



Sols urbains & nature en ville : clés de voûte des villes résilientes

JEUDI 27 JUIN 2024

Erwan Personne,

Enseignant chercheur
AgroParisTech

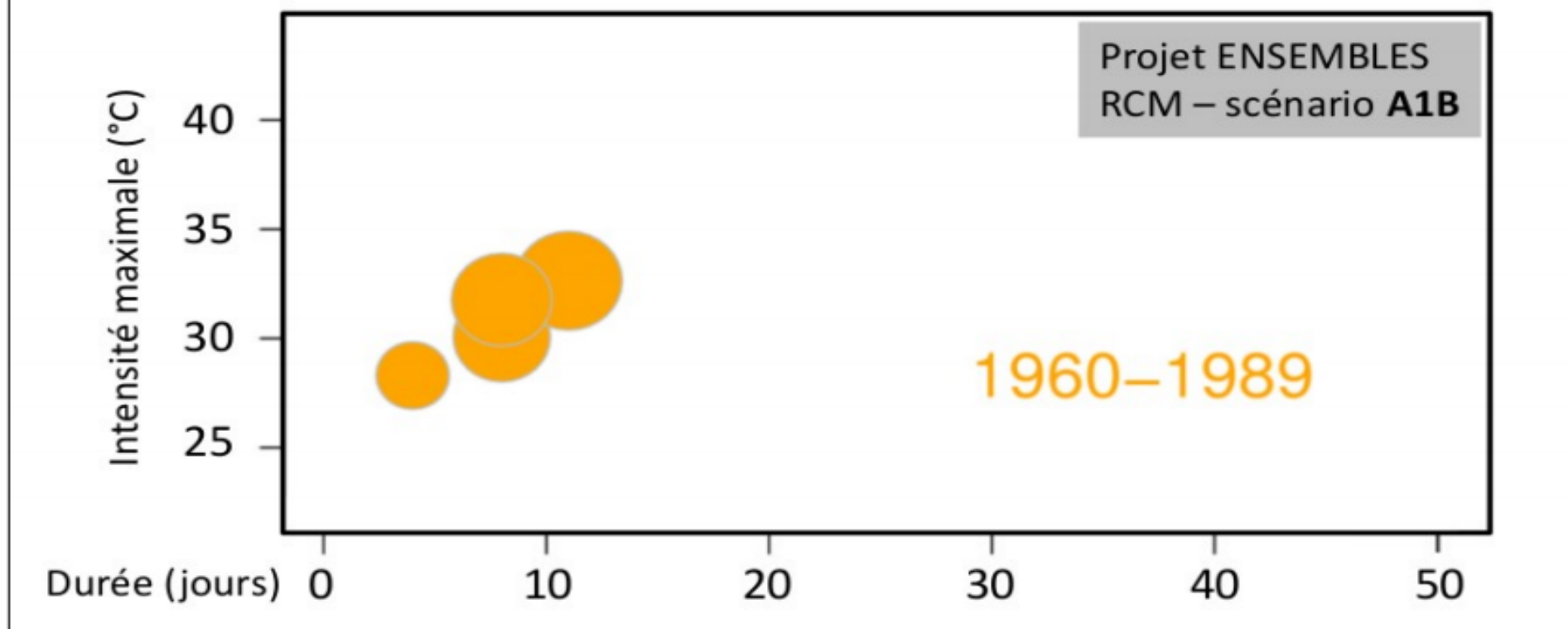
Sols urbains :

Supports de la végétalisation des villes,
au bénéfice du microclimat et qualité de l'air
... et de la Santé !

contexte, avancement, outils en développement



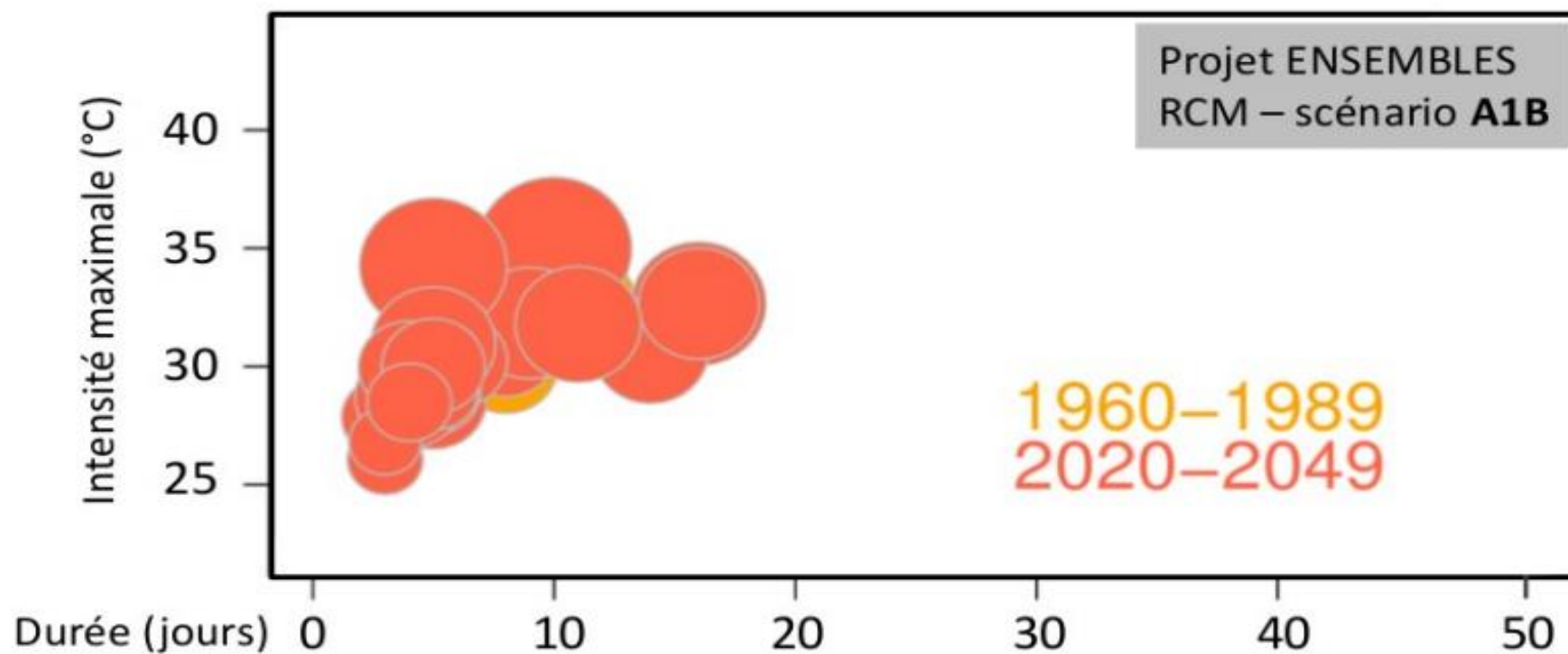
Exemple d'extraction de canicules sur la région parisienne



