

## Impacts climatiques de la végétation en ville

Etat des connaissances et travaux actuels & Enjeux des recherches à venir

Marjorie Musy

19/03/2024

# PLAN

Les enjeux

Les échelles

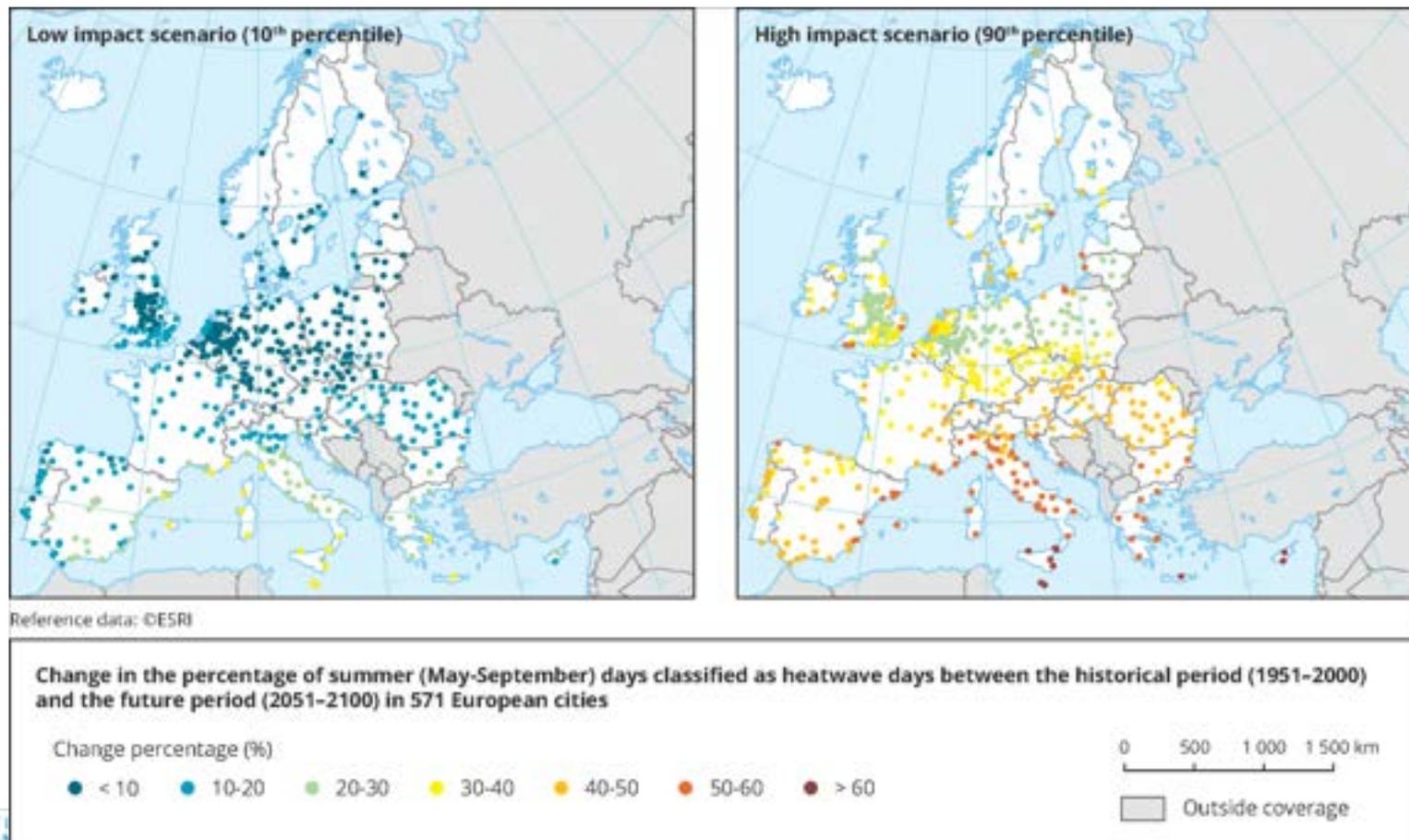
Les méthodes d'étude

Les solutions de rafraîchissement urbain (Résultats pour qq SFN)

