

An aerial photograph of a town, likely in a mountainous region, is shown from a high angle. The town is surrounded by green hills and valleys. Overlaid on the bottom left of the image is a white meteorological map showing contour lines and wind vectors. The contour lines are labeled with values such as 1010, 1015, 1020, 1025, 1030, 1035, 1040, and 1045. Wind vectors are represented by small arrows pointing in various directions. The background of the slide is a dark blue gradient with a white sun icon in the top left corner.

Approche scalaire des liens entre formes urbaines et climat

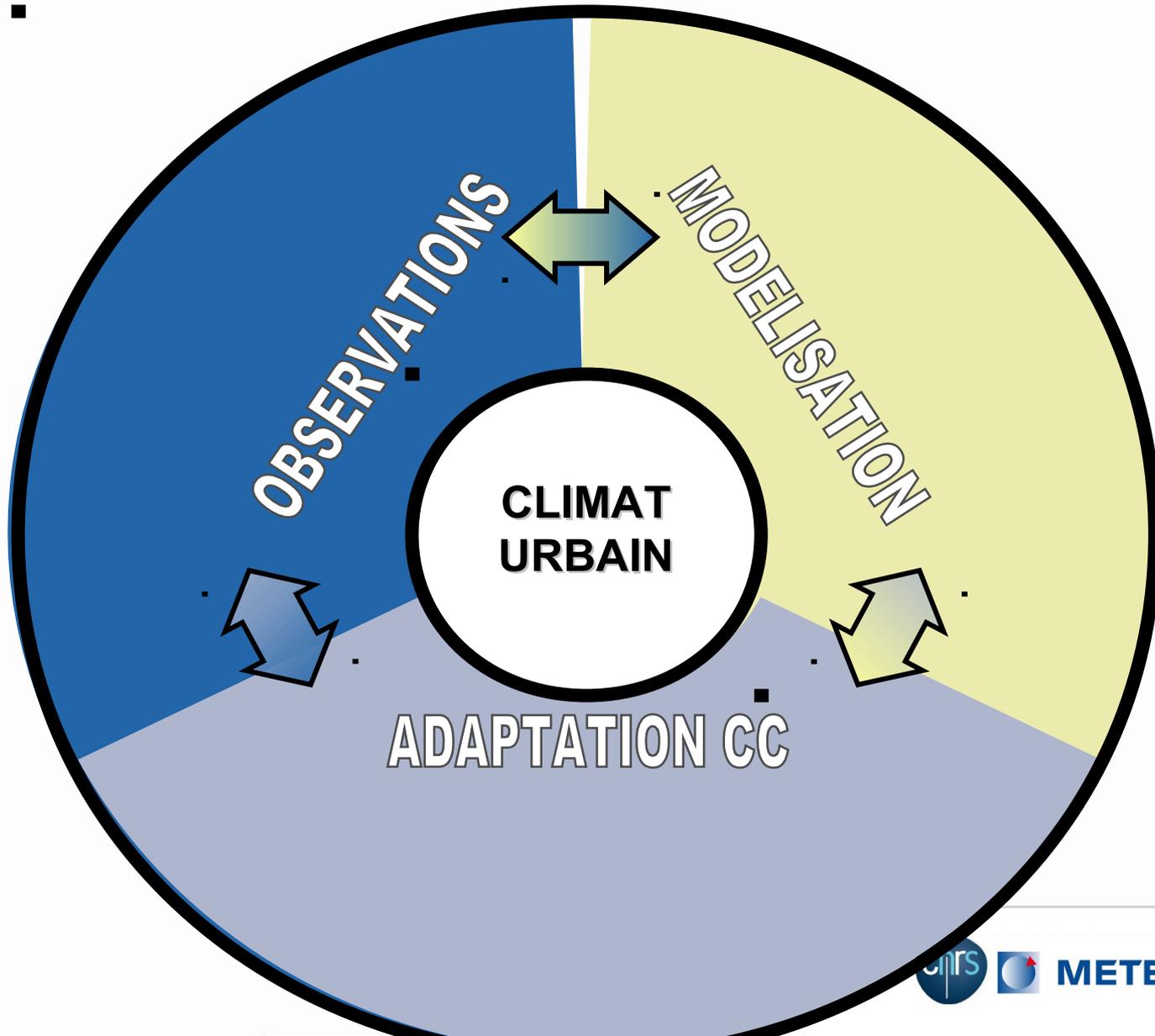
Valéry Masson

*Centre National
de Recherches Météorologiques*



METEO FRANCE

Nos activités sur le climat urbain



Échelles des liens Ville - Climat

Le climat « global » et le changement climatique

(ÇA C'EST QUAND
TOUT EST NORMAL:)



BD de Pénélope Bagieu

Échelles des liens Ville - Climat

Le climat « global » et le changement climatique

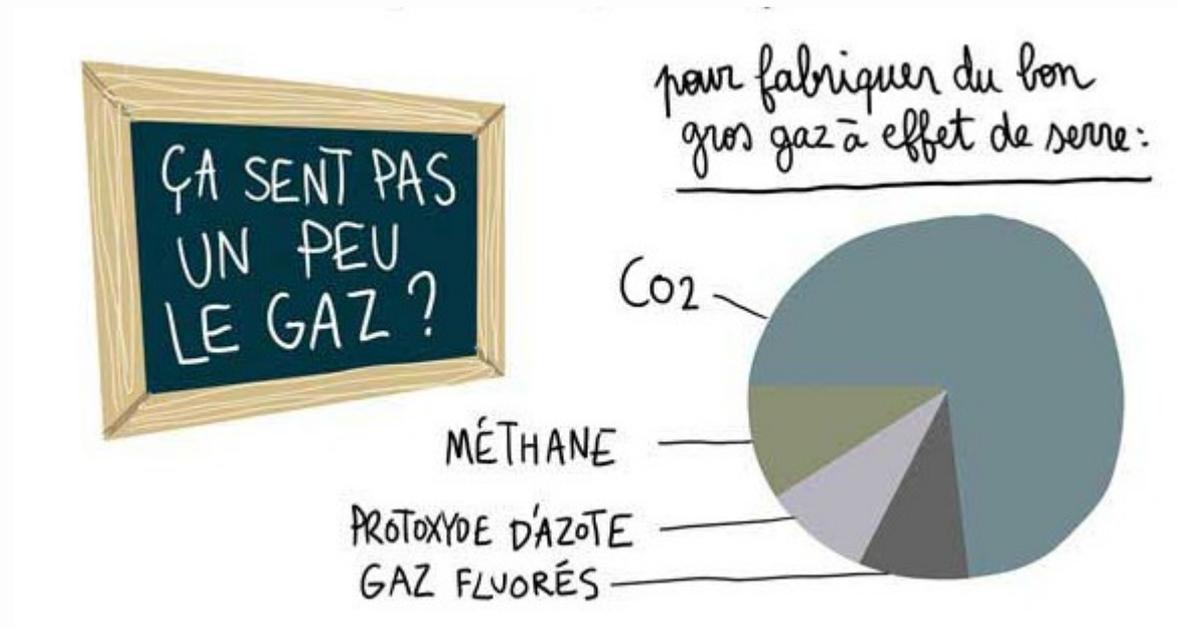
(DU COUP, ÇA FAIT
PLUTÔT COMME ÇA:)