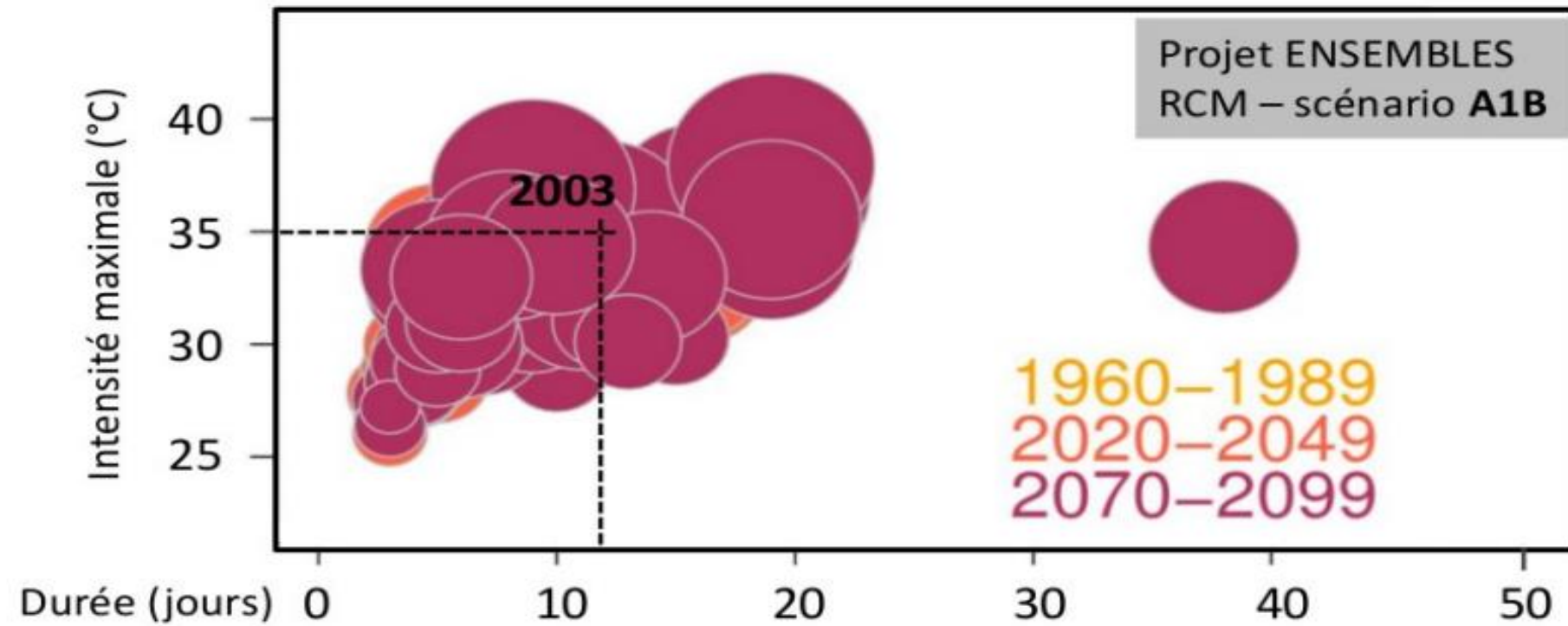
Prédiction par l'analyse d'un grand jeu de projections climatiques issues du projet européen ENSEMBLES

Exemple : RCM Meteo France (ALADIN)
GCM Meteo France (ARPEGE)

Exemple d'extraction de canicules sur la région parisienne



Exemple d'extraction de canicules sur la région parisienne

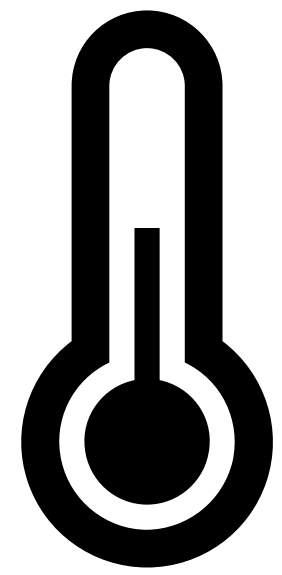
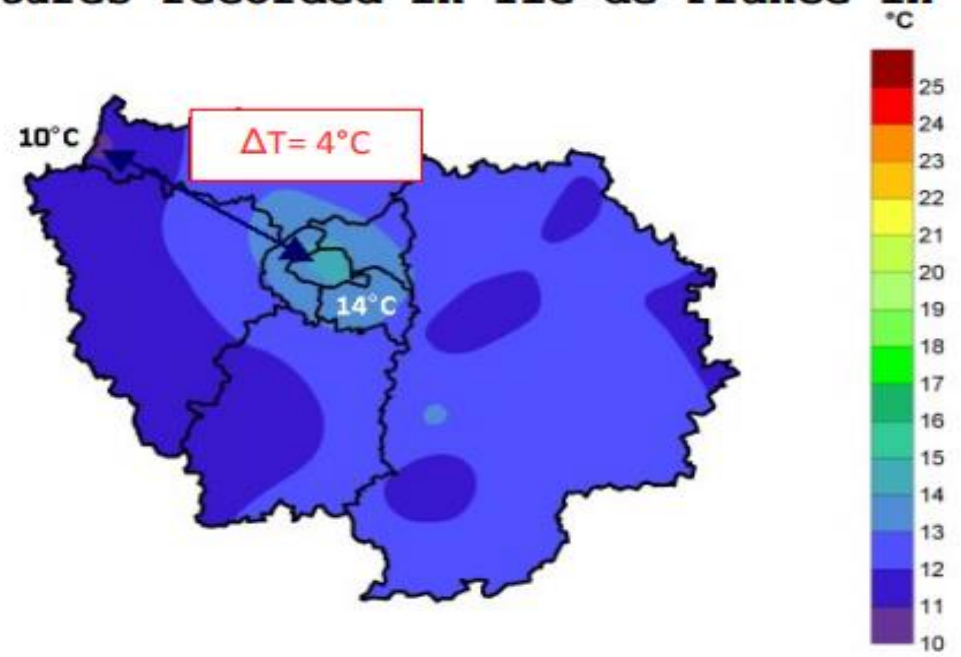


- Augmentation du nombre de canicules

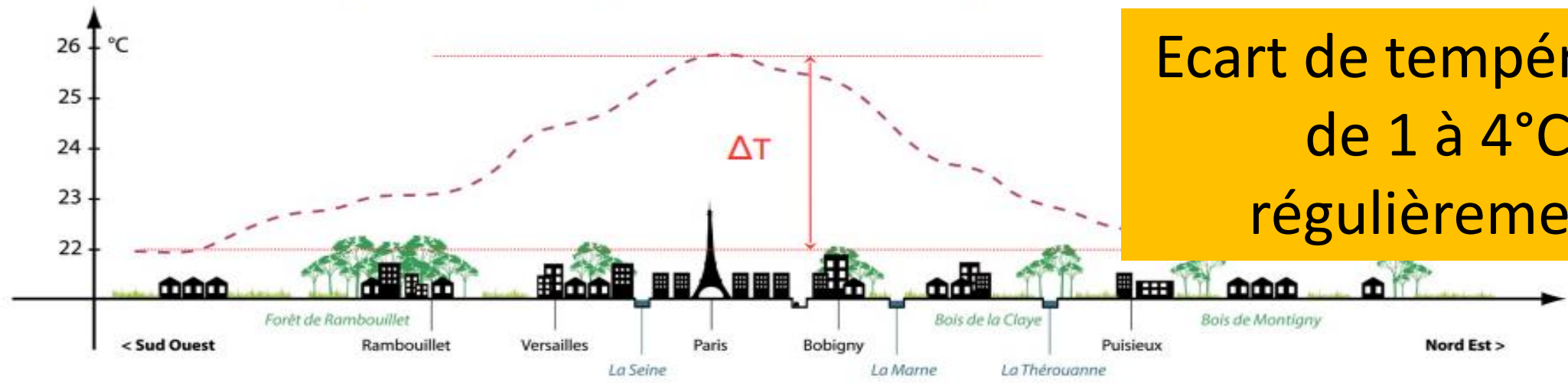
- × **1.4 canicule par an** en moyenne en 2100
- × **11 jours de canicule par an** en moyenne en 2100