Conclusion et perspectives

# RAFRAICHIR LES VILLES : ENJEUX

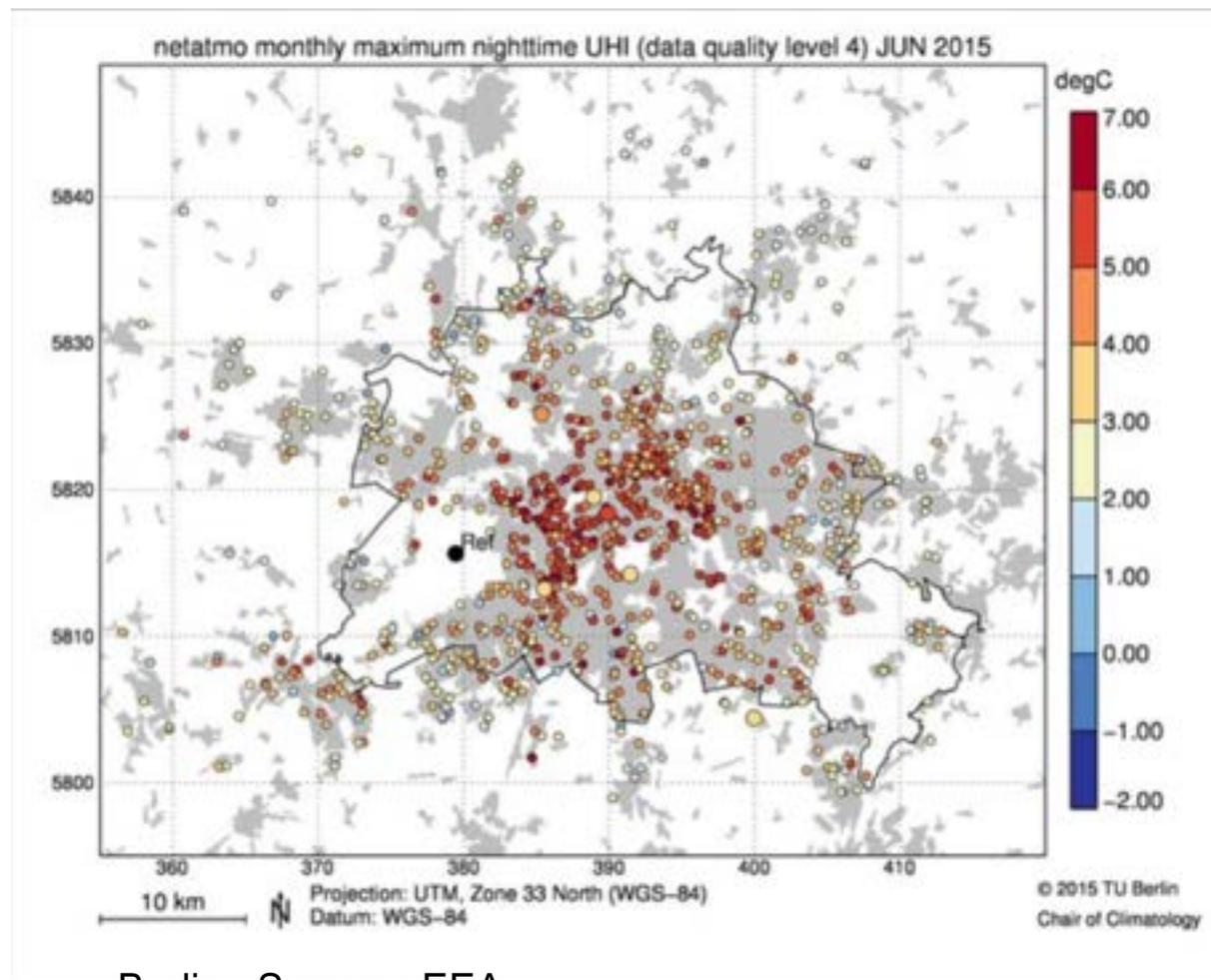
Le changement climatique : augmentation de la fréquence des vagues de chaleur



