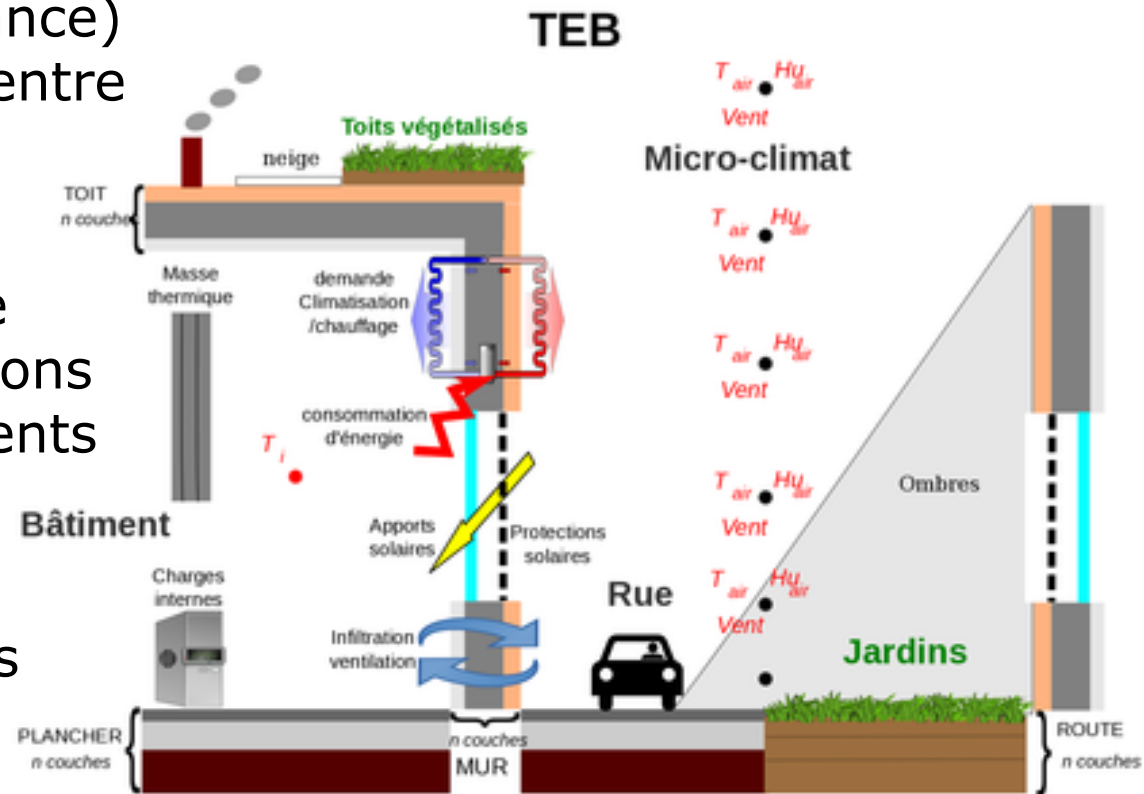


# Modèles de consommation d'énergie et micro-climat

Colloque de fin de projet  
13 décembre 2013

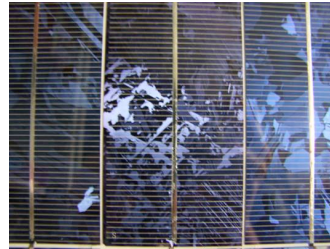
# Modèle de climat urbain (local) : TEB

- **TEB** (Town Energy Balance) modélise les échanges entre ville et atmosphère
- Il a été amélioré afin de simuler les consommations d'énergie par les bâtiments
- Prise en compte de la végétation : jardin, toits végétalisés

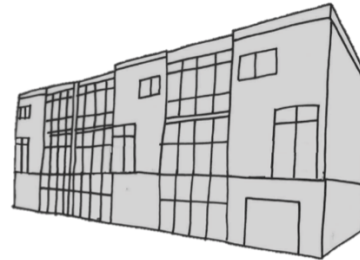
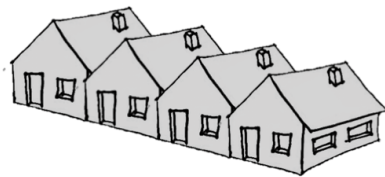