Mean night-time temperatures recorded in Ile-de-France in July 2000

Source : Météo France, DIRIC



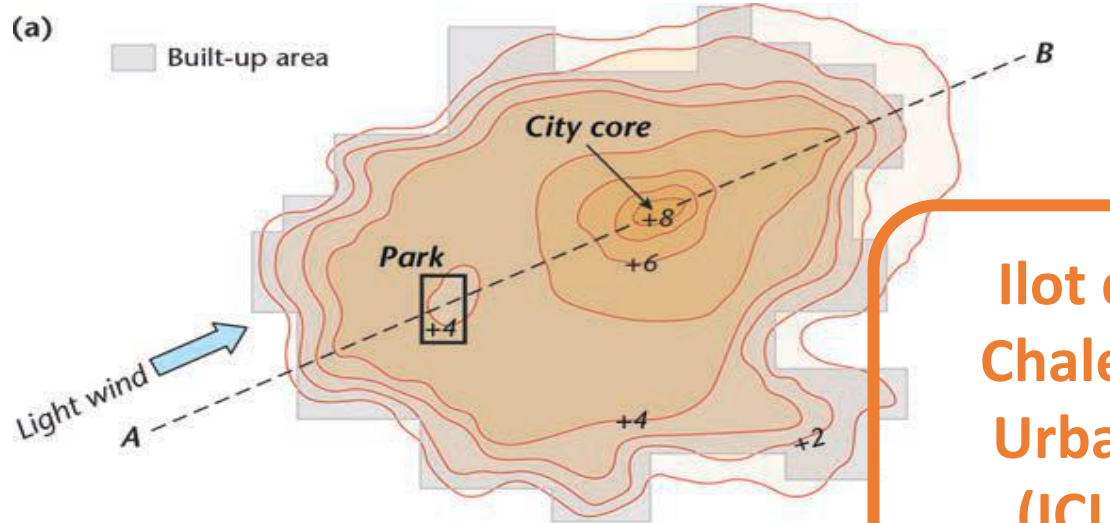
Evolution of night-time temperatures crossing Paris from west to east



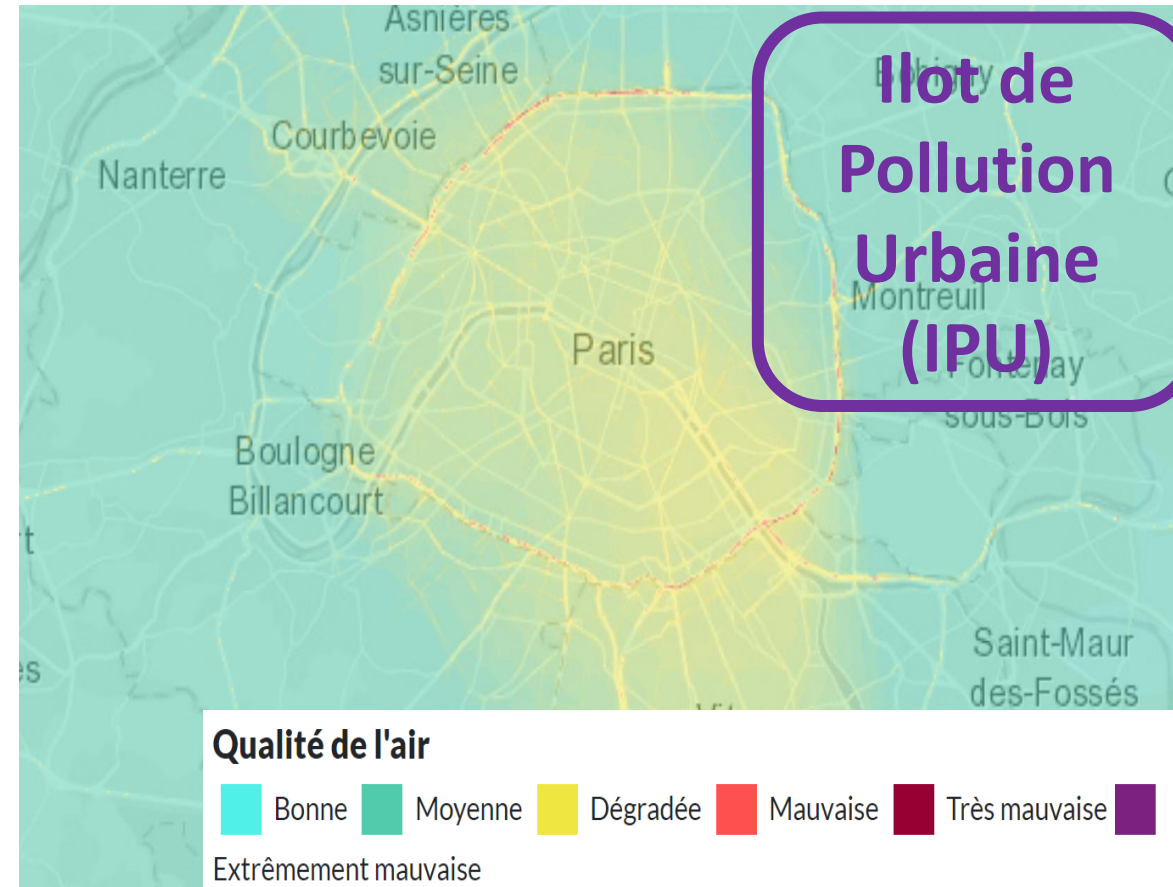
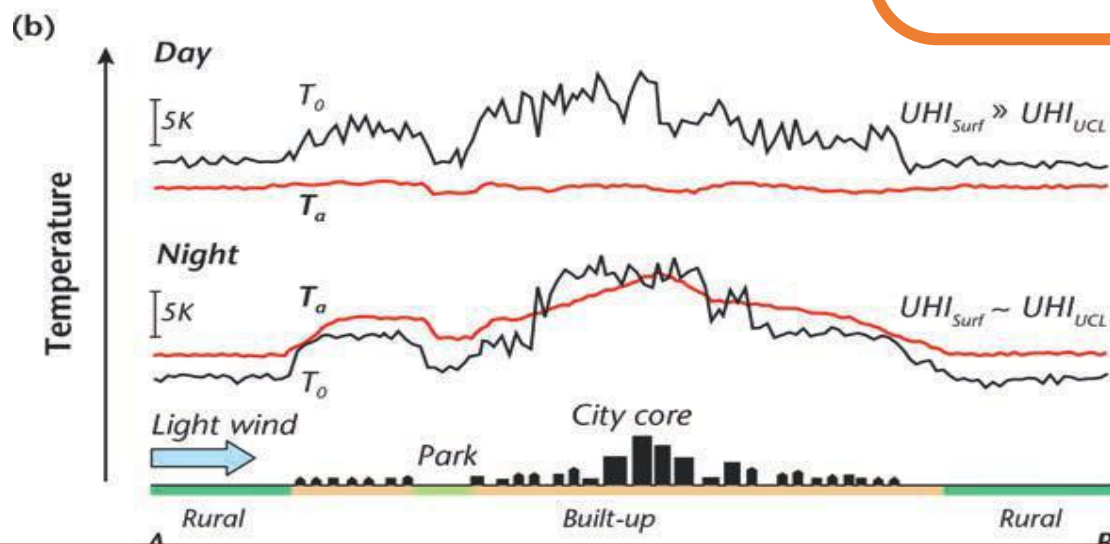
Ecart de température de 1 à 4°C régulièrement