BD de Pénélope Bagieu

Échelles des liens Ville - Climat

Le climat « global » et le changement climatique



BD de Pénélope Bagieu

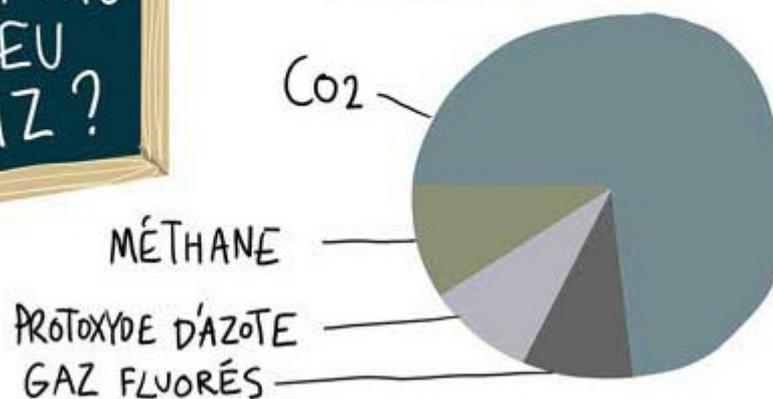
- Pourquoi en parler vis à vis du lien ville et climat ?

Échelles des liens Ville - Climat

Le climat « global » et le changement climatique



pour fabriquer du bon
gros gaz à effet de serre:



BD de Pénélope Bagieu

- Pourquoi en parler vis à vis du lien ville et climat ?
- Parce que les villes sont le principal émetteur de gaz à effets de serre

Échelles des liens Ville - Climat

Le climat « global » et le changement climatique



Répartition des émissions de GES

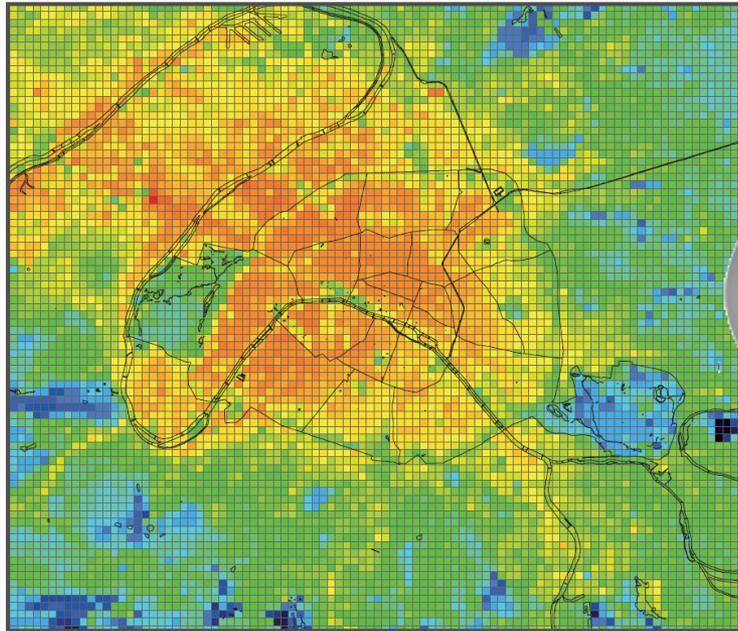
- France 2010 -



- Pourquoi en parler vis à vis du lien ville et climat ?
- Parce que les villes sont le principal émetteur de gaz à effets de serre

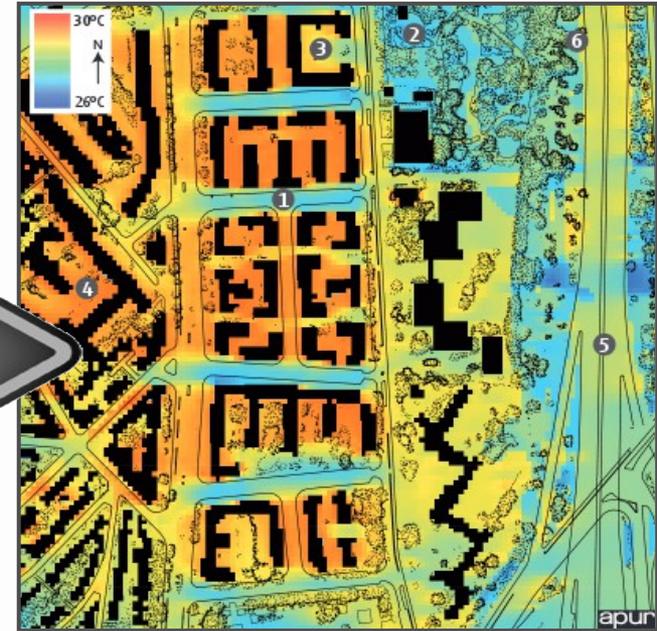
Échelles des liens Ville - Climat

Le (micro?)-climat urbain : « l'**îlot de chaleur** urbain »



← 25 km →

Source: EPICEA Project



← 500 m →

Source: APUR

- La ville *peut* être plus chaude que la campagne alentour (en cas de conditions météo favorables)

Échelles des liens Ville - Climat

Le (micro?)-climat urbain : « l'îlot de chaleur urbain »

- La ville *peut* être plus chaude que la campagne alentour

Conditions défavorables

Vent fort, nuages, pluie



Source : APUR

Conditions favorables

absence de vent, ciel dégagé



Source : APUR

Échelles des liens Ville - Climat

Le (micro?)-climat urbain : « l'îlot de chaleur urbain »

- La ville *peut* être plus chaude que la campagne alentour
- La ville plus sensible à l'effet de réchauffement climatique.
- Qu'est-ce qui crée l'îlot de chaleur urbain ?