# Modèle de climat urbain (local) : TEB

- Besoin de données pour les nouveaux matériaux urbains



- Lien des cartes d'îlot de GENIUS vers TEB

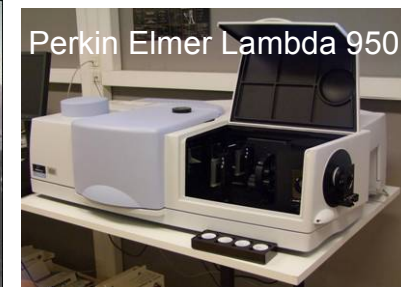
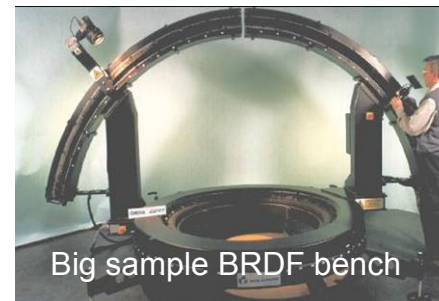
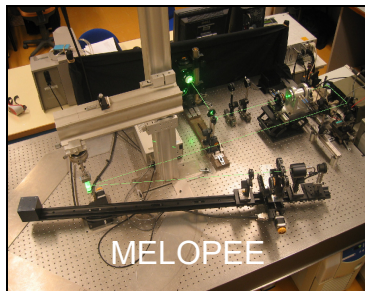
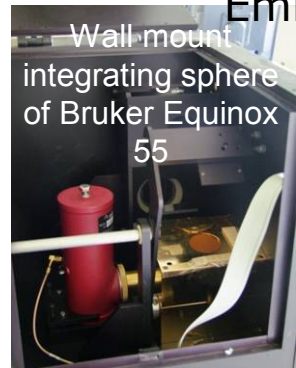


- Validation vis à vis de la consommation d'énergie

# Mesures ACCLIMAT de propriétés optiques : méthode

Réflectivité solaire pour les échanges courtes longueurs d'ondes

Emissivité thermique pour les échanges IR grandes longueurs d'ondes



0,3 ← Banc BRDF ( $\rho^{dd}$ ) → 2,5

gros échantillons

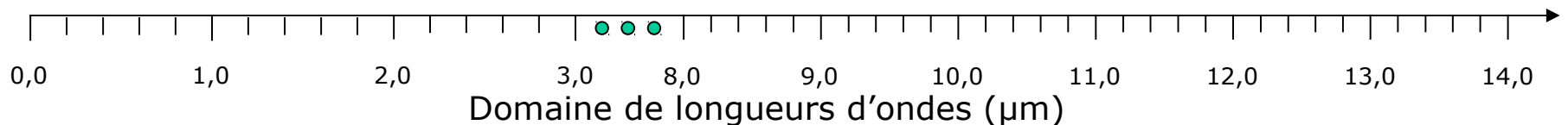
0,4 ← MELOPEE  
( $\rho^{dd}$ ) → 1,8

petits échantillons

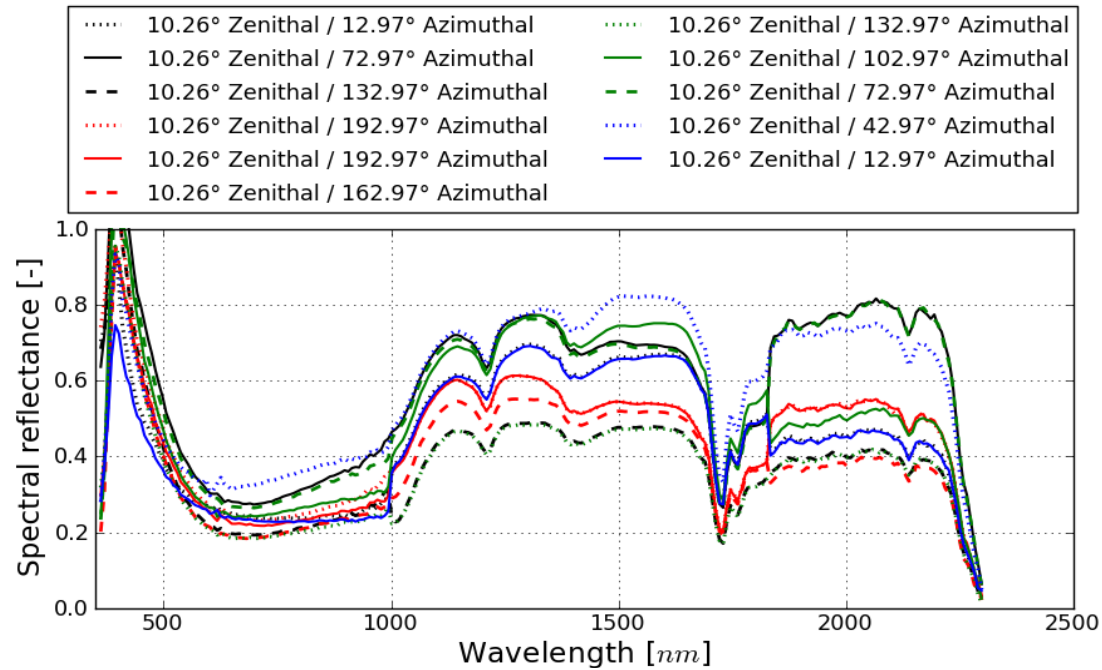
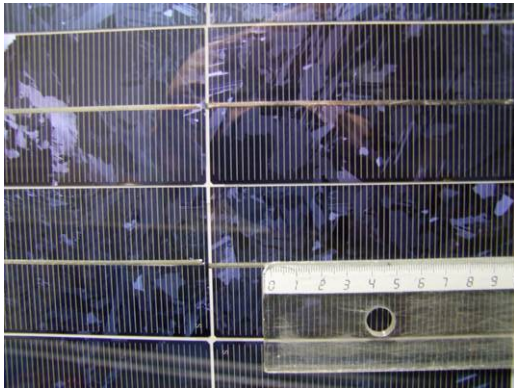
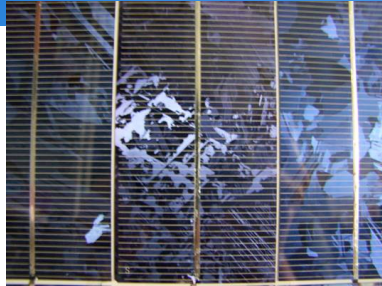
petits échantillons 2,0 ← SOC400T ( $\rho^{dh}$ ), Bruker Equinox 55 ( $\rho^{dh}$ ,  $\tau$ ) → 14,0

