

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



Des initiatives de recherche portant sur la surchauffe urbaine

Webinaire d'échanges

La séance commencera dans quelques instants...

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



Des initiatives de recherche portant sur la surchauffe urbaine

Webinaire d'échanges

Youssef Diab

Professeur des Universités, Université Gustave Eiffel

Directeur Scientifique PN ISSU



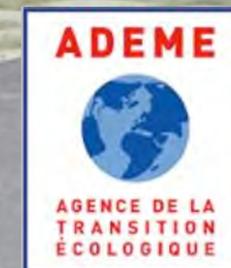
Projets	Intervenants
1. Cool-Street	Marjorie Musy (Cerema)
2. Sweat-City	Christian La Borderie (ISA BTP, Université de Pau)
3. Time2Adapt	François Lescaux (Métropole Européenne de Lille), Corentin Ryckelynck (Cerema)
4. TIR4sTREEt	Tania Landes (INSA Strasbourg)
5. PN ISSU	Isabelle Dubois-Brugger (Lafarge Holcim)
Questions / Echanges / Discussions	Participants du webinaire
Conclusion	Marc Meyer (Cerema)



COOL-STREET. ETABLIR DES CONNAISSANCES SUR L'EFFICACITÉ DE 5 SOLUTIONS DE RAFRAÎCHISSEMENT URBAIN DANS LE CAS DES RUES

Projet financé par l'Ademe PACT2e : 2024-2027

Marjorie Musy – Cerema – Equipe BPE



SOMMAIRE

1. Partenariat
2. Verrous scientifiques étudiés ?
3. Objectifs et méthodologie
4. Solutions étudiées
5. Transfert



1 - Partenariat



Marjorie MUSY
Auline RODLER
Xenia LAFFAILLE



Sophie HERPIN



Martin HENDEL
Sophie PARISON
Maïlys CHANIAL
Stéphane LAPORTE



Stéphanie VALLERENT
Merveil MUANDA LUTETE



Isabelle DUBOIS-BRUGGER
Hafsa RAHOUI



2 – Verrous

Il n'y a pas de protocole pour comparer différentes solutions avec la même méthodologie, dans un même environnement et pour mesurer leur efficacité au regard de plusieurs indicateurs climatiques (températures d'air, des surfaces, humidité, indicateurs de confort) de manière à avoir une base commune de résultats.

La validité des outils de simulation microclimatique pour l'évaluation des différentes solutions de rafraîchissement n'est pas prouvée. Pour avancer sur ce point, il est nécessaire de disposer de données pour chacune d'elles dans des environnements suffisamment maîtrisés, mais cependant représentatifs de sites urbains.

A l'heure actuelle, il n'existe pas d'outil réellement utilisable dans une pratique opérationnelle pour dimensionner et évaluer une solution de rafraîchissement, même dans une configuration simple comme celle de la rue.

3 – Objectifs et méthodologie



OBJECTIFS

- **Etablir des connaissances sur l'efficacité de 5 solutions de rafraîchissement urbain** dans le cas des **rues**
- **Evaluer la performance d'outils de simulation** dans des configurations de **rues** pour ces 5 solutions de rafraîchissement étudiées
- **Proposer un outil simplifié d'évaluation** de ces solutions de rafraîchissement à l'échelle de la **rue**.
- **Proposer un protocole** basé sur le **dispositif** expérimental de **Sense-City** pour **tester et comparer de nouveaux dispositifs de rafraîchissement**.

MÉTHODOLOGIE

TO : Coordination et diffusion (Cerema)

- Coordination
- Gestion des données
- Communication et diffusion

T1 : Campagnes expérimentales (UGE)

- Caractérisation de la rue
- Mise en place des protocoles
- Mesures été 1
- Mesures été 2

T2 : Modélisation (Cerema)

- Evaluation des modèles existants
- Sélection d'un ou plusieurs modèles

T4 : Lois et Modèle de conception (Ingérop)

- Création de métamodèles
- Rédaction d'un guide intégrant les références
- Protocole Sense-City

T3 : Analyse de sensibilité et base de références (Cerema)

- Analyse de sensibilité
- Création d'une base de références

METHODOLOGIE



Utilisation de la rue expérimentale Sense-City

Logiciels :

