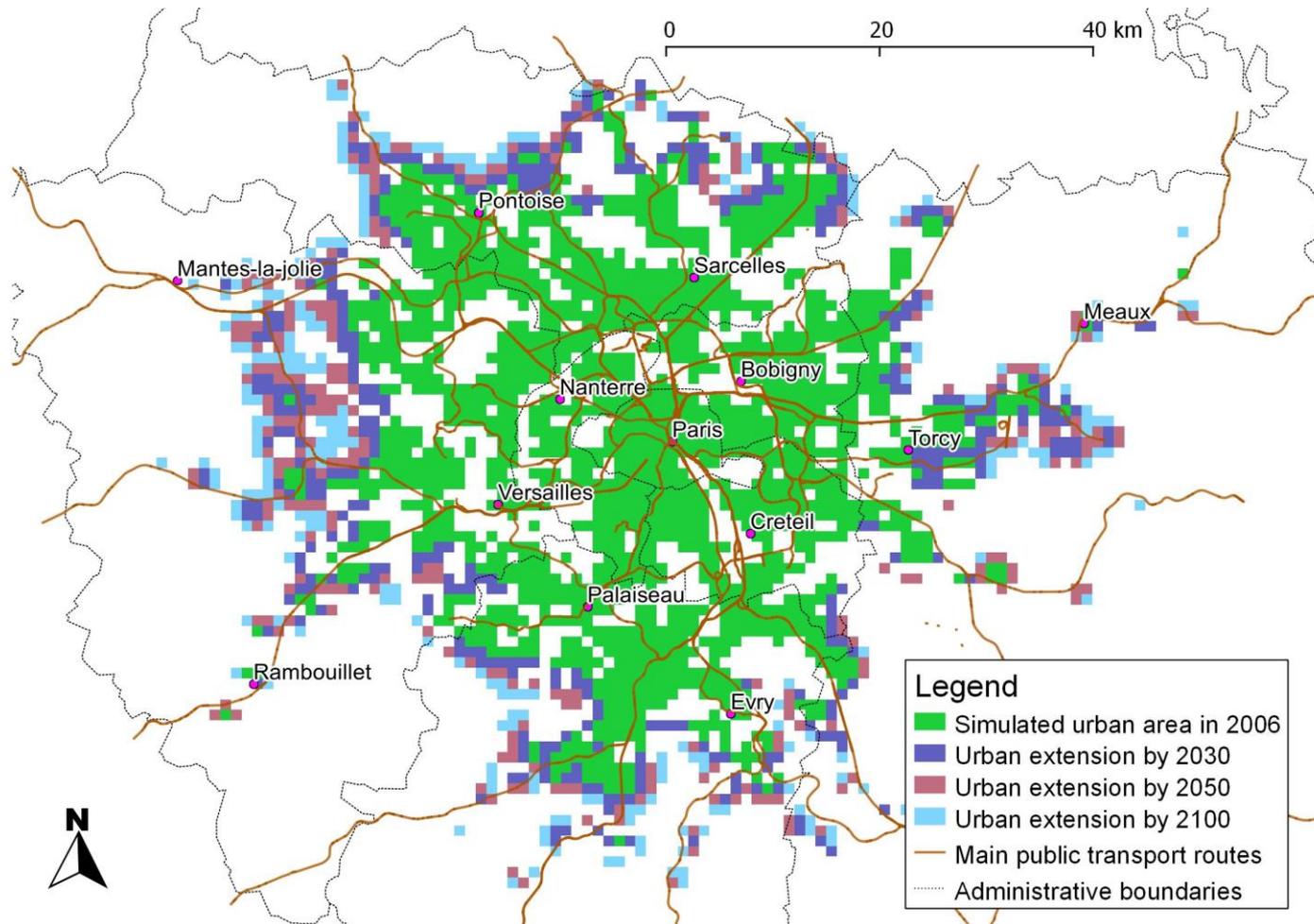
Exemple d'extension de l'agglomération parisienne dans un scénario prospectif (scénar. démographique haut+scénario1)