0,25 ← ASD,  
Spectrophotomètre ( $\rho^{dh}$ ,  $\tau$ ) → 2,5

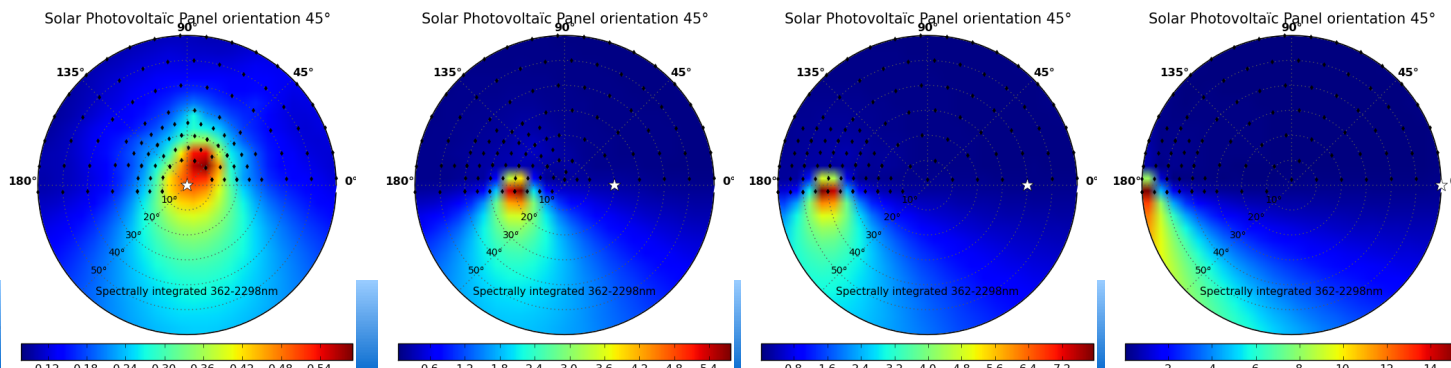
petits échantillons



# Mesures ACCLIMAT de propriétés optiques : exemple : panneaux photovoltaïques














- Albedo :  
entre 0.11 et 0.16
- Emissivité : 0.93



# Modèle de climat urbain (local) : lien avec GENIUS

- Lien des cartes d'îlot de GENIUS vers les bâtiments de TEB
- On définit 5 types de bâtiments (caractéristiques architecturales)
- Rôle de l'usage

Îlots	Usages	Usages			
		 Résidentiel	 Bureau	 Industriel et agricole	 Commercial
1 Pavillon continu 2 Pavillon discontinu	 Bâtiment individuel				
3 Immeuble continu 4 Immeuble discontinu 5 Immeuble Grande hauteur	 Bâtiment collectif	 Tour de bureaux			
6 Centre dense	 Bâtiment Ancien                     ou  Bâtiment collectif	 Bâtiment Ancien			
7 Activités				 Hangar	

# Modèle de climat urbain (local) : lien avec GENIUS

- Ensuite pour chaque type de bâti (et d'usage)

On lui associe, en fonction de son âge, des caractéristiques :