- Envi-met

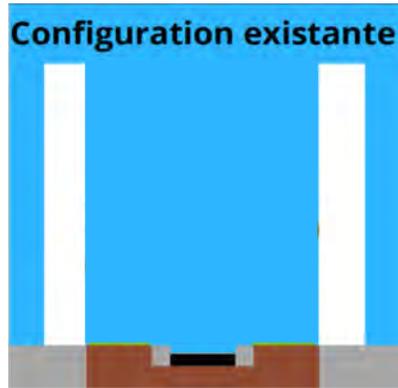


- UMEP

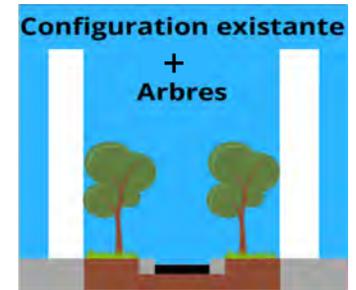


- SOLENE-Microclimat
(Version Cerema)

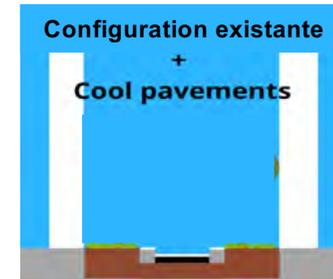




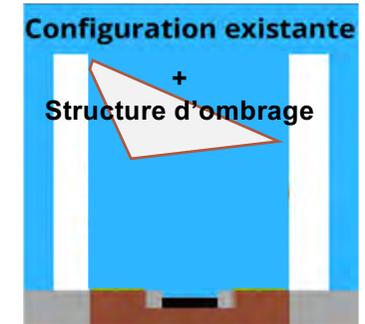
- Arbres



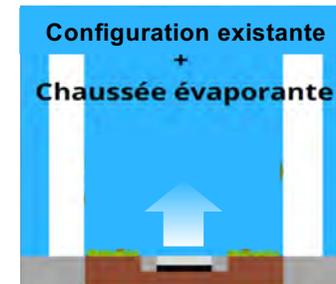
- Sols clairs



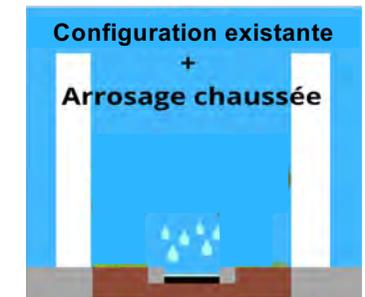
- Structures d'ombrage



- Pavés évaporants



- Arrosage



4 – Solutions étudiées



5 – Transfert

Les résultats attendus sont :

- Des bases de données expérimentales
- Des recommandations à l'adresse des professionnels par rapport aux solutions
- Un outil d'aide à la conception en open access
- Un protocole expérimental pour Sense-City