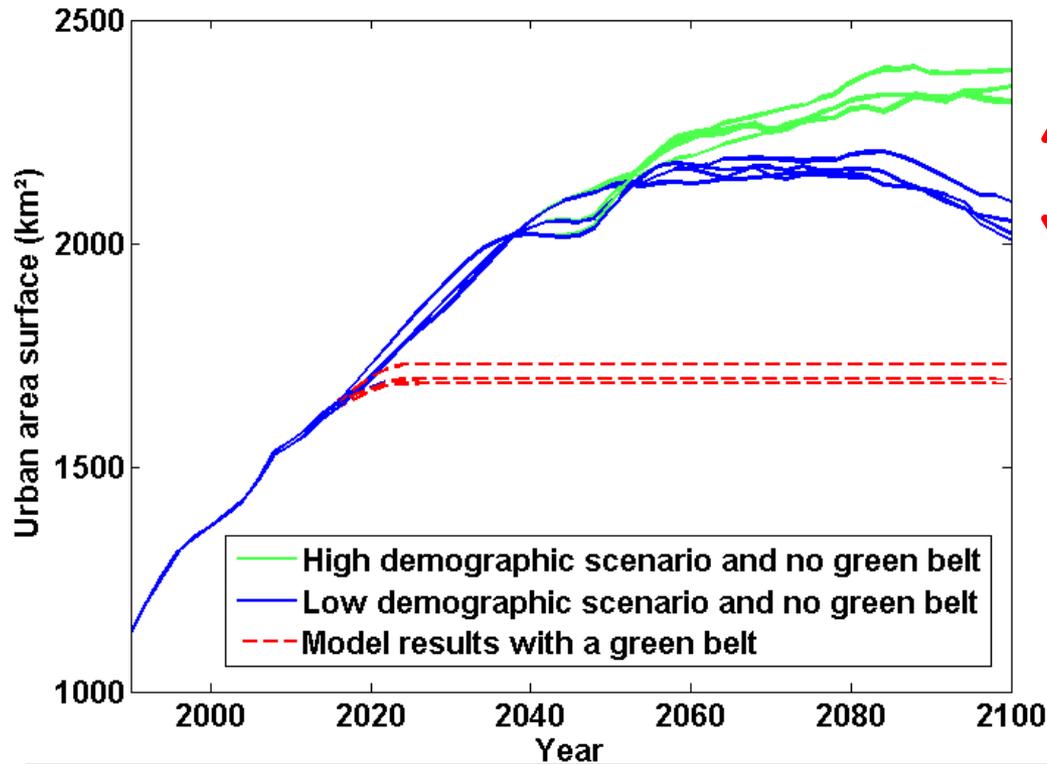
Exemple d'extension de l'agglomération parisienne dans un scénario prospectif (scénar. démographique haut+scénario1)



Exemple d'extension de l'agglomération parisienne dans un scénario prospectif (scénar. démographique haut+scénario1)