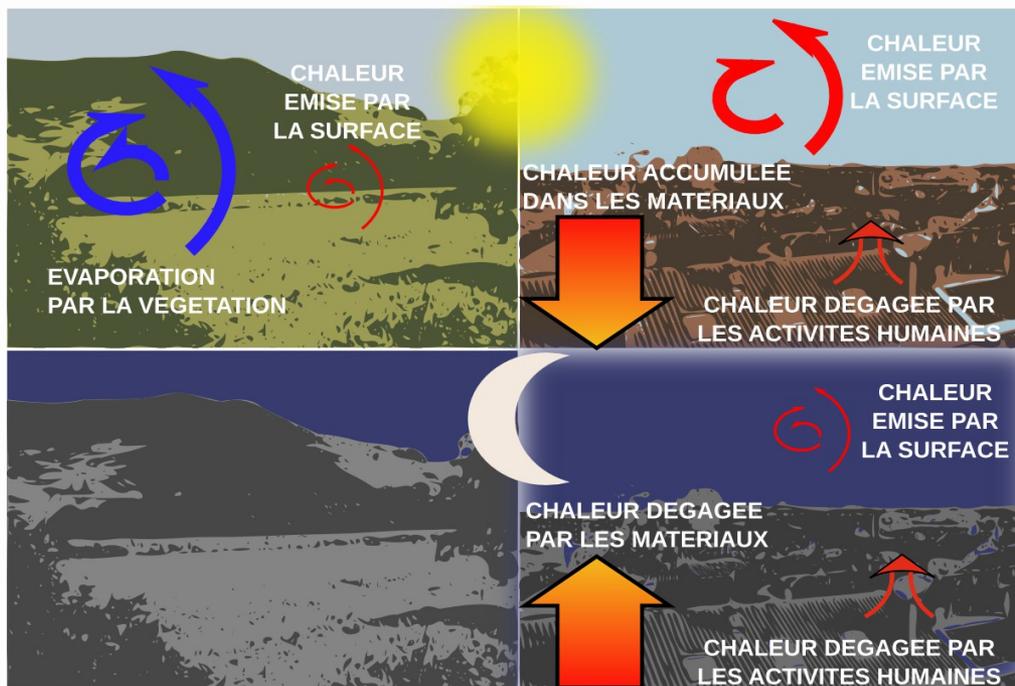


Échelles des liens Ville - Climat

Le (micro?)-climat urbain : « l'îlot de chaleur urbain »

- Qu'est-ce qui crée l'îlot de chaleur urbain ?

Et non, ce ne sont pas le CO2 et autres Gaz à Effets de Serre



- C'est l'imperméabilisation des surfaces

Échelles des liens Ville - Climat

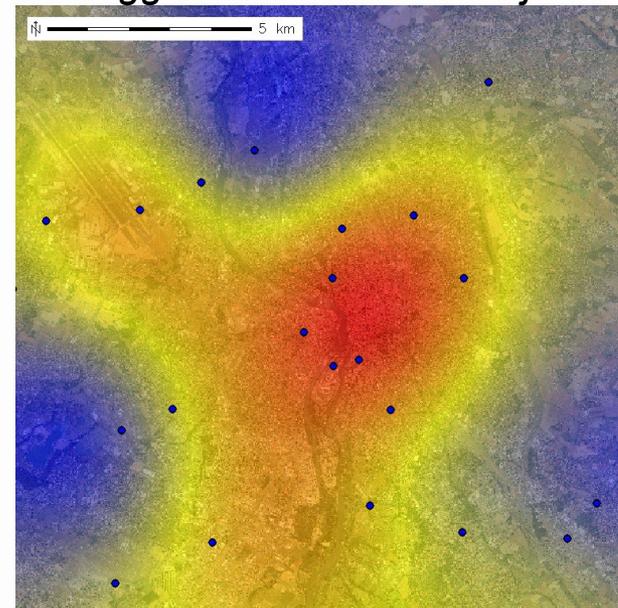
A l'échelle de l'agglomération

- Effet de l'ensemble du bâti de l'agglomération
- Ainsi, un même bâtiment n'aura pas le même microclimat suivant sa position dans la ville.



- Peut être mesuré par un réseau de mini-stations météo (pouvant être déployés par les collectivités)

Mesures de température de l'air sur l'agglomération toulousaine le 17 juillet 2004

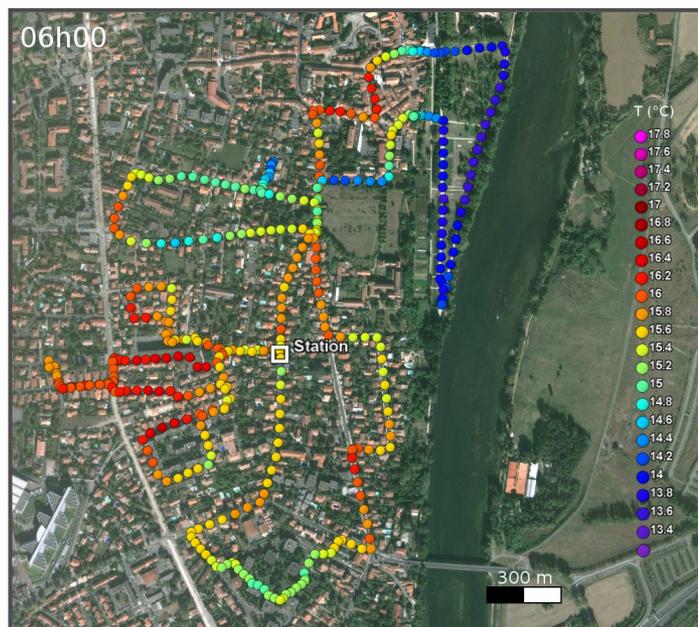


17°C 21°C

Échelles des liens Ville - Climat

A l'échelle du quartier

- Effet local du bâti et du paysage urbain
- Variabilité *pouvant* être aussi forte que l'îlot de chaleur de l'agglomération (ici 4°C)



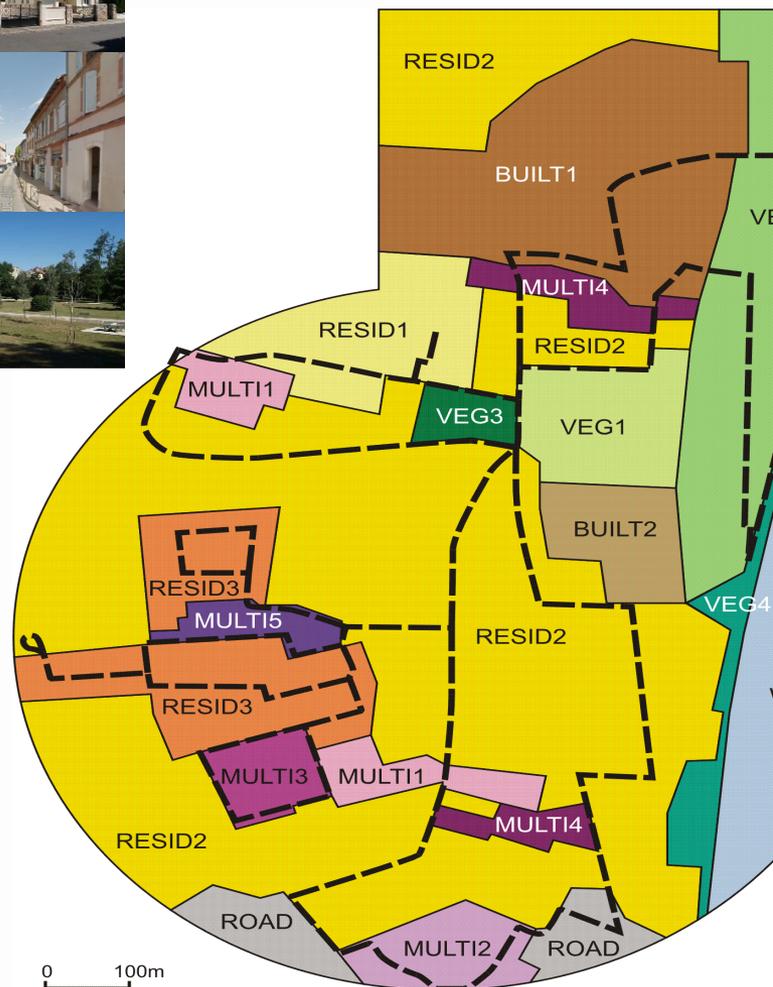
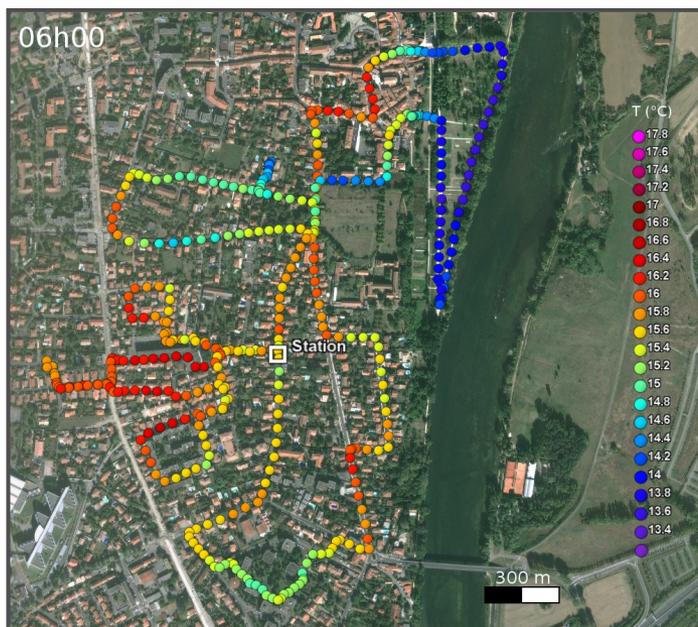
Mesures de température de l'air sur Blagnac le 6 juin 2004