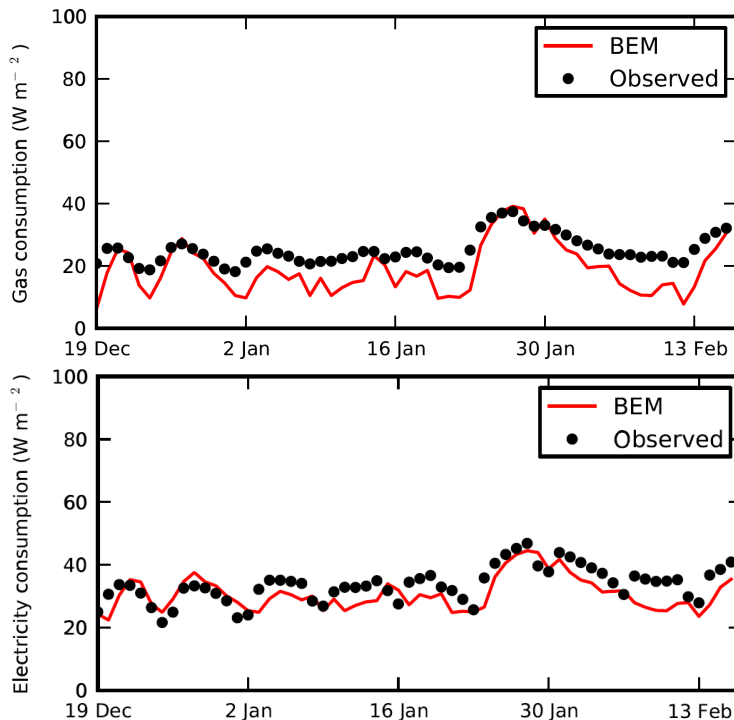
- de structure bâtie,
- d'équipement,
- d'usage de ces équipements

- Par exemple les bâtiments anciens à Toulouse sont construits en brique avec des toits en tuile et mal isolés.



# Modèle de climat urbain (local) : Validation des consommations d'énergie

- A partir d'observations :  
 Campagne CAPITOUL  
 (2004-2005 sur Toulouse)

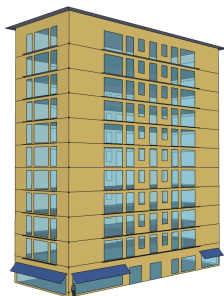




# Modèle de climat urbain (local) : Validation des consommations d'énergie

- En comparant TEB et Energy+ :  
 Pour 2 climat (en Paris et à Cordoue)  
 Pour 5 types de bâtiments, d'âges différents  
 → 5 % d'écart  
 (sauf pour la maison de ville ancienne : 20 %)

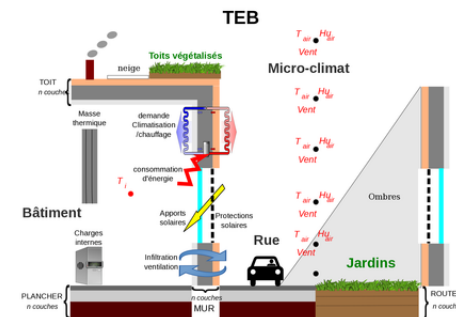
Energy+  
Maquette détaillée



Energy+  
TEB-like



TEB



# Modèle de climat urbain (agglomération)

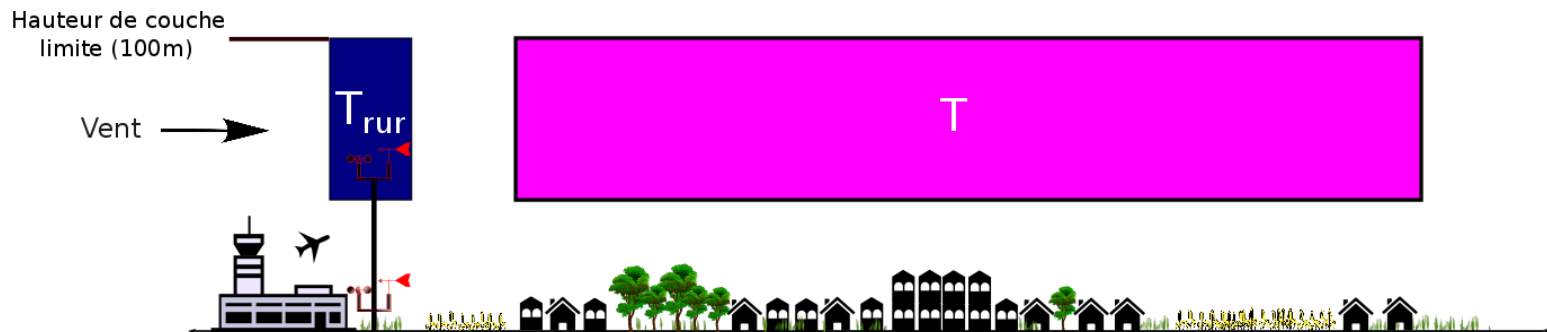
- Influence à l'échelle de l'agglomération
- Nécessite une représentation de l'atmosphère au dessus et autour de la ville
- 2 approches dans ACCLIMAT :
  - Modèle atmosphérique à haute résolution (MesoNH)
  - Un modèle conceptuel (pour des simulations longues)

# Modèle de climat urbain (agglomération)

- Influence à l'échelle de l'agglomération
- Nécessite une représentation de l'atmosphère au dessus et autour de la ville
- 2 approches dans ACCLIMAT :
  - Modèle atmosphérique à haute résolution (MesoNH)
  - Un modèle conceptuel (pour des simulations longues)