Source : EEA

# RAFRAICHIR LES VILLES : ENJEUX

Effet d'îlot de chaleur urbain



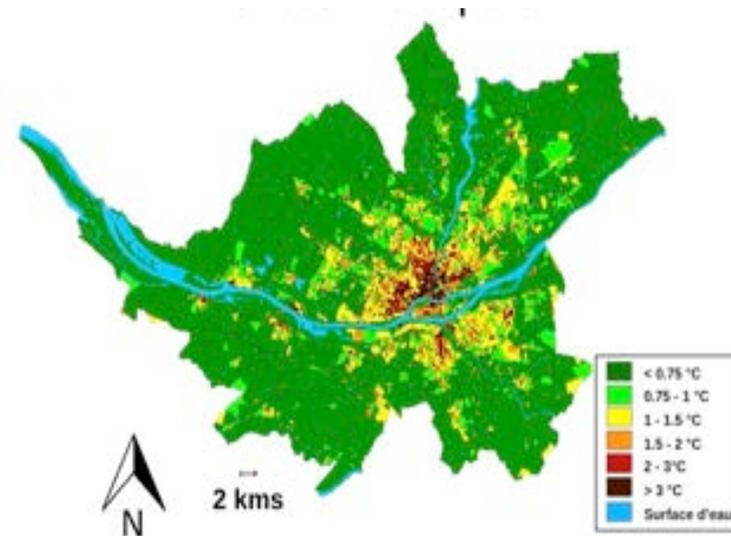
# LES ECHELLES

Deux échelles doivent être différenciées

L'échelle du confort thermique



& Echelle de l'ICU



Estimation de l'intensité de l'ICU à Nantes par ciel clair  
J. Bernard

# LES METHODES D'ETUDE : LA MESURE

L'échelle du confort thermique

& Echelle de l'ICU

Mesure fixe



Station rue de la Buire (Lyon) / Véolia

Mesure mobile



Sac à dos Cityfeel, Hepia (Suisse)