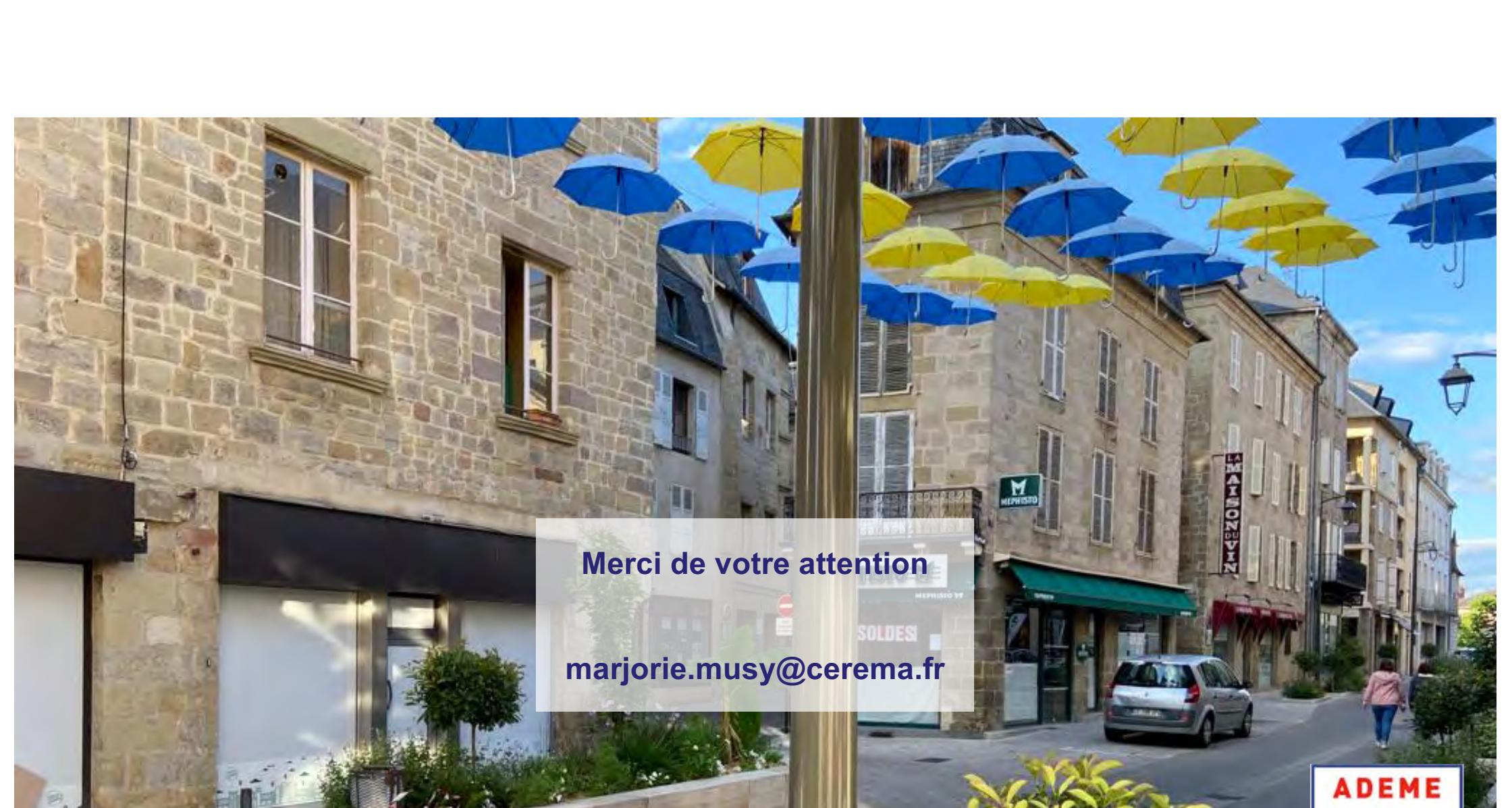
Bénéficiaires

Chercheurs

Concepteurs

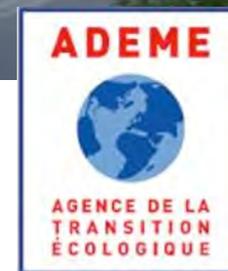
Sense-City

Producteurs
de nouvelles
solutions



Merci de votre attention

marjorie.musy@cerema.fr



Des questions ?

Programme ANR SWEAT City

Simulation of **W**ater **E**vaporation within **A**rtificial
ground for **T**hermo-regulation in the **C**ity