Zone urbanisée de Paris– Etalement urbain



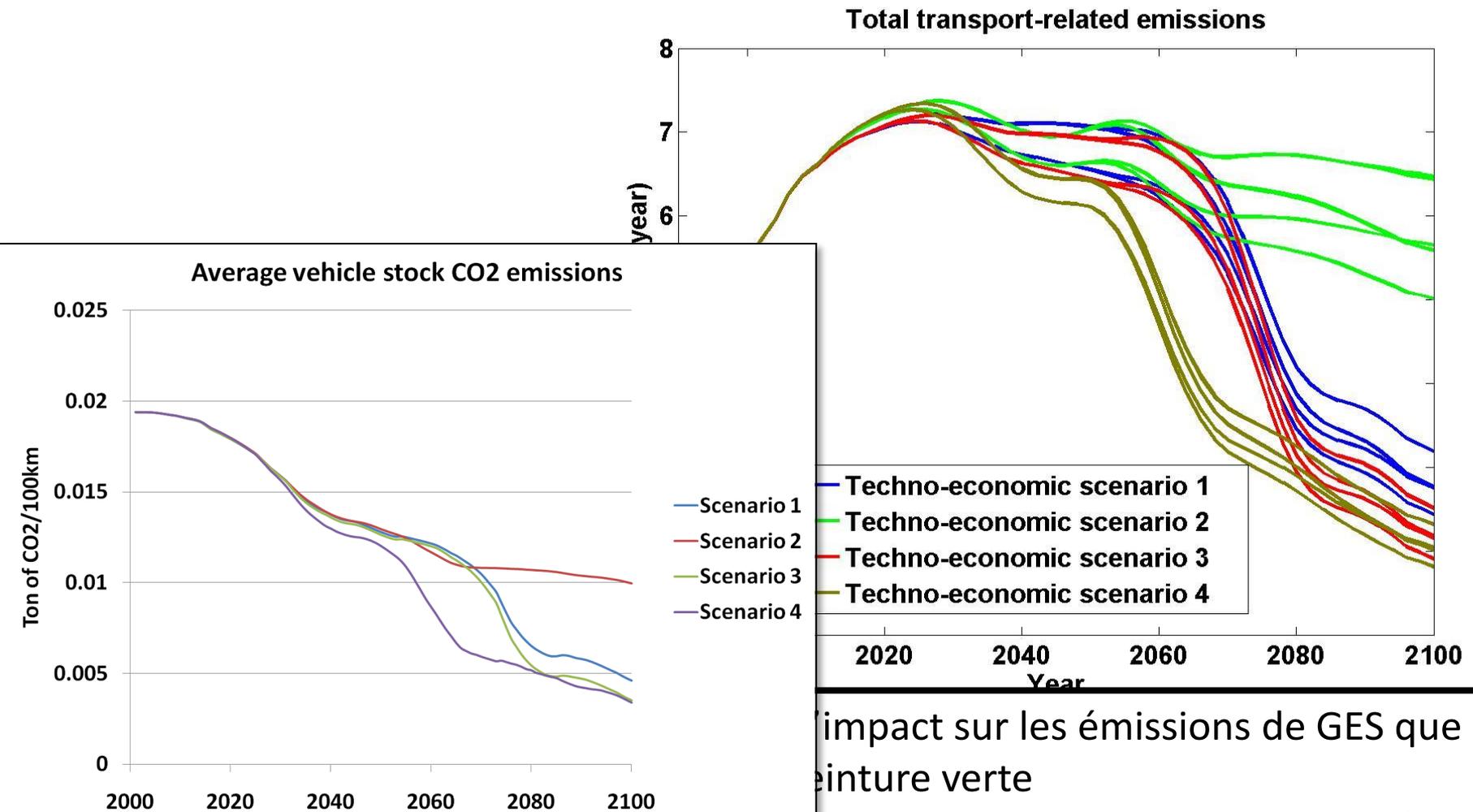
L'extension de la zone urbanisée continue si la population continue de croître



Décroissance lente dans l'autre cas

Faible impact des scénarios technologiques et de coûts du fuel
Seules les politiques locales peuvent contrôler l'étalement urbain.

Les émissions du transport dans l'agglomération parisienne



l'impact sur les émissions de GES que la
peinture verte

Les politiques locales d'usage du sol seules semblent insuffisantes pour réduire les émissions

Quelques messages...