2 altérations propres aux villes : ICU et IPU



**Ilot de
Chaleur
Urbain
(ICU)**

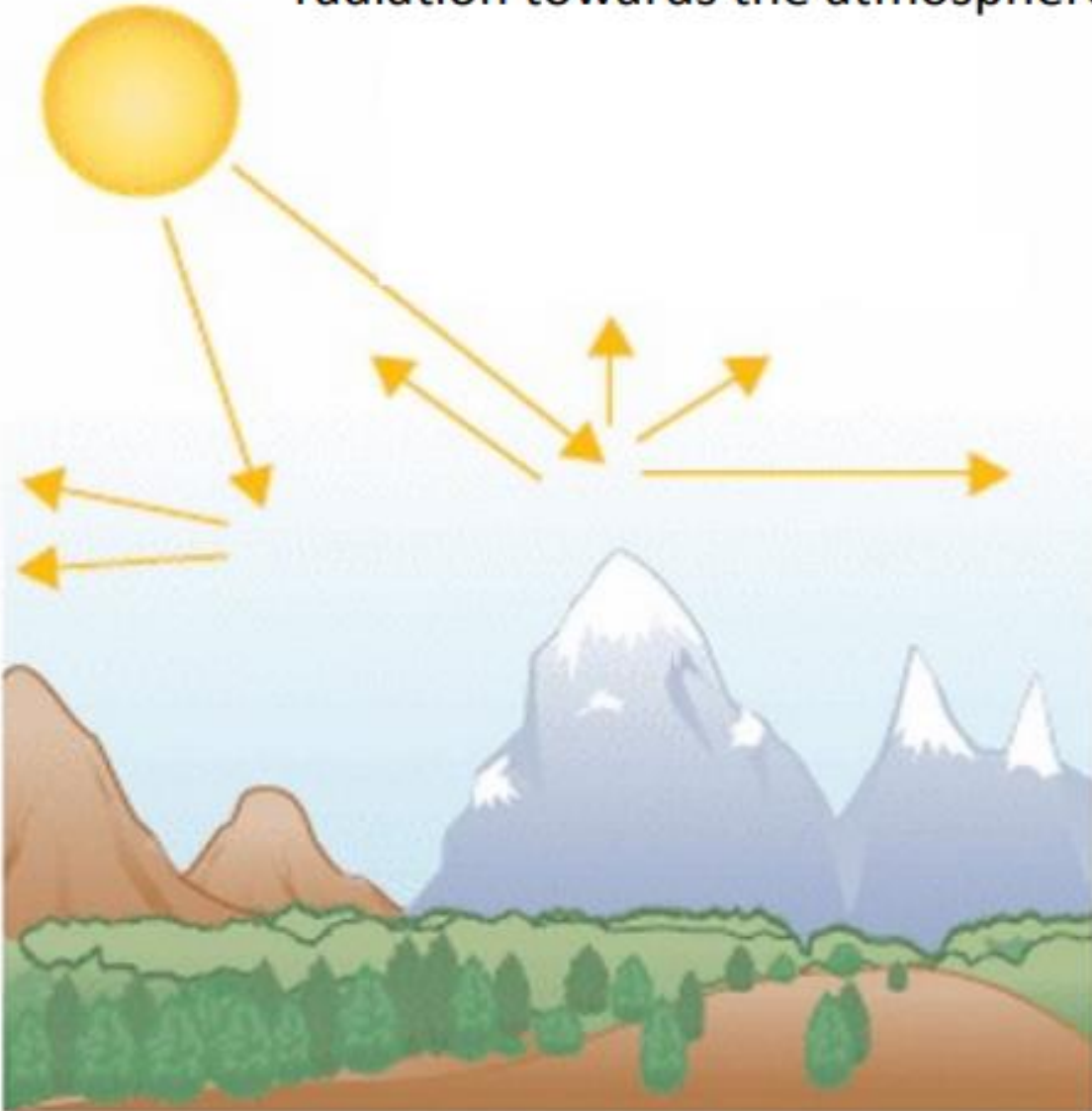


→ Enjeux de confort, énergétique ET de santé publique



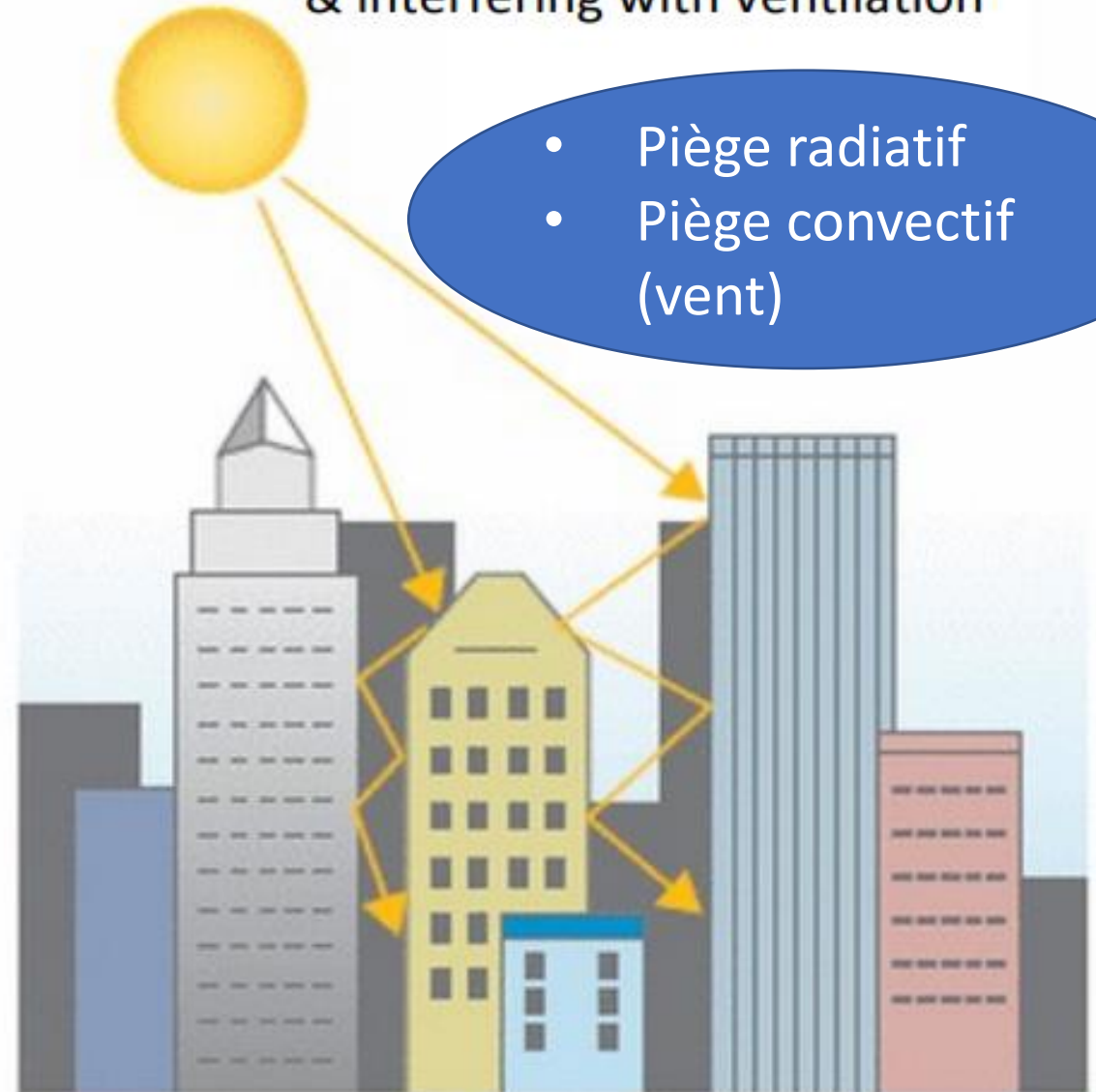
Comment ça
s'explique ?