Chiffres clefs

Enthalpie de vaporisation de l'eau $\approx 2400 \text{ kJ/kg}$

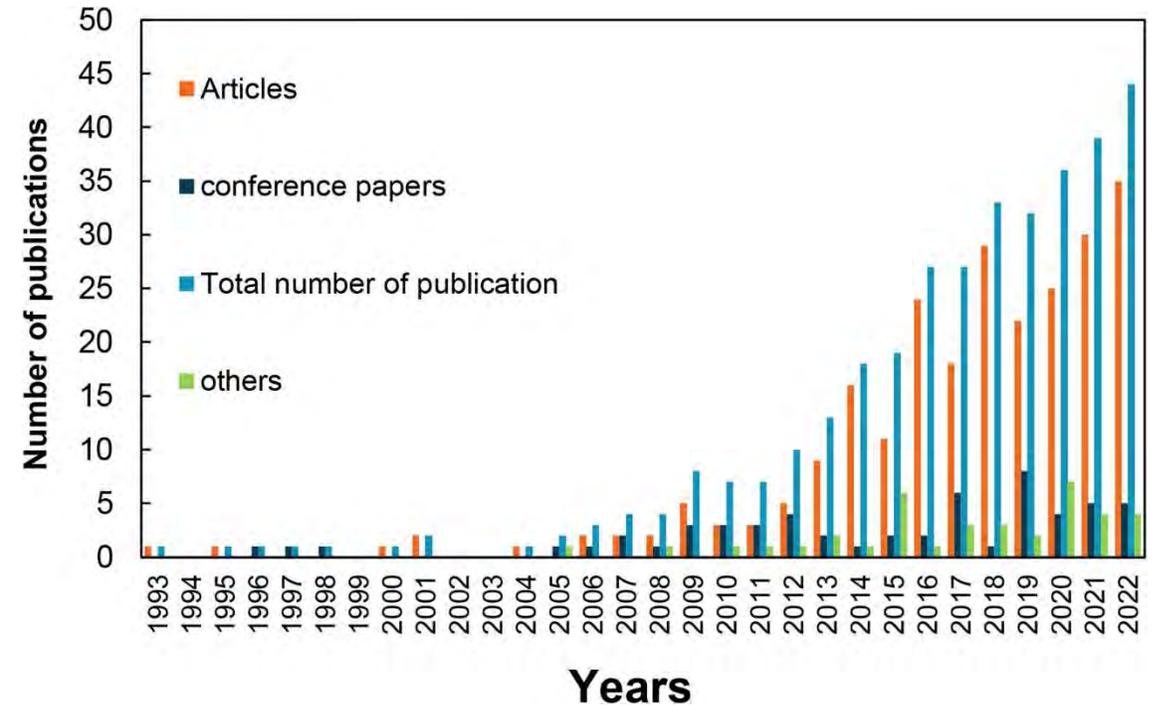
- 500 mm/m^2 < Pluviométrie observée en France < 2000 mm/m^2
- $1,2 \text{ MJ/m}^2$ < H_{vap} pour 100% de l'eau pluviale < $4,8 \text{ MJ/m}^2$
- $3,6 \text{ MJ/m}^2$ < Énergie solaire annuelle < $7,2 \text{ MJ/m}^2$

16% < H_{vap}/W_{sol} < 133%



Motivations

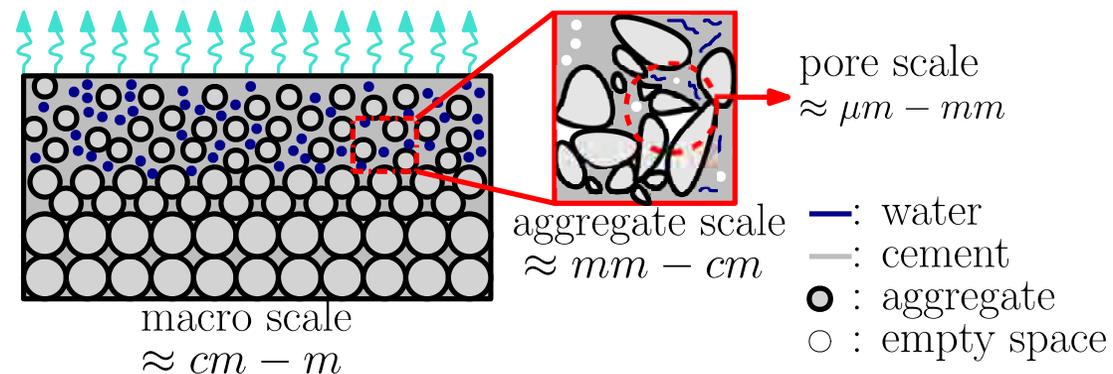
- ▶ Créer un sol artificiel qui soit capable de se comporter comme un sol naturel
 - Perméabilité
 - Stockage de l'eau pendant les périodes pluvieuses
 - Restitution de l'eau par évaporation en périodes chaudes



- Beaucoup de publications sur des expériences, certaines contradictoires
- Très peu de publications sur la modélisation simulation numérique