- **L'étalement urbain va continuer et s'accélérer même avec un fort peakoil**
 - Seules les politiques locales peuvent contrôler l'étalement urbain.
- **Les émissions du transport décroissent dans nos scénarios après 2030 du fait d'évolutions technologiques et de prix croissants.**
- **Les politiques de lutte contre l'étalement urbain ont un impact limité sur la maîtrise des émissions du transport.**
 - Attention cela est vrai en IDF avec une faible croissance démographique mais peut-être pas ailleurs (villes en fort développement)
- **Les modèles d'économie urbaine et des scénarios de long-terme à l'échelle urbaine livrent des enseignements intéressants pour les politiques d'adaptation et d'atténuation.**

AUTRES ÉTUDES

L'action sur les formes urbaines mène à des problèmes spécifiques

- Les formes urbaines importent pour les émissions de GES
 - Transport, habitat, ...
- Les formes urbaines importent pour la vulnérabilité au CC
 - Ilots de Chaleur Urbains
 - Urbanisation dans les zones inondables...

■ Les formes urbaines importent pour les objectifs politiques et sociaux, compétitivité...

Peut-on densifier sans augmenter les prix immobiliers?

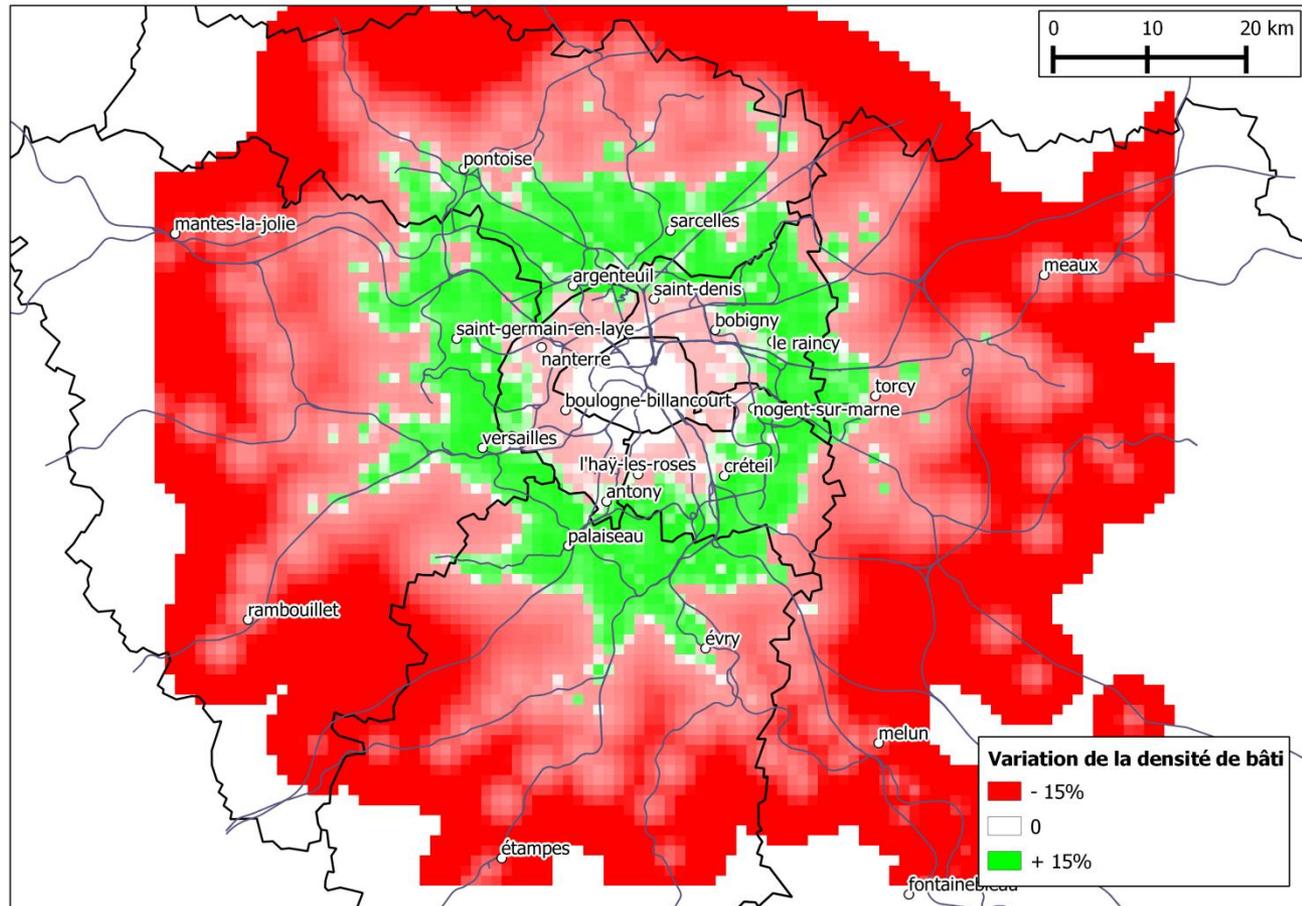
objectifs politiques et

- Les formes urbaines n'évoluent que lentement, il faut donc prendre en compte les contraintes actuelles et futures dès aujourd'hui
 - Évolution du prix des énergies, des conséquences du changement climatique...

Versement pour Sous Densité – fonctionnement (depuis mi 2012)

- Loi de finances rectificative pour 2010
- Objectif: « *Réservé aux zones U et AU des PLU ou des POS, le versement pour sous-densité (VSD) est un outil destiné à permettre une utilisation plus économe de l'espace et à lutter contre l'étalement urbain.* »
- S'applique aux constructeurs
- VSD égal à:
$$VSD = \frac{\text{Valeur terrain}}{2} \times \frac{S_{SMD} - S}{S_{SMD}}$$