Open space that reflects solar radiation towards the atmosphere



COUNTRYSIDE

Buildings favouring radiative trapping & interfering with ventilation



CITY

LE JOUR

RAYONNEMENT SOLAIRE

ÉVAPOTRANSPIRATION
PAR LA VÉGÉTATION

CHALEUR ÉMISE
PAR LA SURFACE

CHALEUR ÉMISE
PAR LA SURFACE

CHALEUR DÉGAGÉE PAR
LES ACTIVITÉS HUMAINES



LA NUIT

Stockage
d'énergie et
restitution
par le bâti

CHALEUR ÉMISE
PAR LA SURFACE

CHALEUR DÉGAGÉE PAR
LES ACTIVITÉS HUMAINES

CHALEUR DÉGAGÉE PAR LES MATÉRIAUX
PAR RAYONNEMENT INFRAROUGE



Et même plus localement en ville

ICU Nancy, 02/10, 06h15

Températures d'air

- 6°C - 7°C
- 7°C - 8°C
- 8°C - 9°C
- 9°C - 10°C
- 10°C - 11°C
- 11°C - 12°C
- 12°C - 13°C



Fronts de Recherche Aujourd'hui

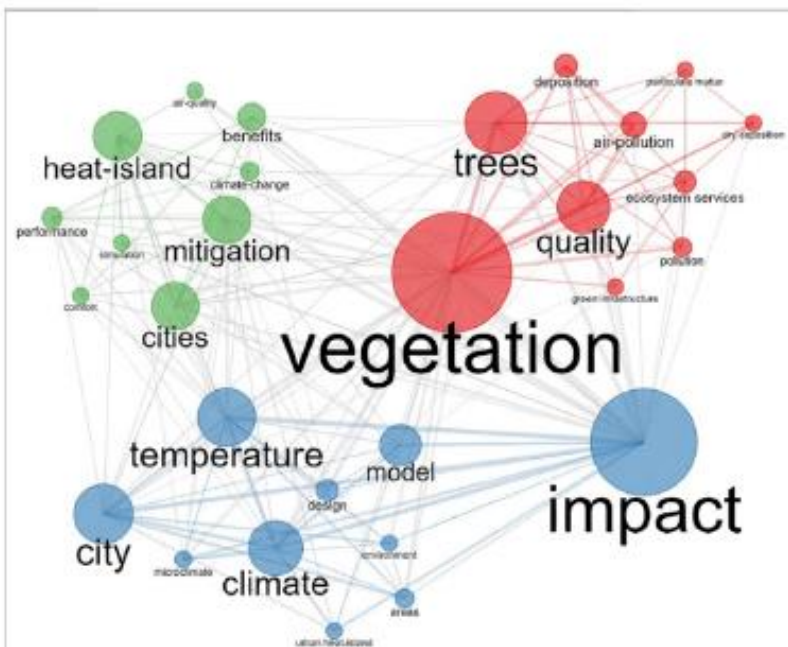


FIGURE 6
Co-word analysis, using Web of Science's "keywords plus" occurrences to map the conceptual structure of the studied set of 506 articles. Size of vertex indicates the number of occurrences; thickness of edge indicates the number of times two words were mentioned together in keyword section.

Ernst, ..., Personne et Stella (2022)

Méthode : Analyse bibliométrique des travaux portant sur le triptyque « Végétalisation/ICU/IPU »

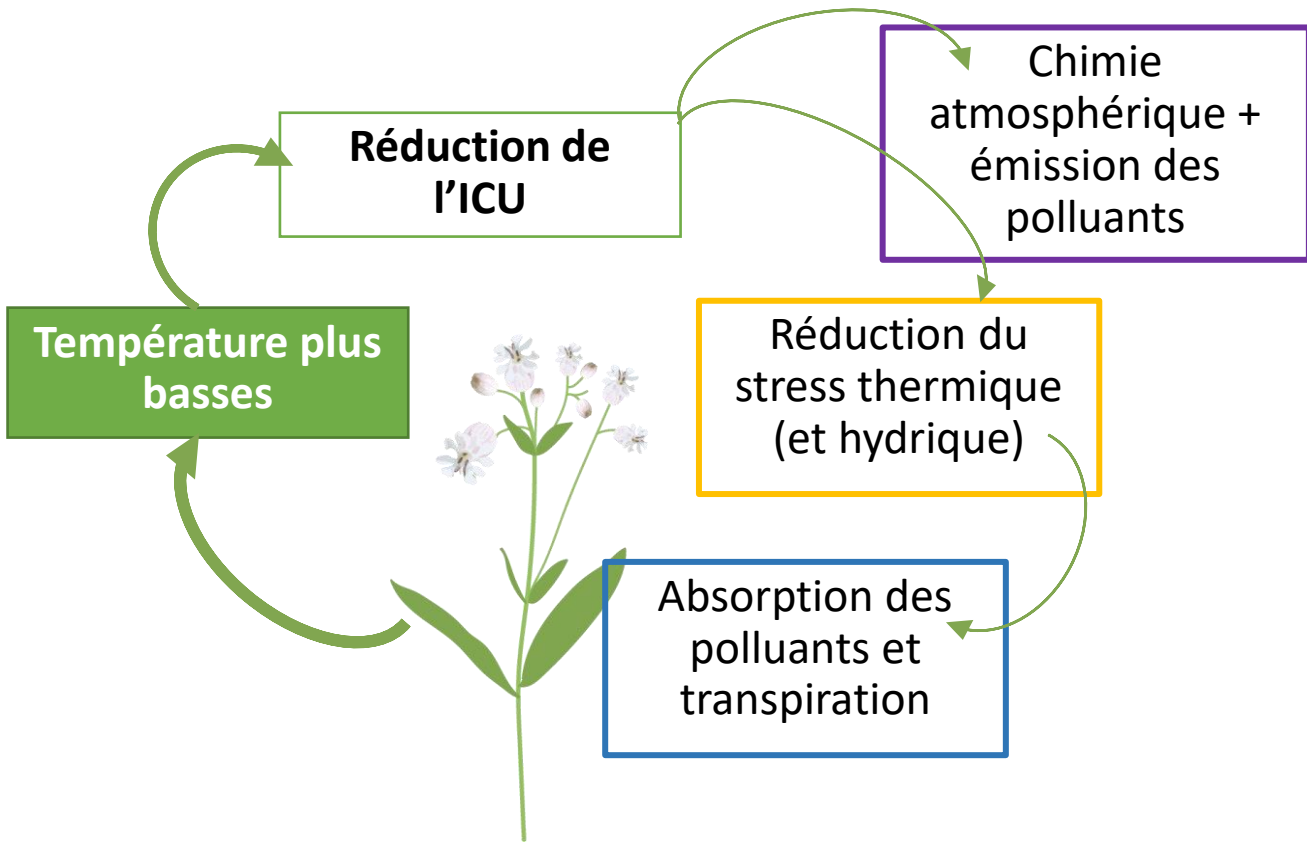
Résultats :

- de nombreux travaux sur l'impact de la végétation sur l'ICU
- de nombreux travaux sur l'impact de la végétation sur l'IPU

**Peu, voire pas d'études sur Végétalisation
et
ICU + IPU**

→ Les effets directs de la végétation sur la qualité de l'air sont traités, mais pas les effets indirects ni (potentiellement) la réaction ICU sur végétation (et donc sur l'absorption des polluants)!

Végétalisation, ICU et IPU



Effets de la végétalisation		
	Direct	Indirect
ICU	- évapotranspiration	- diminution des émissions de chaleur anthropique (isolation et climatisation)
IPU	- absorption des polluants	- réduction de la température (<i>moins de réactions chimiques, moins d'émissions de polluants</i>) - Diminution du stress → favorise l'absorption

→ Influence de l'ICU sur la qualité de l'air

→ La végétalisation réduit ICU et IPU directement et indirectement

Que savons nous « faire » ?

Climat

« Modèle de quartier »