Capteur météo Toulouse métropole



Thermoroute / Cerema

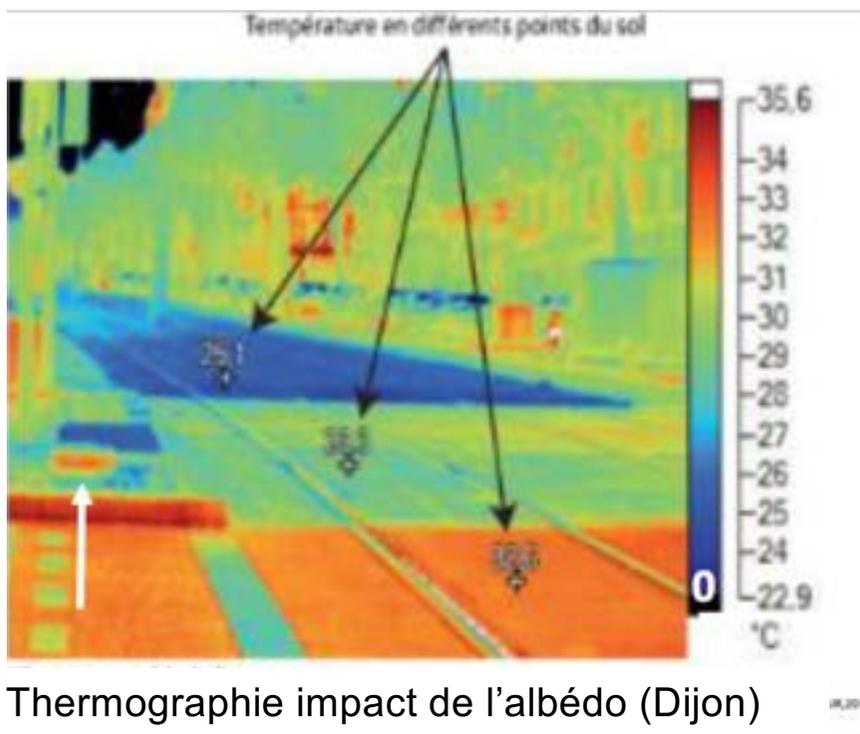


Campagne mesure à vélo Univ. Dijon

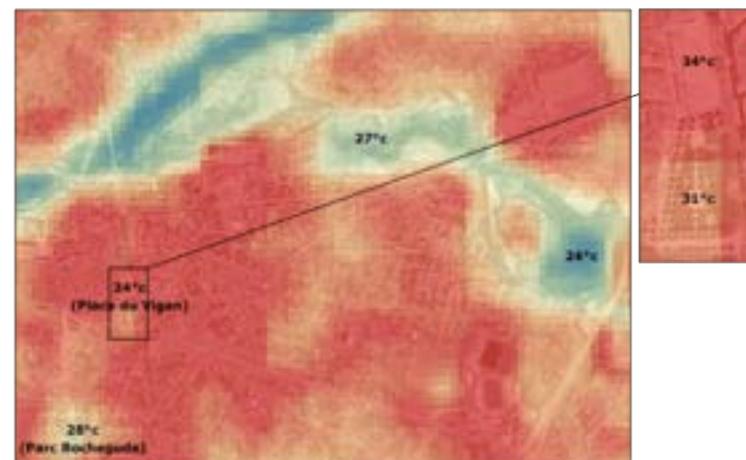