Échelles des liens Ville - Climat

A l'échelle du quartier

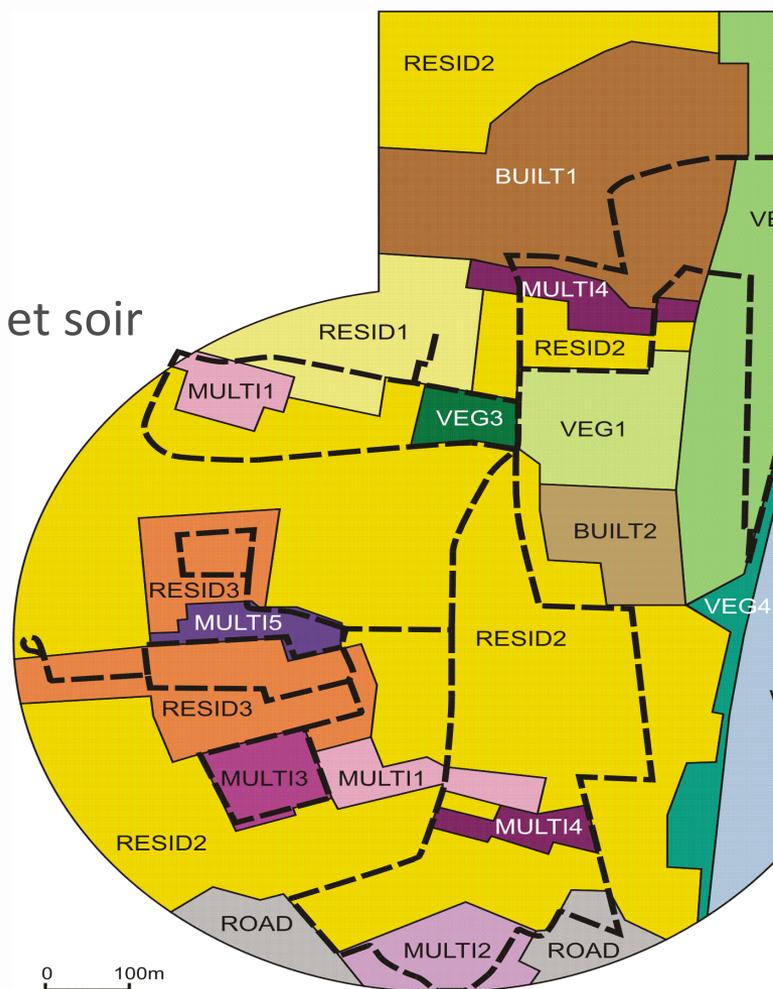
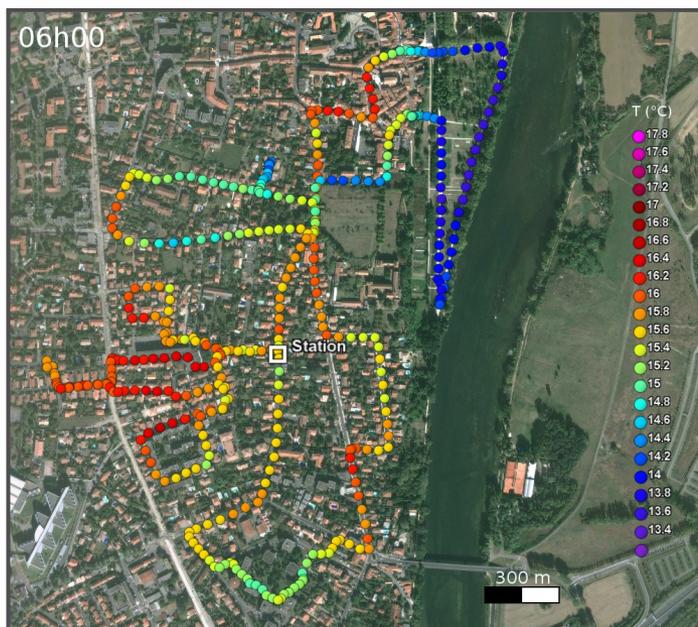
- Effet local du bâti et du paysage



Échelles des liens Ville - Climat

A l'échelle du quartier

- Effet local du bâti et du paysage urbain
- Pas de relation météo-paysage probant à midi
- Mais lien entre paysage et micro-climat matin et soir



Échelles des liens Ville - Climat

A l'échelle du bâtiment (et du piéton)

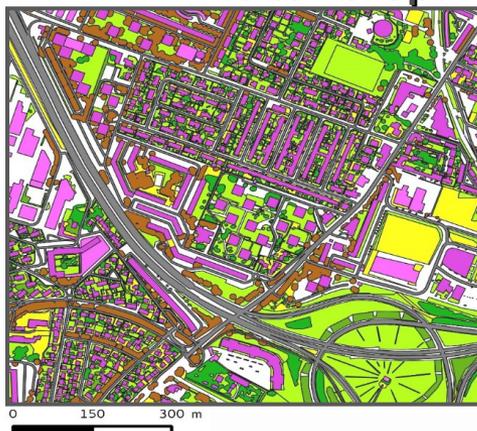
- Effet très local du bâti et du paysage urbain
- Effets d'ombrage, de canalisation du vent
- Ressenti des habitants



Mesures météo mobiles



Traitement par SIG



Source : Projet ANR EUREQUA

Les échelles d'intervention

Atténuation du changement climatique

- Diminution des émissions de gaz à effet de serre
- Diminution des consommations d'énergie

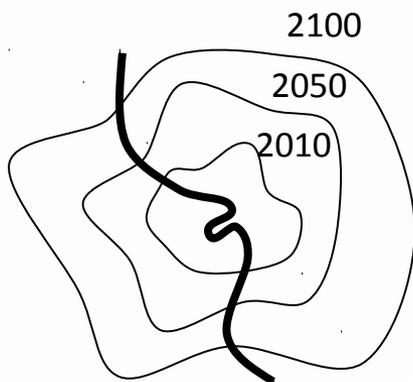
Adaptation au changement climatique

- Être moins vulnérable aux impacts du réchauffement climatique (inondations, niveau de la mer, canicules, etc...)