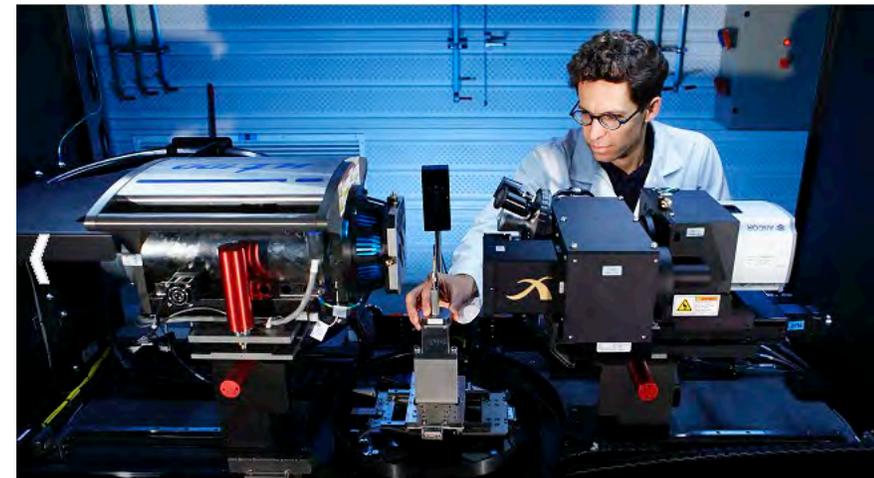
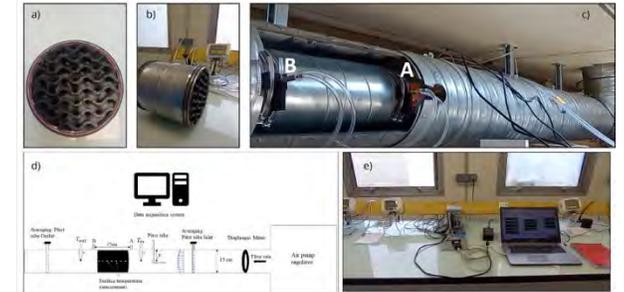
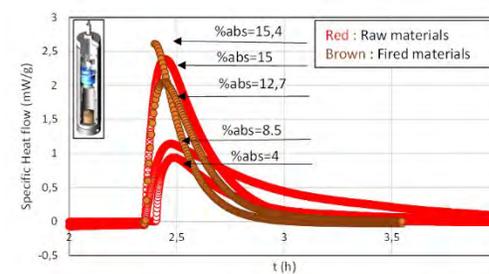
Echelles de modélisation

- ▶ Les matériaux de construction possèdent de nombreuses échelles intervenant dans les phénomènes physiques allant du pore (μm) à la taille du VER (10cm)
- ▶ Des changements d'échelle sont obligatoires.
- ▶ Les petites échelles gouvernent les phénomènes physiques



WP1 Caractérisation à la petite échelle [t0 → t0 + 12]

- Choix des matériaux : matériau modèle (3D print, capillaires), pâtes de ciment bas carbone, argiles stabilisées
- Cinétique d'imbibition (LT-Calvet Calorimeter)
- Cinétique de séchage en convection forcée (wind tunnel)
- Analyse imbibition séchage en μ CT



WP2 : Simulation TH couplée à la petite échelle

[t0 + 6 → t0 + 18]

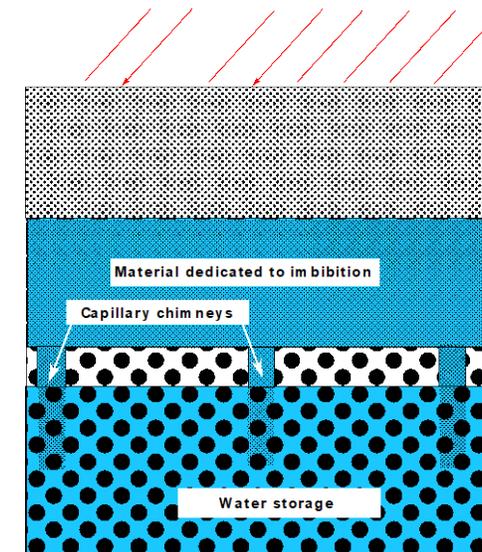
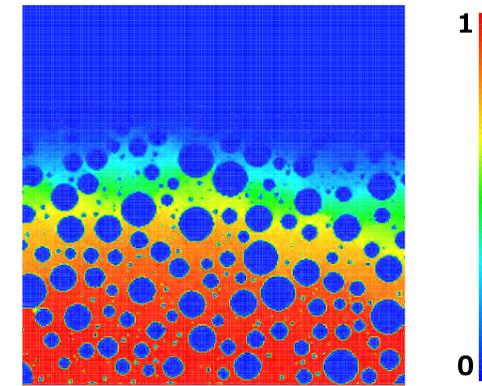
- ▶ Développement du modèle LBM et validation sur matériaux modèles
- ▶ Étude de l'interface entre matériaux
- ▶ Simulation des expériences μ CT → modèle petite échelle



WP3 : simulation à l'échelle macro

[$t_0 + 18 \rightarrow t_0 + 30$]