# Modèle de climat urbain (agglomération)

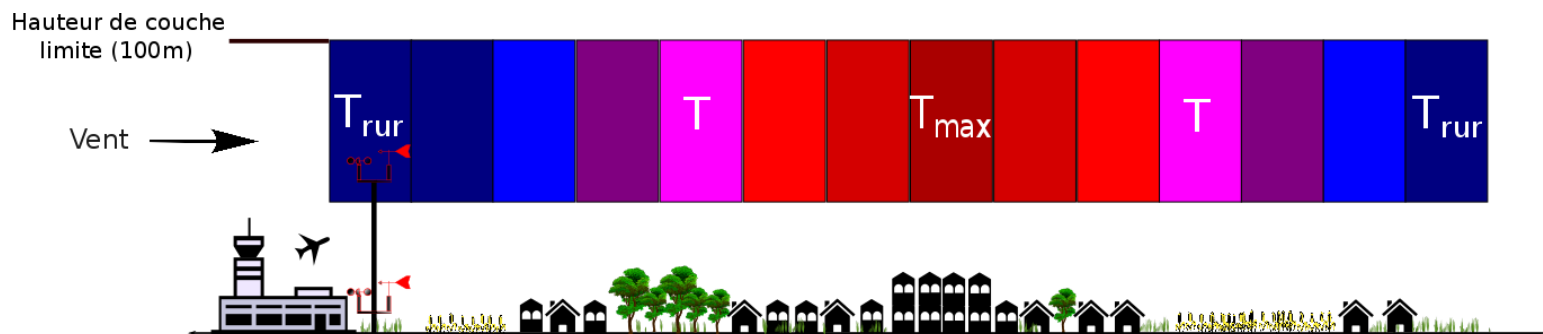
- Le micro-climat urbain est calculé avec le modèle conceptuel
- Pour des impacts sur une année et plusieurs scénarios
- L'îlot de chaleur urbain est calculé à partir des travaux de B. Bueno, J. Hidalgo et J. Le Bras



1. Bilan énergétique sur la surface complète de la ville

# Modèle de climat urbain (agglomération)

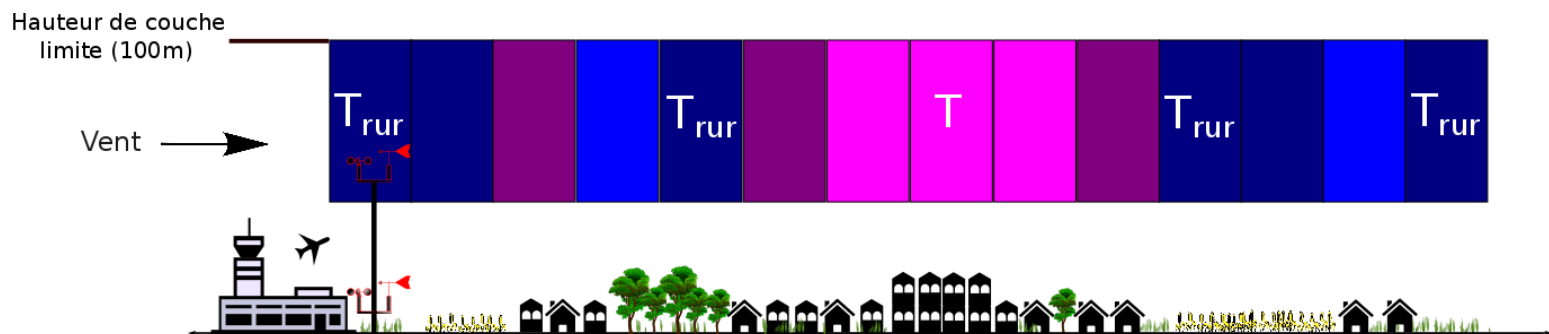
- Le micro-climat urbain est calculé avec le modèle conceptuel
- Pour des impacts sur une année et plusieurs scénarios
- L'îlot de chaleur urbain est calculé à partir des travaux de B. Bueno, J. Hidalgo et J. Le Bras