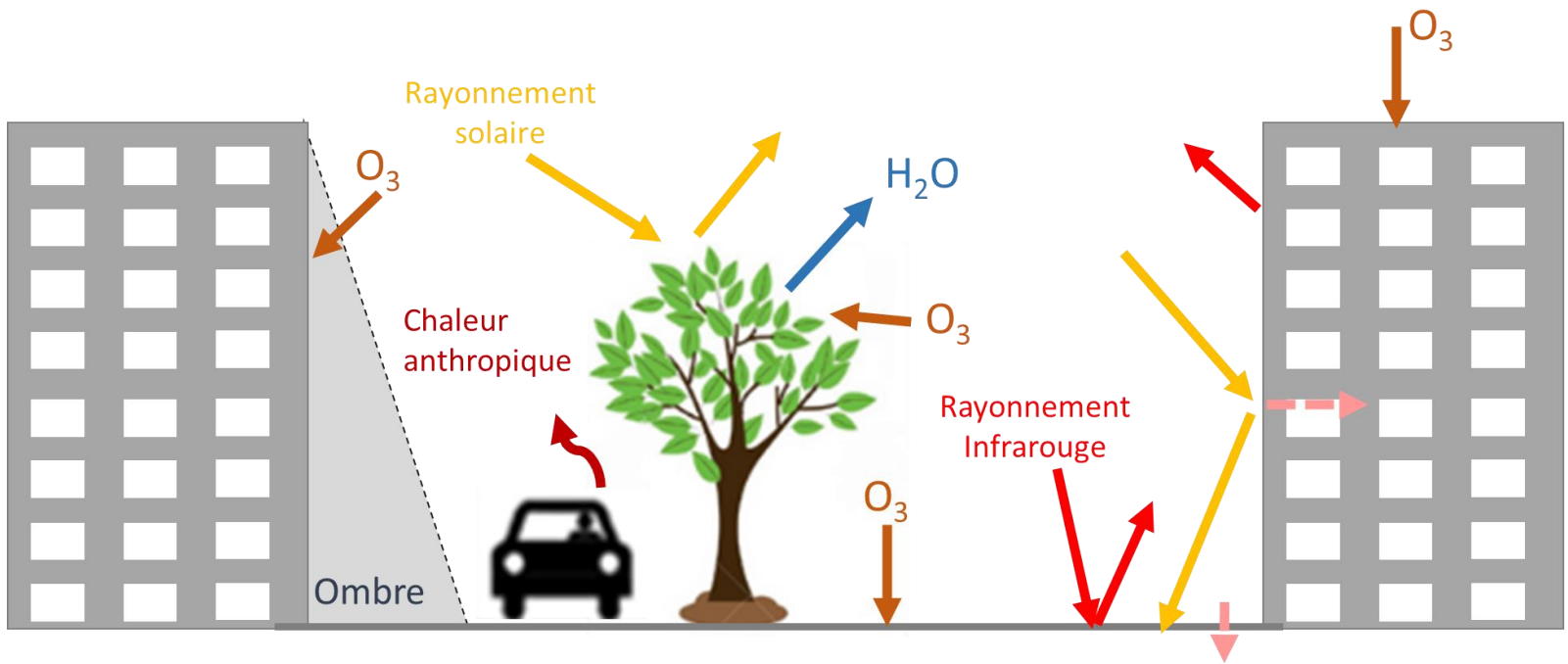
Energie

T°, Hum. air, vent

Polluants

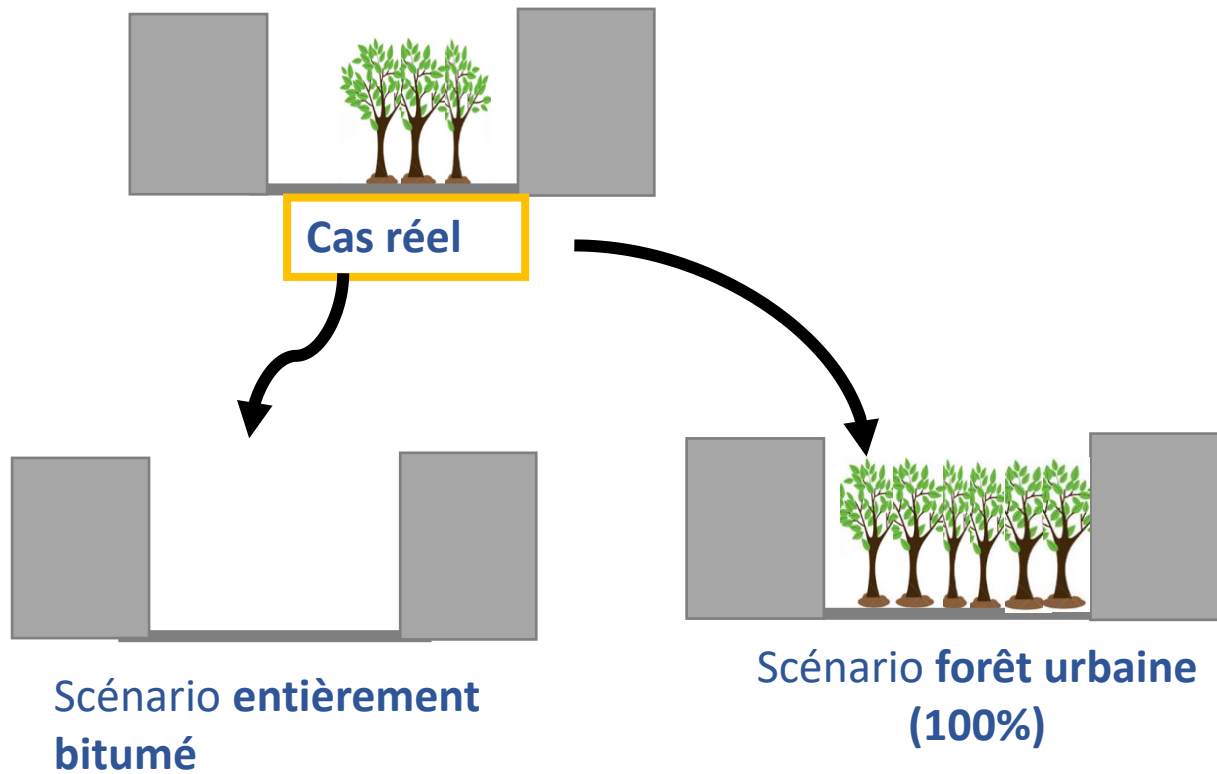
Ozone, particules

Développements soutenus par le Lab Rech. Envir Vinci Paris-Tech, Agroparistech, INRAE – UMR ECOSYS



Exemple 1

Evaluation de l'effet d'atténuation du réchauffement du quartier par la végétation par rapport à un scénario entièrement bitumé

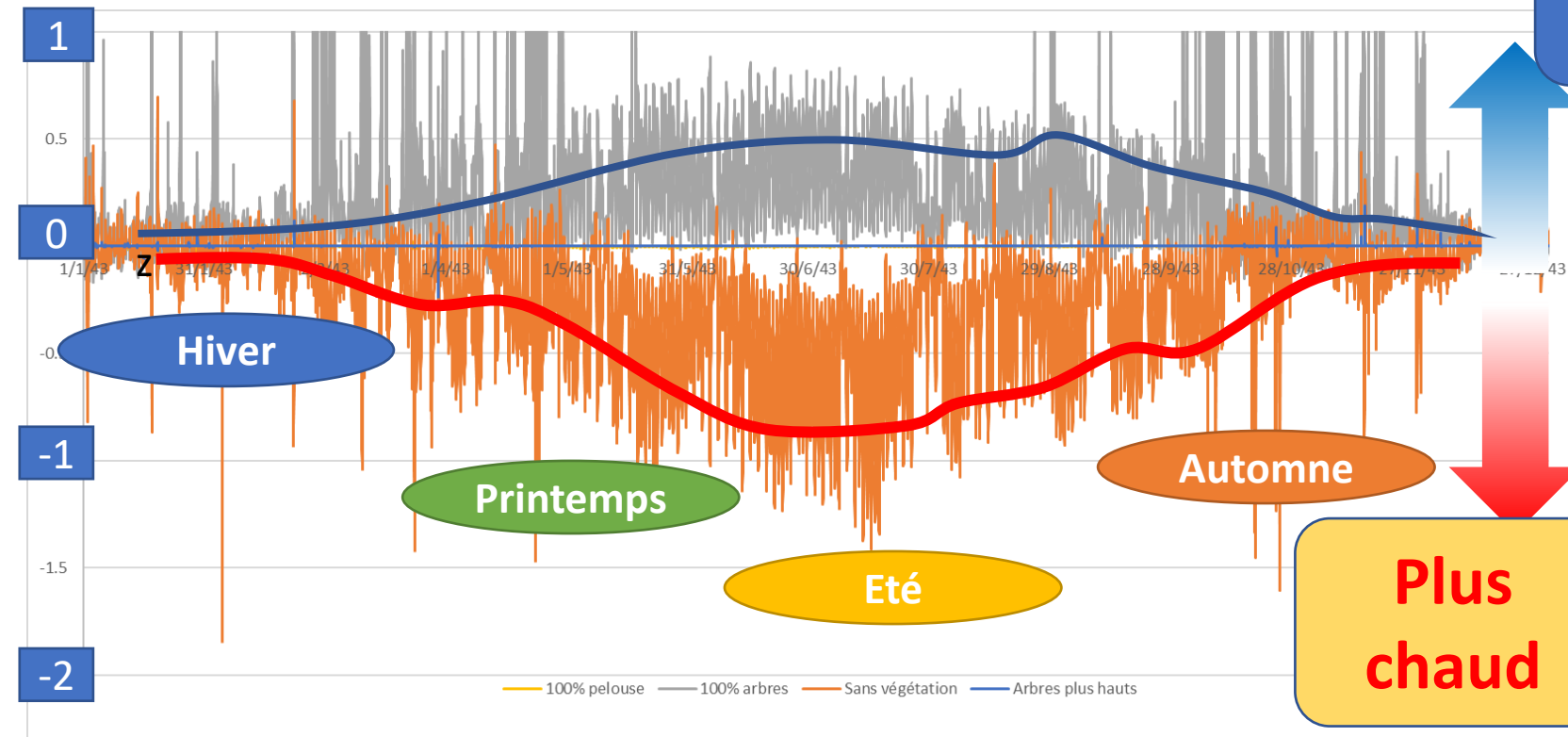


La Noue - Montreuil

Exemple 1

Evaluation de l'effet d'atténuation du réchauffement du quartier par la végétation par rapport à un scénario entièrement bitumé