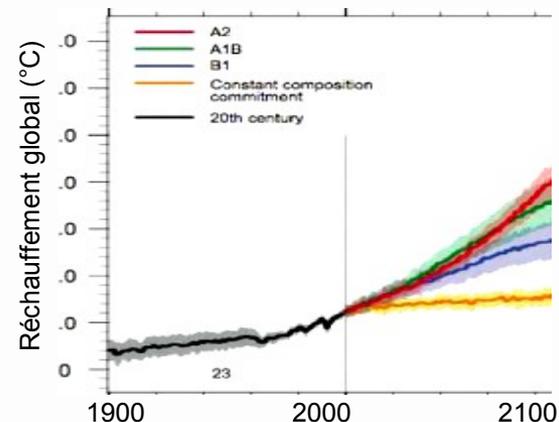
Atténuation de l'îlot de chaleur urbain

- Diminuer l'îlot de chaleur en été

Adaptation des villes



Expansion urbaine



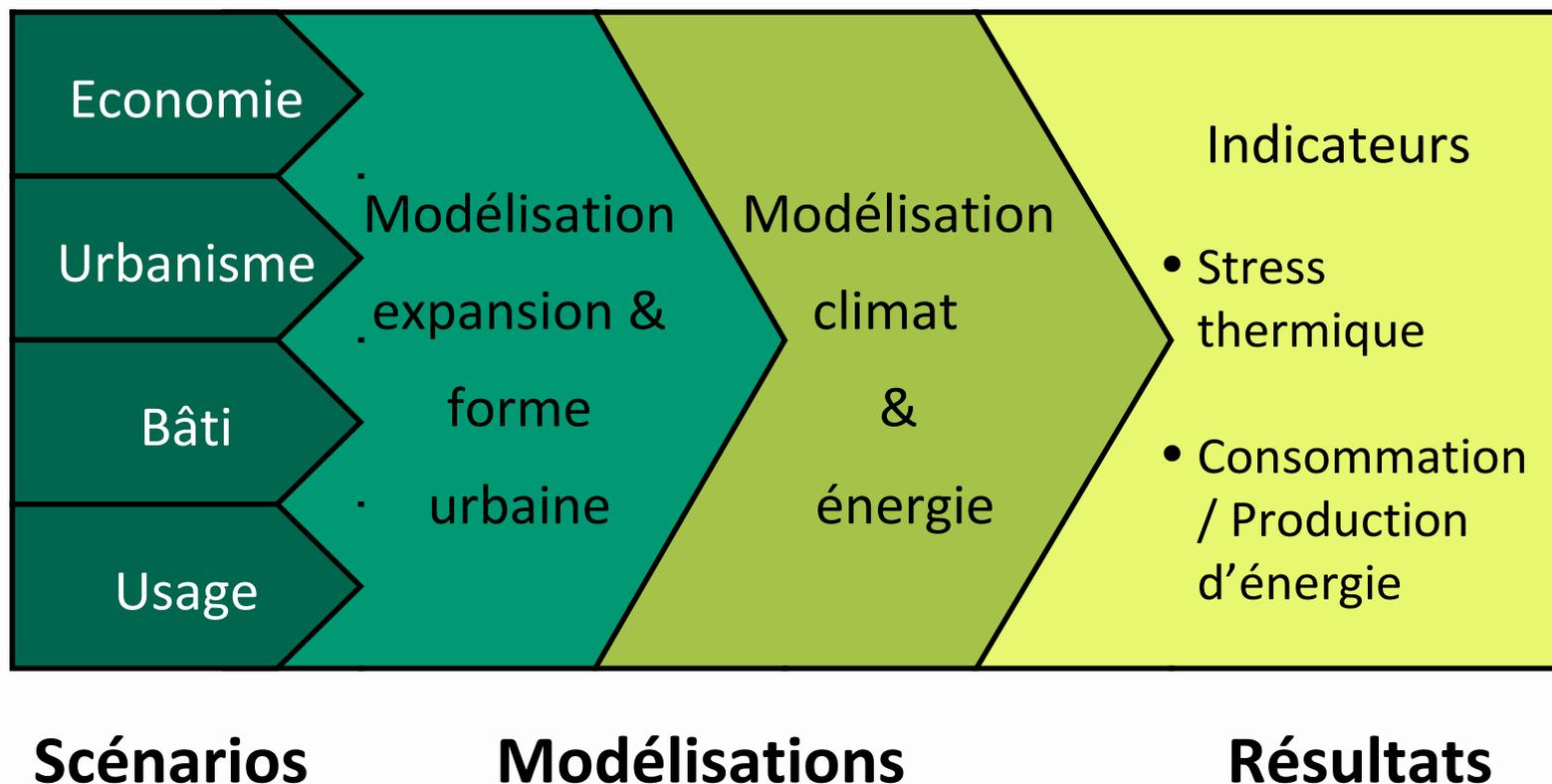
Changement climatique



Comment adapter la ville à ces deux évolutions?

- Échelle spatiale : territoire de 100 km x 100 km autour de l'agglomération (Paris et Toulouse)
- Échelle temporelle : **le siècle**

Méthodologie systémique



Scénarios



- Expansion
 - Ville Étendue & Ville Compacte



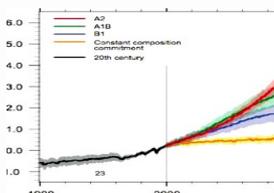
- Usages/Pratiques
 - Comportements économes
 - Sur-ventilation nocturne
 - Protections solaires



- 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

Outils de simulation

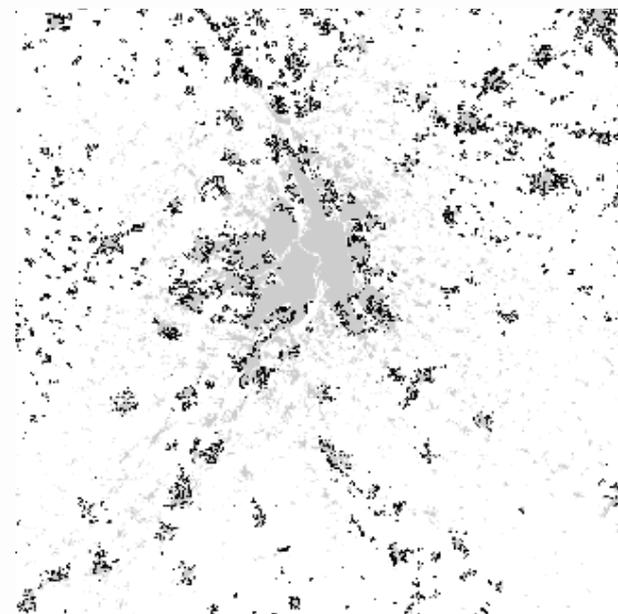
Logiciels de simulation socio-économiques, géographiques et architecturaux

NEDUM

- Modèle économique dynamique de localisation des ménages.
- Valide sur le très long terme

Couplé à SLEUTH*

- Un modèle géographique d'occupation du sol.