2.a Spatialisation en fonction de la distance au centre-ville

# Modèle de climat urbain (agglomération)

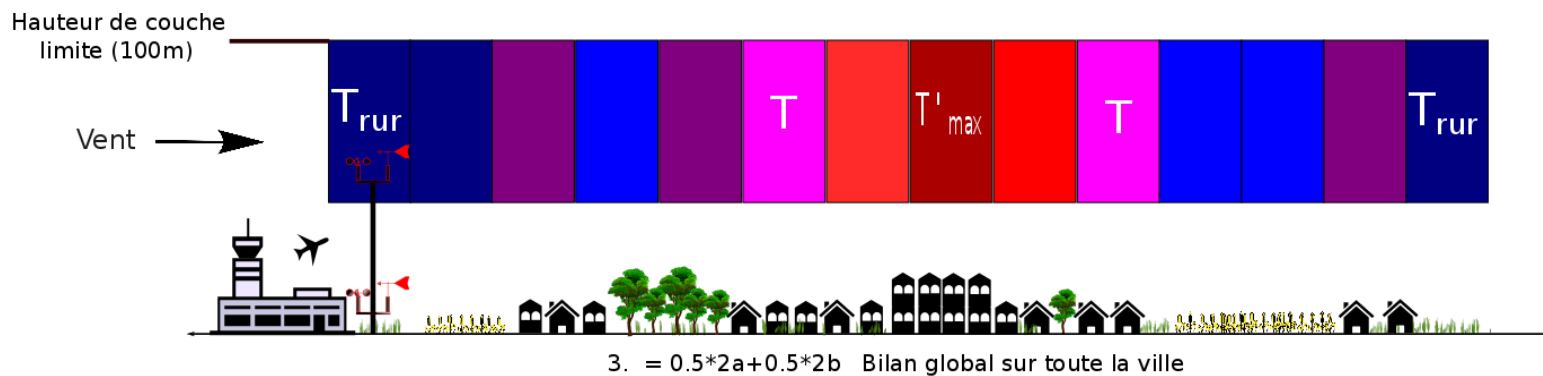
- Le micro-climat urbain est calculé avec le modèle conceptuel
- Pour des impacts sur une année et plusieurs scénarios
- L'îlot de chaleur urbain est calculé à partir des travaux de B. Bueno, J. Hidalgo et J. Le Bras



2.b Spatialisation en fonction de la fraction de ville

# Modèle de climat urbain (agglomération)

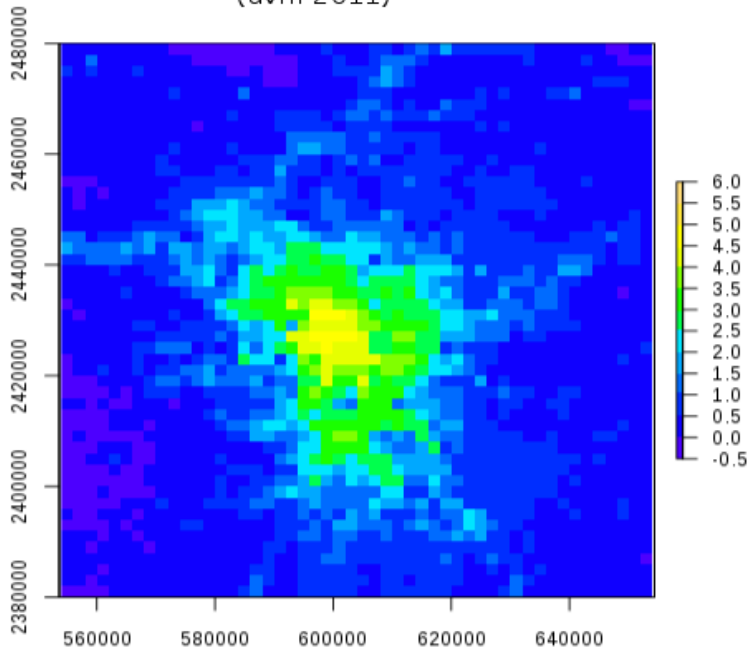
- Le micro-climat urbain est calculé avec le modèle conceptuel
- Pour des impacts sur une année et plusieurs scénarios
- L'îlot de chaleur urbain est calculé à partir des travaux de B. Bueno, J. Hidalgo et J. Le Bras



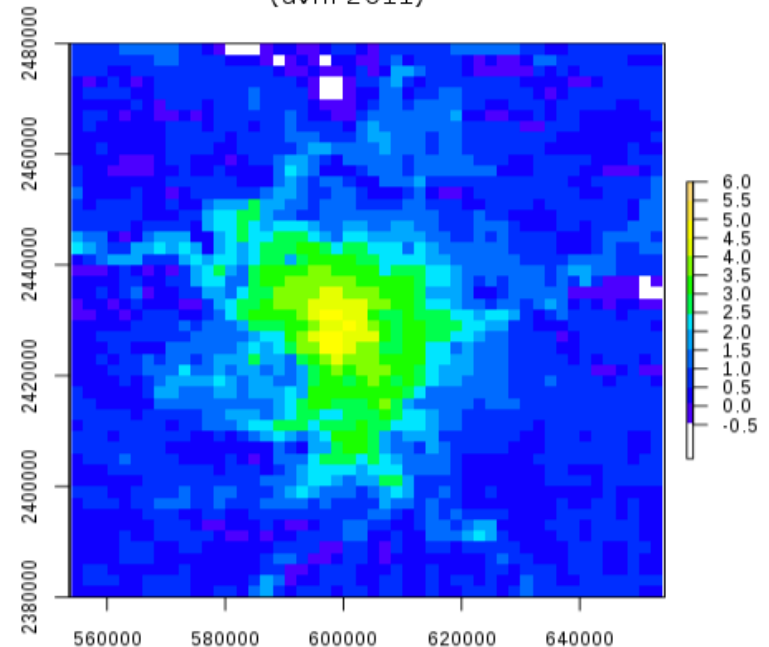
# Modèle de climat urbain (agglomération) : Validation