Différence de T° dans la rue



Plus
frais

Avec 100% de couverture arborée → jusqu'à 0.75°C de moins en été par rapport au cas initial actuel

Plus
chaud

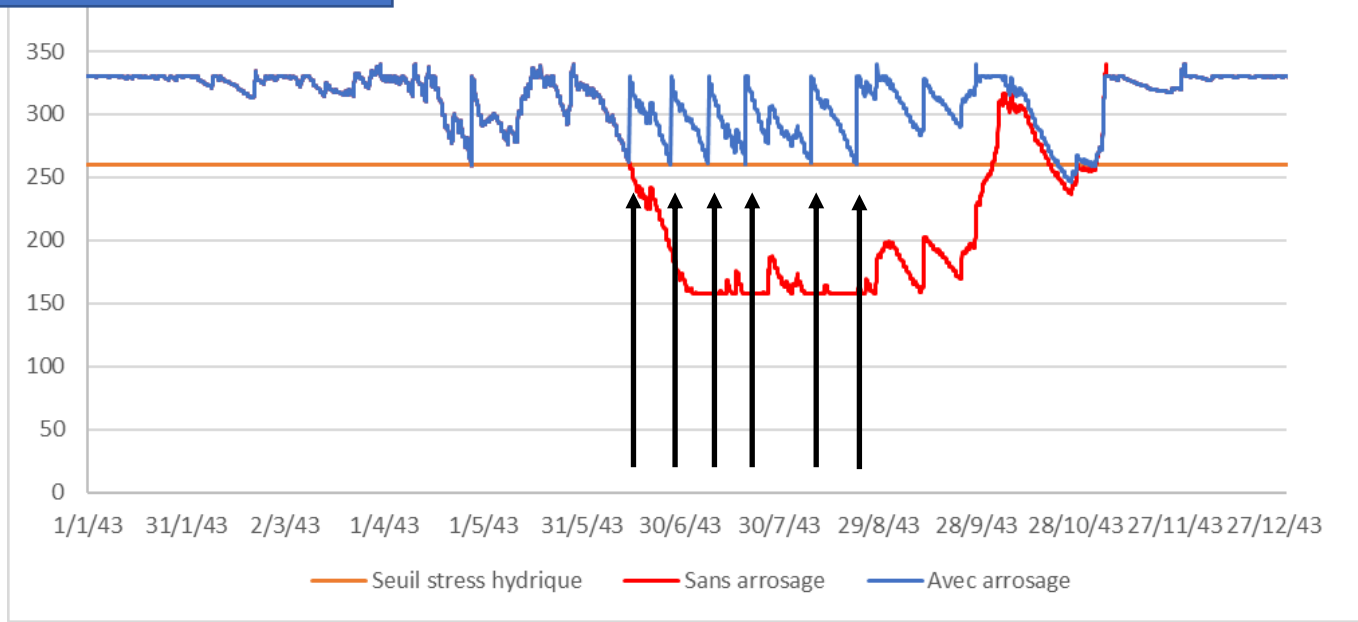
En cas de suppression de la végétation → + chaud jusqu'à 1.4°C par rapport au cas initial actuel

Exemple 1

Evaluation de l'effet d'atténuation du réchauffement du quartier par la végétation par rapport à un scénario entièrement bitumé

Evolution du stock d'eau dans le sol – Scénario 100% arbres

Quantité
Eau dans le sol



Résultats précédents **sous hypothèse d'absence de stress hydrique** → quantification des besoins en eau

A chaque fois que le seuil de stress hydrique est atteint, remplissage de la réserve en eau du sol par irrigation

Ici, 7 épisodes d'irrigation pour un total de 640 mm

@ noter : besoin en eau maximum pour éviter le stress des plantes (pas de prise en compte du ruissellement, on garantit un apport en eau maximum, pour des arbres on conserve l'effet d'ombrage même en stress hydrique, etc...)

Exemple 2

Evaluation de l'effet d'atténuation de la pollution atmosphérique selon le type de végétation

Tests de sensibilités sur l'amélioration de la qualité de l'air concernant l'O₃ grâce à la végétation

(Thèse S. Le Mentec)



Scénario 100% pelouse

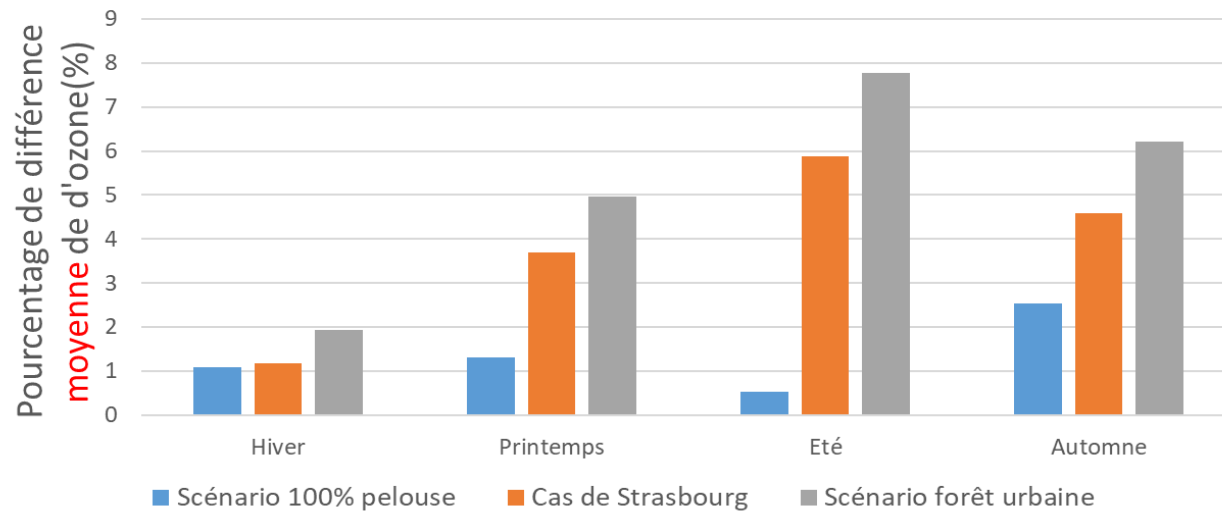


Cas de Strasbourg



Scénario forêt urbaine

Ozone dans le canyon la journée



Augmentation du dépôt d'ozone par la présence de végétation (qqs %) => moins d'ozone

!!! Attention !!!
cela n'intègre pas les interactions chimiques ni les aménagements dans le quartier

Un aspect fondamental : la validation des modèles...

Une nécessité de confronter le modèle aux mesures. Mais des jeux de données rares, voire inexistants... Donc :

- **Acquisitions de mesures de flux de polluants → souvent en recherche de sites (pour installation de mâts et capteurs)**



Végétation --



Végétation +-



Végétation ++

Mesure des flux par EC (+ variables météorologiques) sur 3 sites en // à Paris et petite couronne

Végétation et Santé –
sur quoi a-t-on des consensus ?

La santé telle qu'on la connaît

santé physique

Poids

Fonction cardio-vasculaire (tension artérielle, fréquence cardiaque, etc.)