# LES METHODES D'ETUDE : LA TELEDETECTION

L'échelle du confort thermique



& Echelle de l'ICU

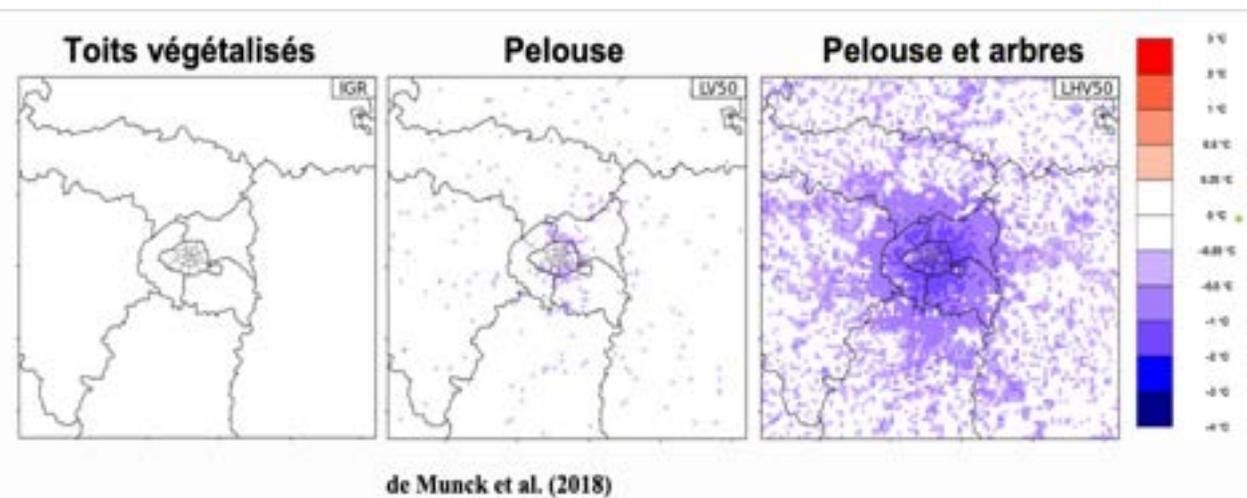
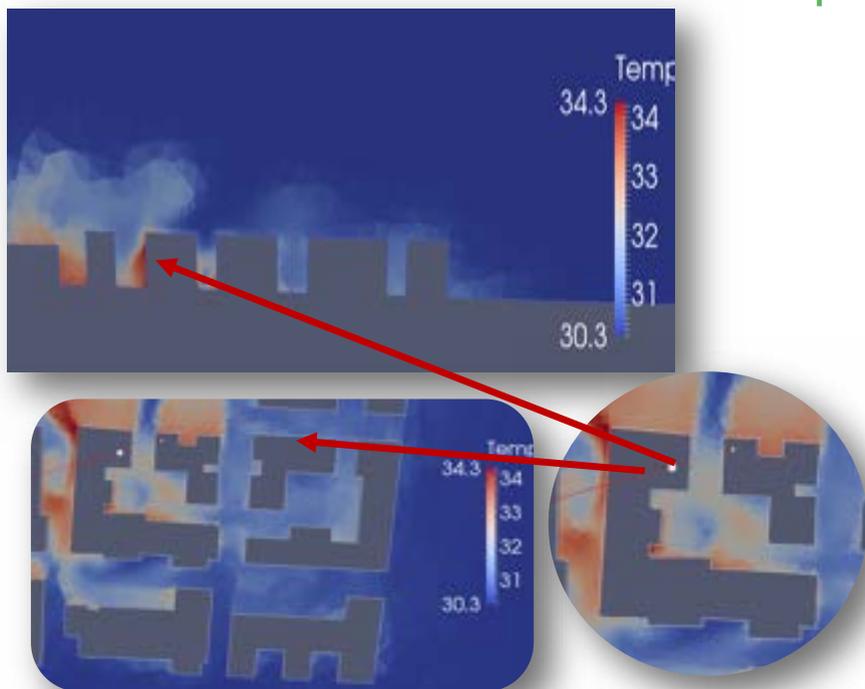