- Validation : comparaison avec MesoNH
- Sur Paris : un an de simulations MesoNH

Ilot de chaleur moyen simulé par le générateur  
(avril 2011)



Ilot de chaleur moyen simulé par Meso-NH  
(avril 2011)









# Les scénarios technologies et usages

Scénarios  
implémentés  
au sein des  
scénarios  
systémiques

Utilisés par  
SURFEX

ADAPTATION TECHNOLOGIQUE	SURFEX_Usages_Clim	SURFEX_Usages_Chauffage	SURFEX_Réglementations	SURFEX_Protections_solaires
<b>TECH1 : Ville énergétiquement vertueuse &amp; volontariste</b> 	Usage économe de la clim	Usage économe du chauffage	Introduction rapide des réglementations	Protections solaires dans le résidentiel et les bureaux
<b>TECH2 : Ville Individualisme</b> 	Usage économe de la clim	Usage économe du chauffage	Introduction lente des réglementations	Protections solaires dans le résidentiel et les bureaux
<b>TECH3 : Ville Fil de l'eau</b> 	Usage intensif de la clim	Usage intensif du chauffage	Introduction lente des réglementations	Protections solaires dans le résidentiel
<b>TECH5 : Ville Climatiquement néfaste</b> 	Usage intensif de la clim	Usage intensif du chauffage	Pas de rénovation	Protections solaires dans le résidentiel

# Résultats micro-climat

- Population :



1 400 000 hab

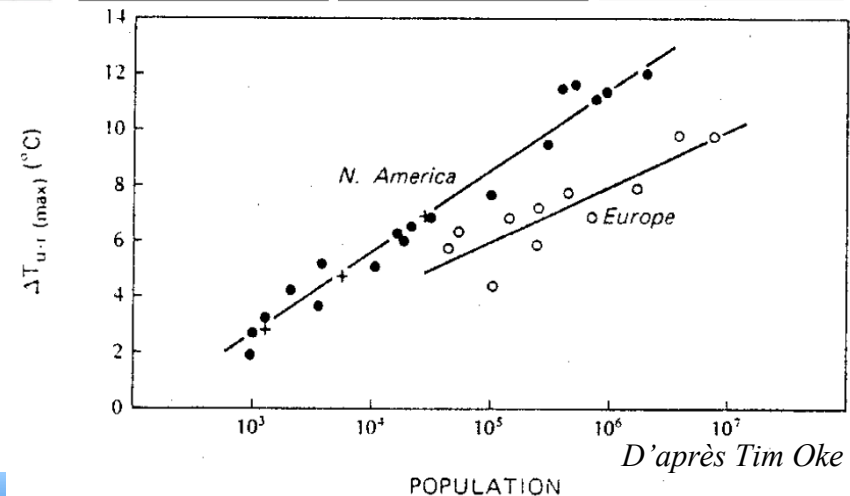
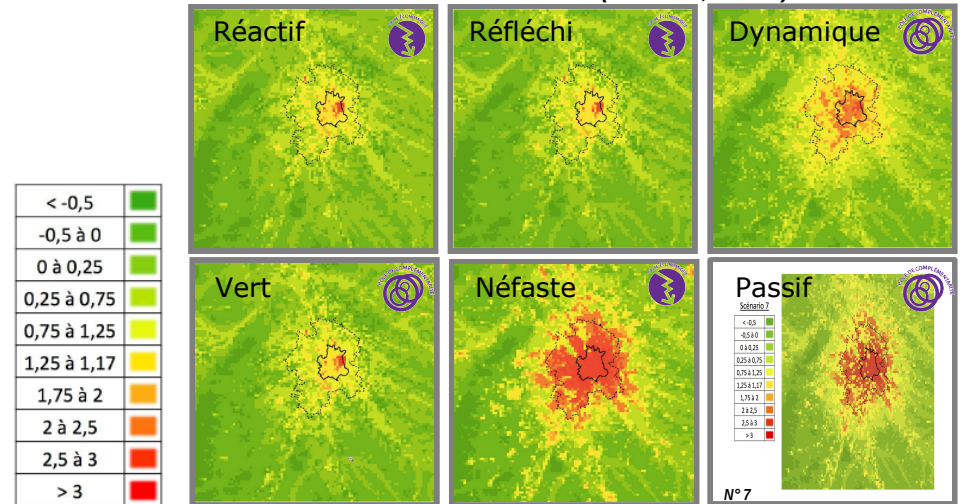


2 000 000 hab

- L'îlot de chaleur dépend en général de la population

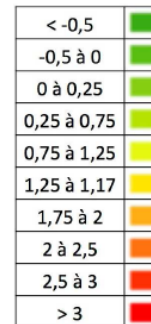
- Qu'en est-il ici ?