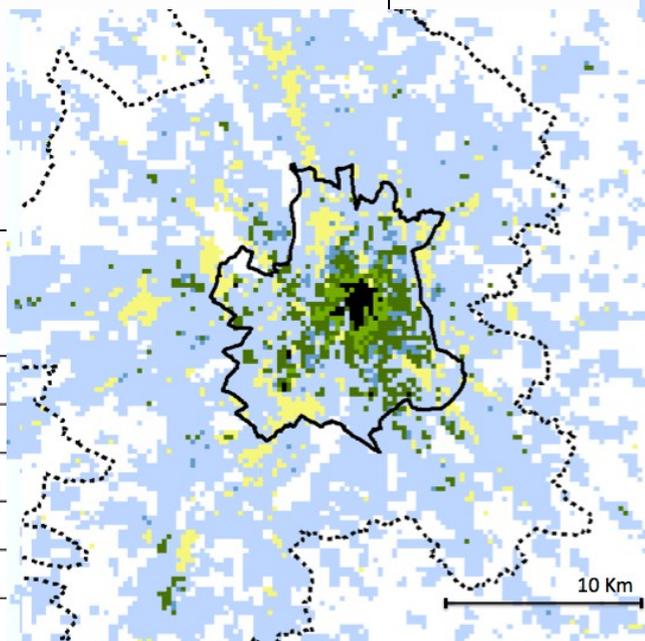
*Extension multipolaire de Toulouse
entre 2010 (en gris) et 2100 (en noir)*

Outils de simulation

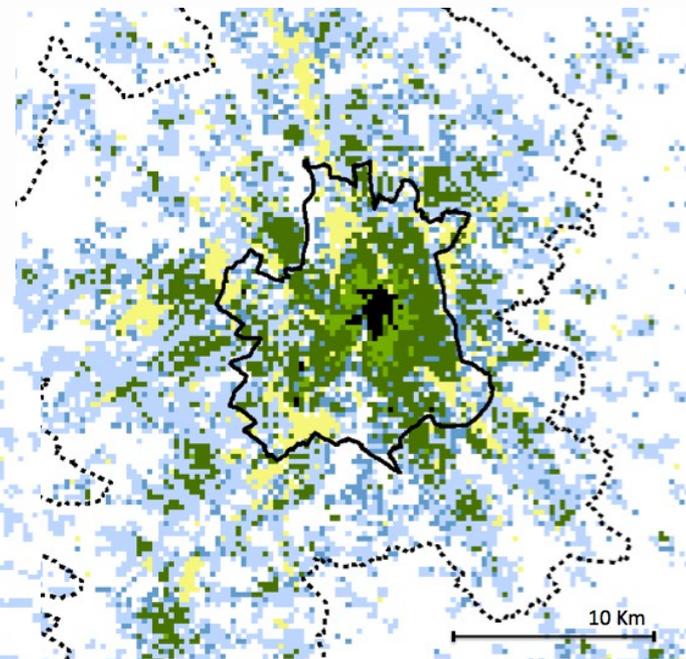
Logiciels de simulation socio-économiques, géographiques et architecturaux

Couplé à GENIUS

- Typologie de quartiers
- Modèle d'évolution architecturale
- La ville garde une trace de son histoire



*Extension de Toulouse en 2100
(scénario d'expansion fil de l'eau)*



*Extension de Toulouse en 2100
(scénario d'expansion multipolaire)*

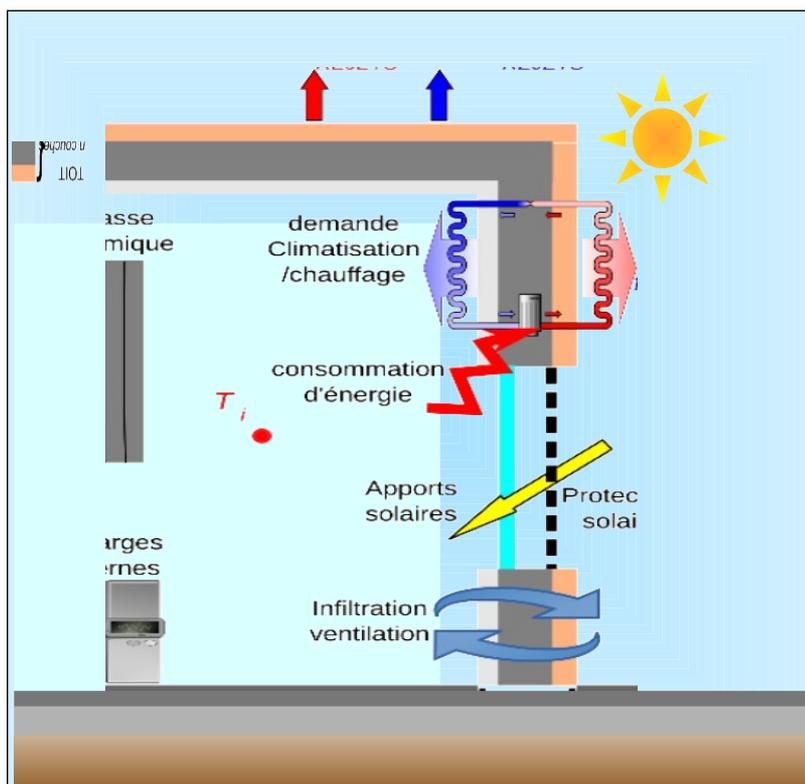
sur la ville (trait plein) et sur le pôle urbain (pointillé)

	Maisons individuelles
	Maisons individuelles accolées
	Immeubles discontinus
	Immeubles continus
	Centre ancien dense
	Immeubles de grande hauteur
	Bâtiments d'activité