- ▶ Intégration du modèle LBM dans modélisation macroscopique homogène
- ▶ Modélisation des hétérogénéités
- ▶ Simulation de scénarios imbibition/séchage sur matériaux choisis
- ▶ Simulation de systèmes multimatériaux



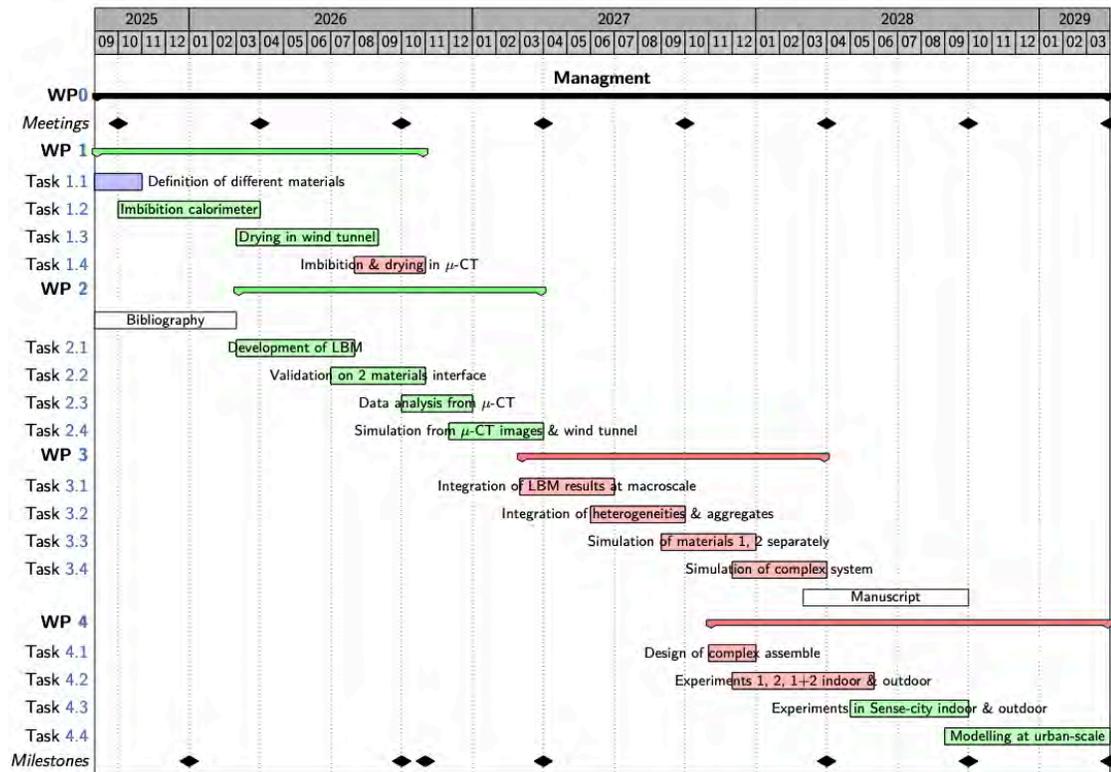
WP4 : Du matériau à la rue



- ▶ Conception d'un complexe optimisé
- ▶ Expérimentation en laboratoire des phases imbibition-séchage
- ▶ Expérimentations à grande échelle dans Sense City



Planning, consortium



- ▶ UGE Cosys
 - Romain Noël
 - Stéphane Laporte
 - Julien Waytens
 - Yan Ulanowski
- ▶ UGE MAST
 - Mohamed Belkoktar
 - Florian Huchet
 - Lauredan le Guen
- ▶ UPPA
 - Christian la Borderie
 - Olivier Maurel
 - Céline Bascouless

2 années de Post doc
1 Doctorat

Interactions avec le PN

- ▶ Définition des matériaux (Besoin urgent)
 - Matériau standard pour pavés ou revêtement piéton
 - Matériau bas carbone
- ▶ Besoin d'un partenaire pour les expérimentations Sense city
 - Fabrication des dalles/pavés (3mx3m)

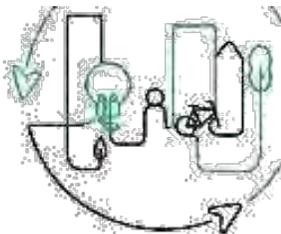


Des questions ?