 - La moitié de la valeur du m² au sol x surface manquante pour que l'immeuble atteigne le seuil minimal de densité de bâti (rapport entre surface de plancher et surface de terrain)
 - Maximum 25% de la valeur du terrain
- L'établissement du seuil minimal de densité (SMD): facultatif, il peut être rendu obligatoire dans certaines zones.

Variation de la densité de bâti (SMD: 0.5)



Ville réaliste: avec des coûts du transport qui sont fonction des infrastructures

Impact du VSD: quelques grandeurs (SMD: 0.5)

	Init (2012)	Base (2040)	VSD (2040)	Variation
loyer mensuel moyen dans l'agglomération (€/m ²)	17,19	28,94	28,81	-0,46%
distance moyenne au centre ville (km)	15,12	16,95	16,71	-1,44%
distance annuelle moyenne en voiture (km)	6416	7429	7335	-1,26%
taille moyenne des appartements (m ²)	74,7	75,6	76,0	0,59%
surface urbanisée (km ²)	1573	1950	1866	-4,32%
surfaces de plancher construites (km ²)	590	695	703	1,21%
pourcentage d'accès aux TC	66,1%	61,8%	62,6%	1,32%
densité moyenne dans l'agglomération (hab/km ²)	3416	3242	3388	4,51%

Le VSD semble apporter une vraie contribution à la lutte contre l'étalement urbain

Impact du VSD: quelques grandeurs (SMD: 0.5)

	Init (2012)	Base (2040)	VSD (2040)	Variation
loyer mensuel moyen dans l'agglo (€/m ²)	17,19	28,94	28,81	-0,46%
distance moyenne au centre ville (km)	15,12	16,95	16,71	-1,44%
distance annuelle moyenne en voiture (km)	6416	7429	7335	-1,26%
taille moyenne des appartements (m ²)	74,7	75,6	76,0	0,59%
surface urbanisée (km ²)	1573	1950	1866	-4,32%
surfaces de plancher construites (km ²)	590	695	703	1,21%
pourcentage d'accès aux TC	66,1%	61,8%	62,6%	1,32%
densité moyenne dans l'agglo (hab/km ²)	3416	3242	3388	4,51%

L'application de cette taxe sur la construction permet d'augmenter la construction de m² d'habitation et donc de diminuer les loyers (ou prix immobiliers) par rapport à une situation sans VSD

8 contrasted scenarios

- 4 scenarios for transport technologies, transport prices, and households income evolution

- Early peak oil (resource, population & technology)
-