Différences de températures de surface dans le centre-ville d'Albi (source : Landsat 2016)

# LES METHODES D'ETUDE : LA SIMULATION

L'échelle du confort thermique

& Echelle de l'ICU



Simulation de scénarios de végétalisation avec TEB (Météo-France)

Impact des climatisations avec Solene-microclimate (Cerema)

# LES METHODES D'ETUDE : COMPARATIF

	Avantages	Inconvénients
Mesure	<ul style="list-style-type: none"><li>- Accès à une réalité de terrain</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Période de temps</li><li>- Représentativité des points de mesure</li><li>- Fiabilité de la métrologie</li></ul>
Simulation	<ul style="list-style-type: none"><li>- Accès à beaucoup de résultats</li><li>- Possibilité de faire des scénarios</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Modèles rarement validés</li><li>- Disponibilité de la donnée sur les matériaux</li></ul>
Téledétection	<ul style="list-style-type: none"><li>- Couverture spatiale</li><li>- Données peu coûteuses</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Uniquement températures des surfaces visibles</li><li>- Fiabilité des températures (dépendance à l'émissivité des matériaux)</li></ul>

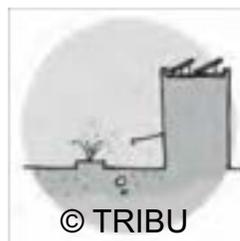
# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT URBAIN

## 3 types de solutions

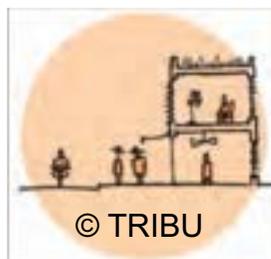
Solutions fondées sur la nature (végétation, eau, sol)



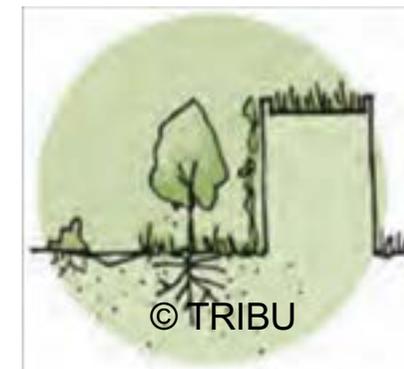
Solutions grises (techniques)



Solutions douces (organisation)



# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT URBAIN



## Solutions fondées sur la nature

Arbres .....	●
Parcs.....	●●
Pelouses et prairies	●
Toitures végétalisées.....	●●
Murs végétalisés.....	●●
Plans d'eau, rivières..	●●
Noues .....	●

Niveau de connaissance scientifique



# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT URBAIN : LES ARBRES

## A l'échelle de l'arbre

### Ombrage ou évapotranspiration, lequel domine ?

Pour un arbre isolé, l'effet de l'ombrage est prédominant.