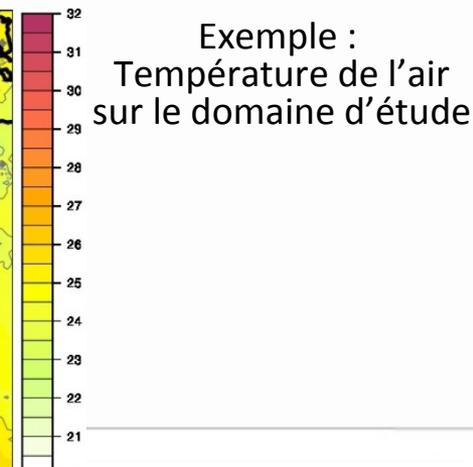
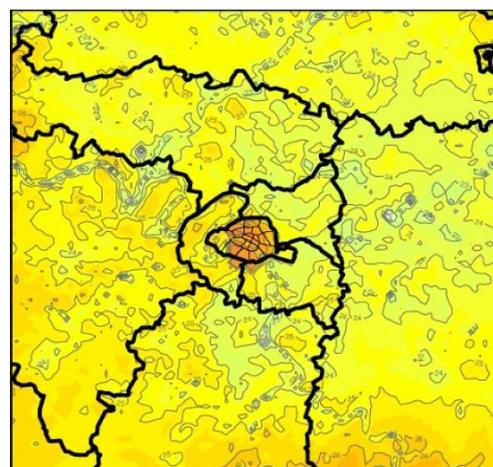
Outils de simulation

Logiciels de simulation socio-économiques, géographiques et architecturaux

Logiciel de simulation micro-climat et énergie : modèle TEB

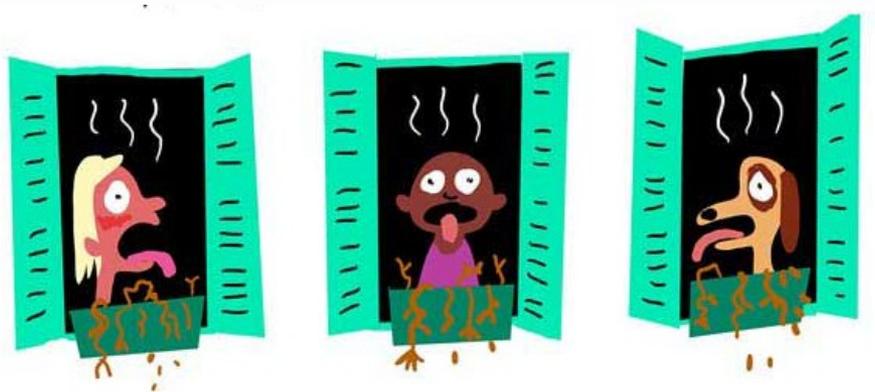


- De l'échelle du quartier à celle de la ville
- Microclimat dans les rues et les bâtiments
- Énergétique des bâtiments (chauffage et climatisation)



Résultats

On ne pourra pas se passer de la climatisation en 2100



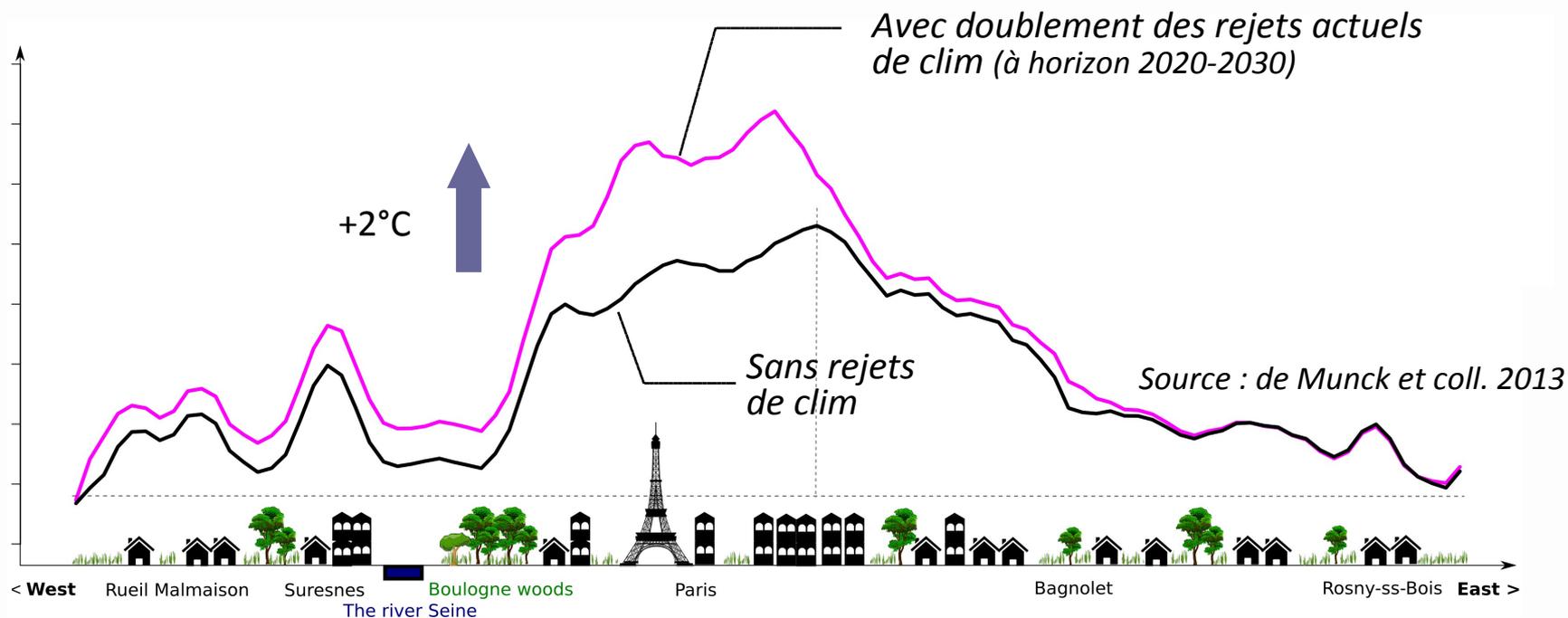
ÇA VEUT DIRE QUE LA CHALEUR
SERA **INSUPPORTABLE** (POUR TOUT LE MONDE)
ET QUE LES PERSONNES ÂGÉES, EN GRANDE PRÉCARITÉ
OU TOUT SIMPLEMENT ISOLÉES RISQUENT D'EN MOURIR.

BD de Pénélope Bagieu

Résultats

On ne pourra pas se passer de la climatisation en 2100

- Mais la climatisation accroît l'îlot de chaleur



Il faut trouver comment limiter l'usage de la climatisation

Résultats

La végétation pour rafraîchir la ville

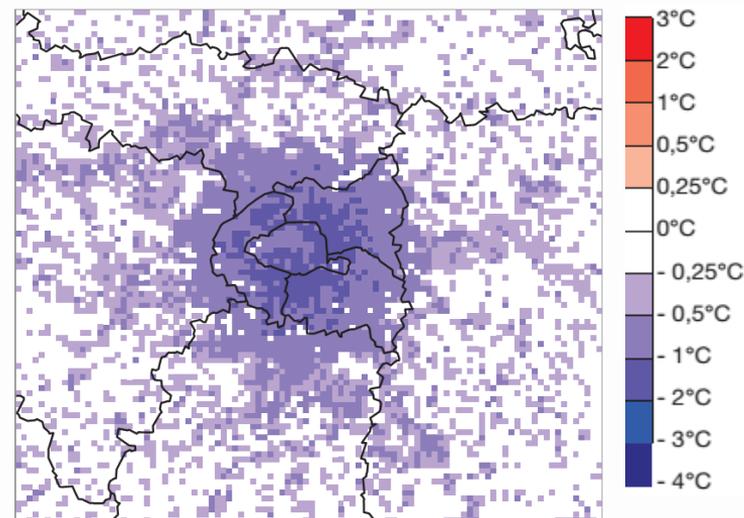
Les toitures végétalisées

- Elles ne semblent pas très efficaces pour rafraîchir l'air *extérieur* (env -0.2°C)
- Mais elles servent d'isolant supplémentaire pour les toits peu isolés

La végétation de pleine terre

- Efficace pour rafraîchir l'air

Quid de la ressource en eau ?