Time2Adapt



Groupe A - Coopérative culturelle



TIME2ADAPT

Temporal Innovative Measures and Experimentations to Adapt our cities

Aspects originaux et innovants

- **L'approche temporelle**, peu courante dans les politiques publiques : le temps est utilisé comme clé d'adaptation
- Une **combinaison de solutions** habituellement proposées indépendamment les unes des autres
- Une candidature portée à **l'échelle de la métropole**, composée de communes de tailles et de moyens variés
- Des solutions basées avant tout sur **l'adaptation de l'existant** pour maximiser l'impact à moindre coût
- Une **évaluation embarquée** avec deuxième **phase d'approfondissement des expérimentations**, intégrée au processus (2^{ème} phase prévue en année 3 de mise en œuvre)





Une combinaison de solutions temporelles apportées aux habitants en période de fortes chaleurs

L'innovation dans les expérimentations et les modes de gestion

Un projet partenarial riche associant des experts et des collectivités

Une démarche participative à toutes les étapes

Une volonté de capitaliser et de diffuser largement les expérimentations (pendant et après le projet)

Les politiques temporelles, c'est quoi ?

- Réduire l'impact des temps contraints
- Améliorer l'articulation des temps de vie
- Participer à la structuration d'un rythme de territoire qui convienne à tous
- Optimiser les ressources



Champs d'action :

- Les horaires des services et des commerces
- L'organisation du travail
- La logique d'usage



Les politiques temporelles : mode d'action = l'expérimentation

Diagnostiquer

Concerter

Expérimenter

Evaluer

Faire
autrement

Travailler en
transversalité

Time2Adapt : premières expérimentations en 2024



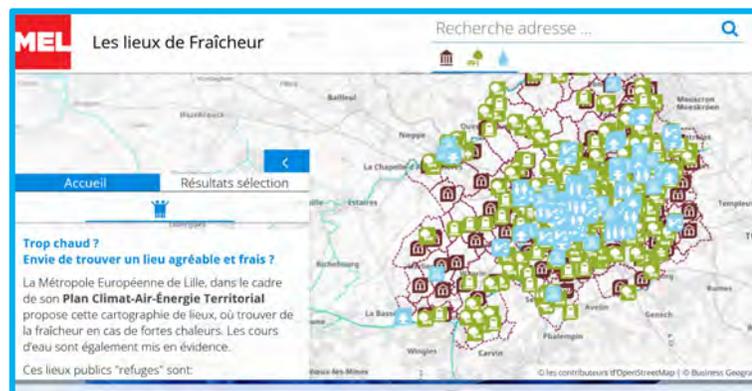
- **Page Internet regroupant les horaires de l'ensemble des piscines de la métropole**
- Mise à jour de **la carte des lieux frais**
- **Ouverture de 4 cours d'écoles** (2 à Lille et 2 à Loos)
- Première réalisation de **meubler co-construit** avec la population (Maison Folie Moulins)
- **Travaux** dans 2 cours d'école (Loos) et aménagement du site des Pyramides (Lille)



Time2Adapt : projets pour l'été 2025



- **Optimisation des horaires d'ouverture** de lieux frais (piscines, parcs, cimetières, atrium du Palais des Beaux-arts)
- Ouverture de **6 cours d'école** (et réflexion sur l'adaptation aux fortes chaleurs)
- Création de **3 œuvres d'art**, de **5 installations temporaires** et d'une **signalétique artistique**
- Lancement de la version 1 de la **carte des lieux frais** (collaborative, participative,...)



Des questions ?