Îlots de chaleur Urbain (nocturne, estival)

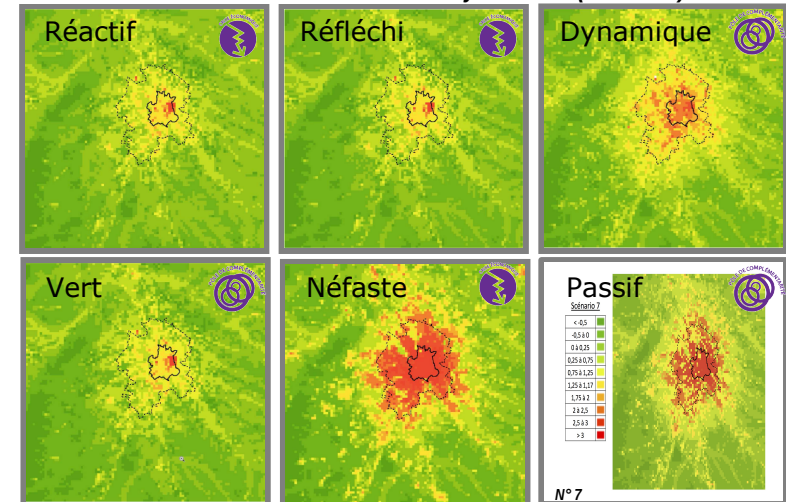


# Conclusions micro-climat

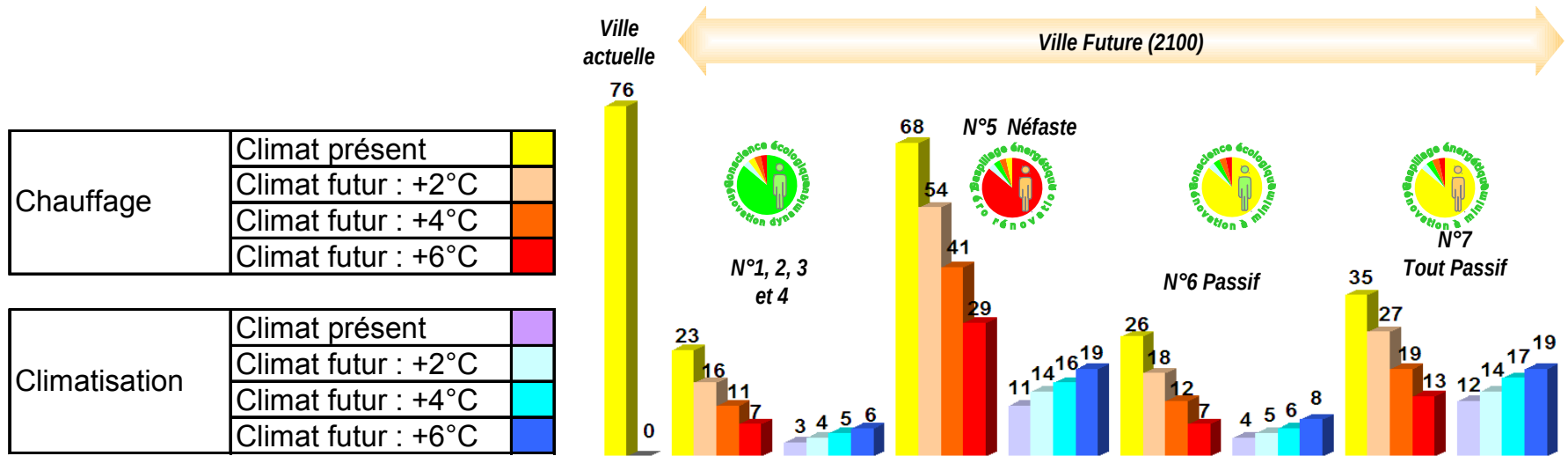
- Des leviers autre que la population permettent de moduler l'îlot de chaleur urbain.
- Une ville minérale, compacte avec des tours conduit à un îlot de chaleur relativement fort en été.
- La ville verte semble un bon compromis du point de vue de l'îlot de chaleur.



Îlots de chaleur Urbain moyen en été (nocturne)



# Résultats conso. d'énergie (kWh/m<sup>2</sup>/an)



- Les consommations d'énergie ne sont sensibles au premier ordre qu'au scénario technologie/usage
- Le réchauffement climatique diminue la demande d'énergie en chauffage (de -50% à -75% environ) et augmente la climatisation.
- Le réchauffement climatique diminue la demande en énergie d'un point de vue global (chauffage + clim). On pourrait climatiser plus qu'on ne chauffe.

## Conclusions micro-climat / énergie

- Il est possible de moduler l'îlot de chaleur urbain.
- Un impact couplé de la rénovation et de l'usage pour le chauffage. Fort effet d'inertie potentiel du parc existant.
- Pour la clim, la température de consigne qui est le levier principal.
- Attention à la période proche !  
La conso. liée au chauffage peut varier de -50 % à +10 % entre 2010 et 2040  
A ces échelles de temps, l'impact le plus immédiat semble être sur les usages.