### Les paramètres qui modulent le rafraîchissement des surfaces

Densité de feuillage, espèce de l'arbre, environnement (sol, nature et albédo des surfaces environnantes, disponibilité en eau...)

Une sélection soigneuse des arbres est nécessaire.

**Les études s'accordent sur un effet maximal de 3°C** sur la température de l'air pour des arbres en par cet des latitudes moyennes.



Eucalyptus, Bottier-  
Chénaie district, Nantes

# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT URBAIN : LES ARBRES

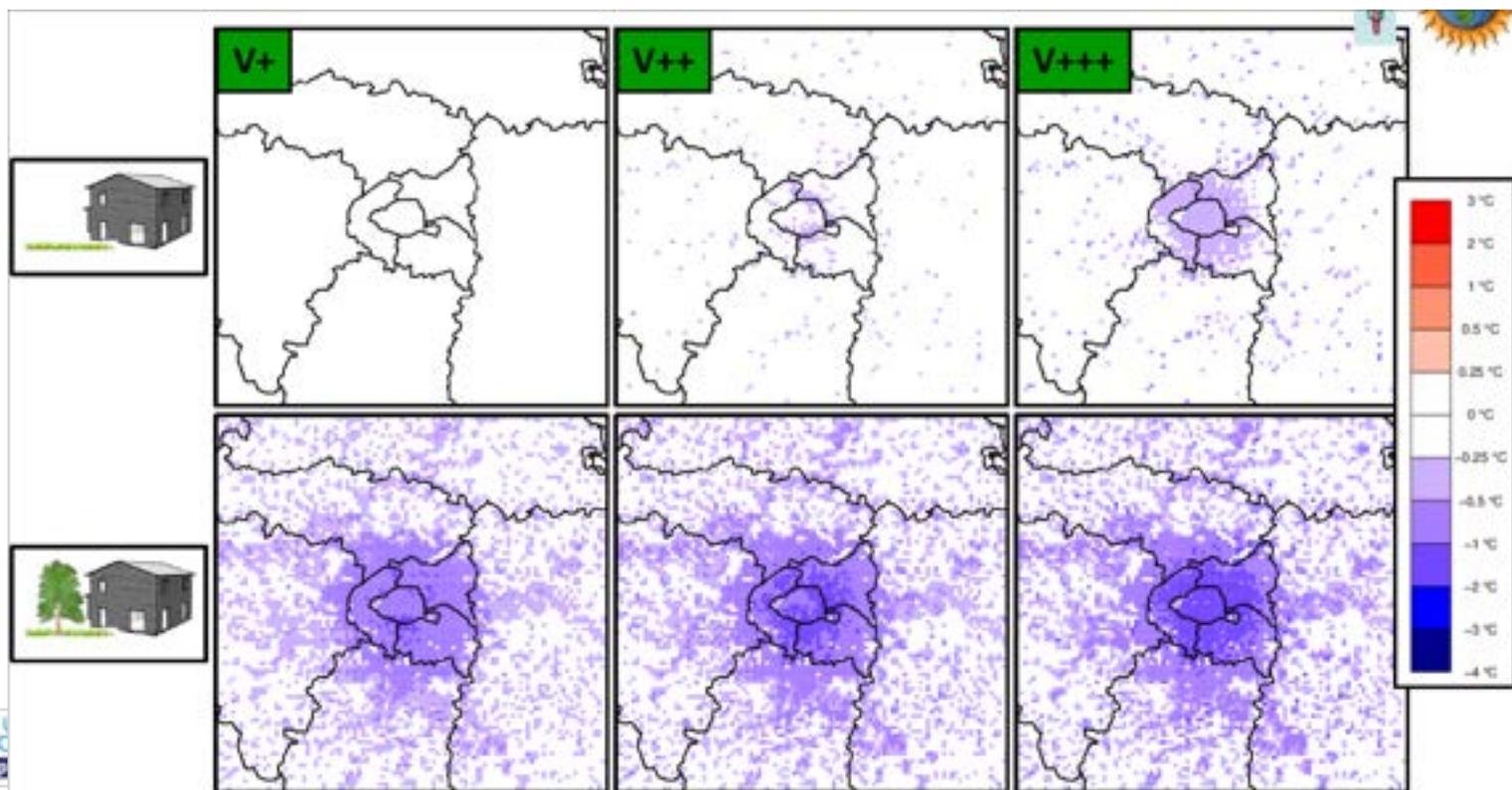
## A l'échelle de la rue

L'effet d'ombrage est prédominant. L'effet rafraîchissant dépend de la forme des rues et des arbres

Un effet de 2 à 3°C

## L'échelle de la ville

Paris : simulation d'une couverture à 75% de l'espace libre avec des arbres et strate basse -> **rafraîchissement maximal de l'air de 2,5°C pour la canicule 2003** (de Munck, 2013).



## LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT URBAIN : LES PARCS

### Dans le parc

- **Plus les parcs sont arborés, plus ils sont frais**
- Les parcs enherbés peuvent être plus chauds que les zones construites environnantes.
- **La taille des parcs est corrélée avec l'effet de rafraîchissement**, mais la relation n'est pas linéaire et des **tailles seuil** au-delà desquelles l'effet n'augmente plus sont mises en évidence.
- **Forme** : les petits parcs allongés de forme irrégulière ont un faible rafraîchissement.

#### Ordres de grandeur

Göteborg en Suède :  $D_{\text{air-max}} = 5,9^{\circ}\text{C}$   
(Konarska et al., 2016)

#### Parc Olympique de Pékin

- Pelouse non irriguée  $D_{\text{air-max}} = 0,15^{\circ}\text{C}$
- Pelouse irriguée  $D_{\text{air-max}} = 0,7 \text{ à } 1,2^{\circ}\text{C}$
- zones arborées  $D_{\text{air-max}} = 4,2^{\circ}\text{C}$

(Amani-Beni et al., 2018)



## LES SOLUTIONS DE RAFFRAICHISSEMENT URBAIN : LES TOITURES VEGETALES

### Au niveau du toit

- **Les toitures extensives**, couvertes de sedum, ont un **faible effet de rafraichissement** par évapotranspiration. Le toit peut même être plus chaud que l'air (stock d'eau dans le substrat limité > évapotranspiration faible et lente).
- **Les toitures intensives**, on un effet de rafraichissement généralement **limité à 1m au dessus du toit**.

### A l'échelle de la ville

La plupart des études concluent que **l'effet sur l'ICU au niveau du piéton est négligeable** quel que soit le climat (Taleghani, 2018) (Susca, 2019)



Intensive green roof (park) on a commercial building, Porto, Portugal  
© European Federation of Green Roof Associations (EFB)



# CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

## Conclusions

- Des méthodes d'étude en construction avec encore peu de méthodes fiables et transférables
- Beaucoup d'études pour évaluer les solutions de rafraichissement à différentes échelles mais leur impact dépend fortement de nombreux facteurs (forme urbaine, climat, matériaux...). Comparaison et généralisation difficile.
- Peu de résultats sur le confort thermique

## Perspectives

- Un besoin d'outils de simulation sérieusement **validés**
- Besoin d'améliorer les moyens de mesure et de **capitaliser des mesures**



Merci pour votre attention

[Marjorie.musy@cerema.fr](mailto:Marjorie.musy@cerema.fr)