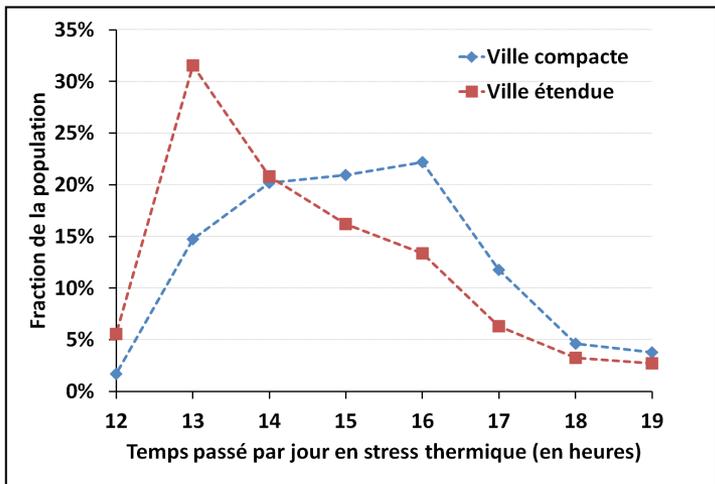


Variations de température dues à l'augmentation de 50% de végétation dans les espaces libres

Résultats

La densification accroît l'exposition à la chaleur

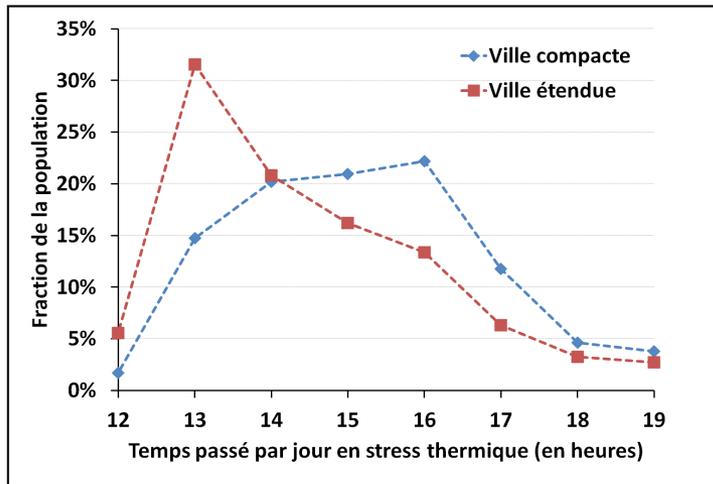
- Favorable l'hiver mais pénalisant l'été



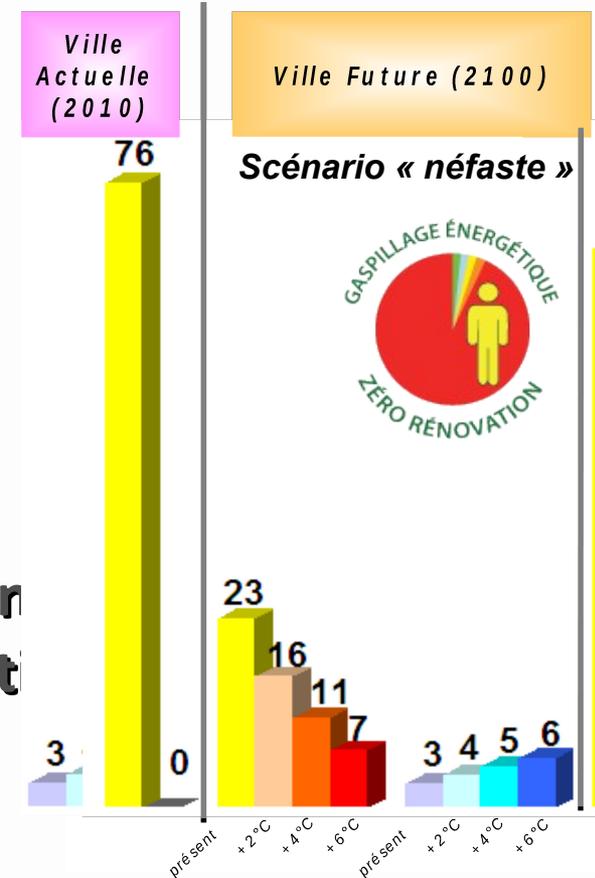
Résultats

La densification accroît l'exposition à la chaleur

- Favorable l'hiver mais pénalisant l'été



Le réchauffement climatique, sous nos régions va réduire la consommation d'énergie du bâti



Chauffage	Climat présent	Yellow
	Climat futur : +2°C	Orange
	Climat futur : +4°C	Red-Orange
	Climat futur : +6°C	Red

Climatisation	Climat présent	Purple
	Climat futur : +2°C	Light Blue
	Climat futur : +4°C	Cyan
	Climat futur : +6°C	Blue

Résultats

Importance des choix de comportement des habitants

Choix intensif ou raisonné de la climatisation

- 80 % d'économie en passant la température de consigne à 23°C à 26°C
- La consommation de chauffage baisserait d'environ 30 % pour 2°C de moins
- Sur la consommation, rôle comparable aux solutions techniques et architecturales



Usage de protections solaires (volets...)

- Fermer les volets en journée en été :
jusqu'à 30 % de consommation en moins

Adaptation : points clés à retenir

- **Impacts exacerbés du Réchauffement Climatique en ville :**

→ En 2100, on ne pourra sans doute **pas** se passer de la climatisation

→ Hausse importante de la consommation d'énergie en été



Climatisation



**Plan canicule,
Actions ciblées**



**Rénovation
thermique des
bâtiments**



**Végétation
urbaine,
Ressource en eau**



**Organisation
spatiale
Planification**

- **Des leviers d'action pour combiner adaptation et atténuation**

- **Evolution des comportements et usages : un levier efficace**



Comportements et usages

Perspectives



- Bases de données urbaines pour le diagnostic énergétique et le microclimat
- Modélisation des comportements
- Diagnostique énergie/micro-climat pour un large panel de villes en France
- Intégrer dans les politiques urbaines et les documents juridiques les plus pertinents ces données quantitatives
- 3 terrains d'étude privilégiés, dont Toulouse