Système immunitaire

Natalité

Mortalité

Activité physique

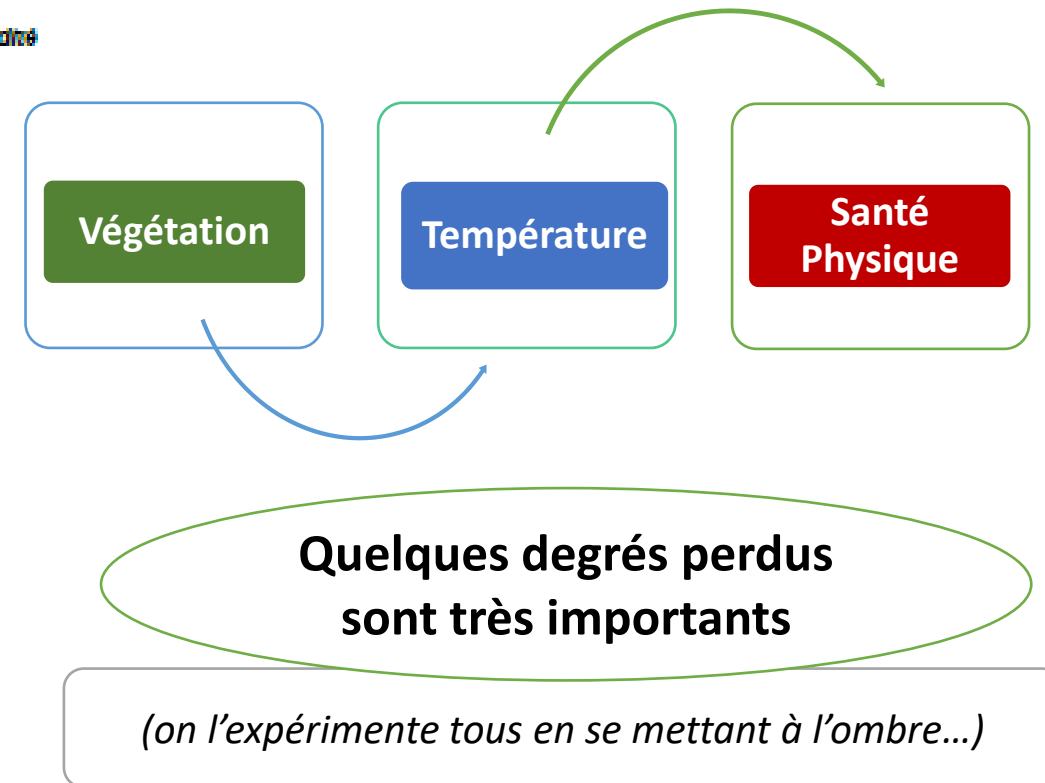
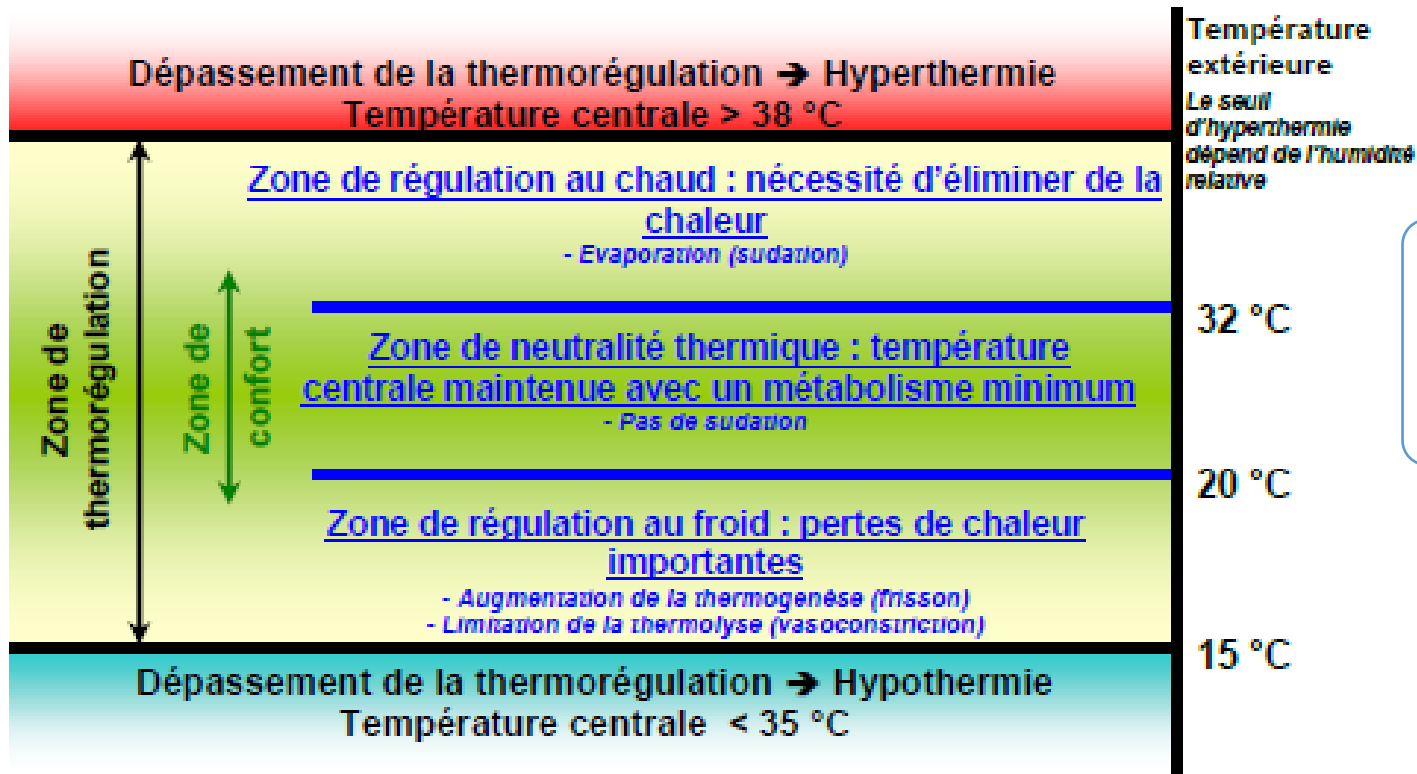


Des liens avec

- **Pollution de l'air et condition respiratoire**
- Exposition aux rayonnements ultraviolets
- **Excès de chaleur et confort thermique**
- Pathologies liées aux **pollens d'arbres et aux Composés Organiques Volatiles (COVs)**



Végétation et Santé – sur quoi a-t-on un consensus ?



Santé sociale

- Cohésion sociale
- Contact social
- Relations sociales
- Soutien social



- Cohésion sociale renforcée par présence de végétation ⇔ sentiment général de connexion avec les autres, de confiance, d'appartenance et d'acceptation
- l'augmentation de la présence d'espaces verts permet de diminuer l'isolation sociale mais n'a pas d'effet sur les contacts sociaux ou le nombre d'amis.
- l'augmentation de la surface d'espaces verts à proximité du domicile de résidents améliore significativement le sentiment d'appartenance à une communauté (*ce qui permet ensuite de diminuer les risques en termes de santé mentale ** effet médiateur*)
- en ce qui concerne le jardinage communautaire, le soutien social est élevé

Santé mentale

Toutes les études trouvent en général un effet bénéfique de la végétation urbaine sur la santé mentale au sens large

- *La détresse mentale semble diminuer avec la distance à un parc urbain ou l'augmentation de la quantité d'espaces verts dans la zone de résidence*
- Ca n'est pas la quantité d'espace vert qui compte mais la qualité (beauté, accessibilité, sécurité)
- Consensus sur le lien entre stress et exposition à la végétation (études également physiologiques / baisse du taux de cortisol)
- L'impact de la végétation urbaine sur la dépression a fait l'objet de nombreuses études, mais la relation entre les deux n'est pas toujours claire ⇔ rôle de l'activité sportive/physique permise par un parc est un facteur souvent confondant
- les preuves semblent suffisantes pour établir un lien entre la quantité d'espaces verts et le bien-être hédonique (plaisir) mais pas pour le bien-être eudémonique (sens de la vie).



Nous suivre

lab-recherche-environnement.org



lab recherche
environnement
VINCI ParisTech



Disponible en librairie