INSA

INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
STRASBOURG

Webinaire sur la Surchauffe Urbaine – 27/03/2025

Le projet TIR4sTREEt*

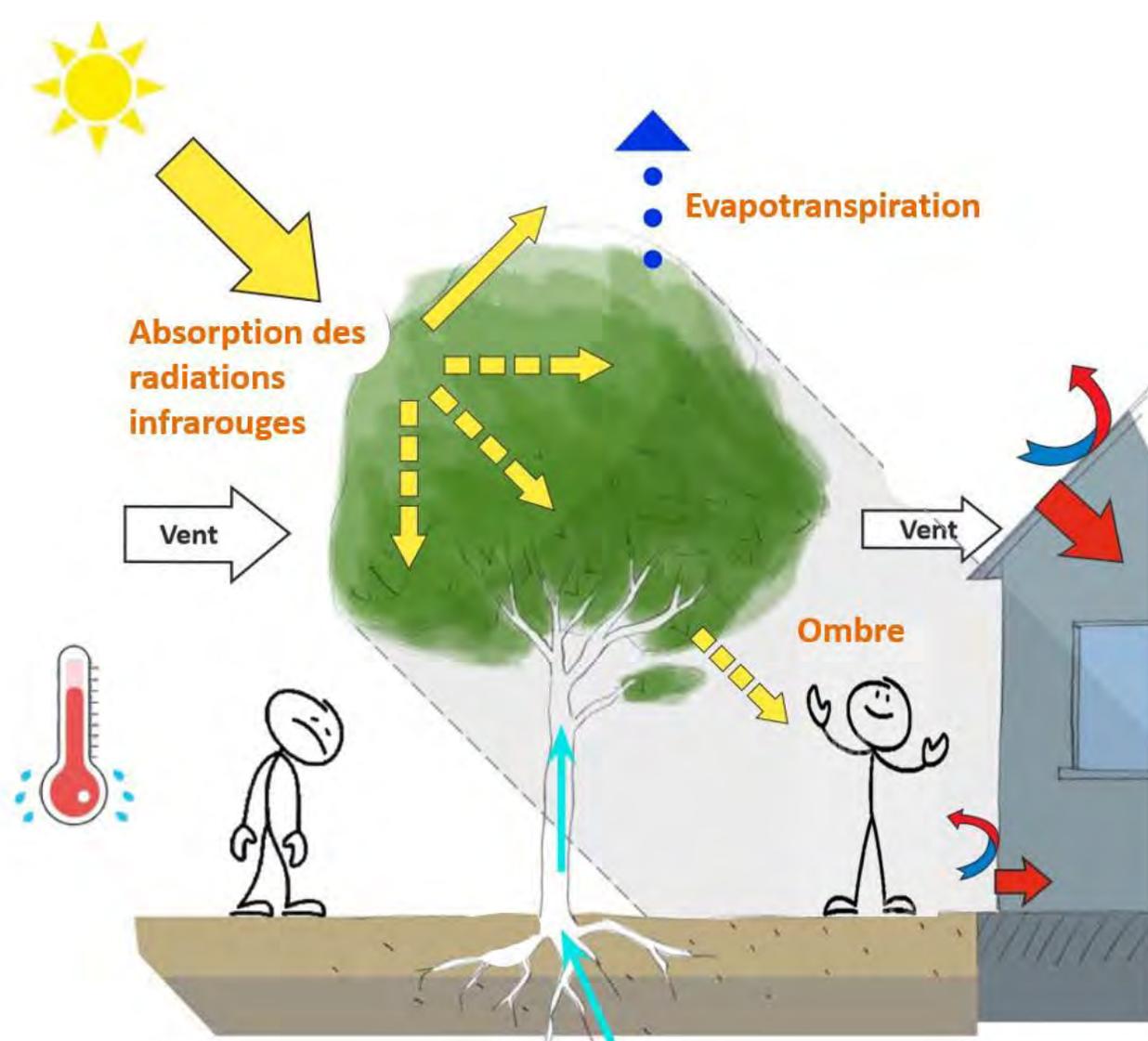
**Thermal InfraRed for Street TREES*



Tania LANDES et al. , Professeure des universités, INSA Strasbourg, spécialité Topographie

Avec H. MACHER, P. KASTENDEUCH, G. NAJJAR, F. NERRY, J. GANGLOFF, L. CUVILLON, S. DURAND, A. LALLEMENT, D. BONAL, N. BREDA,
M. SAUDREAU, T. AMEGLIO, C. SERRE, C. BASTIANELLI, P. SLISSE, V. LECOMTE, P. COLOT, P. LAILLE [13/03/2025]

Pouvoir rafraichissant des arbres



Rayonnement net :
Rayonnement solaire  

Rayonnement infrarouge 

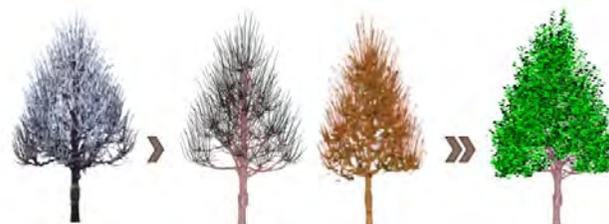
Transfert de chaleur par :
Conduction thermique dans les matériaux 
Convection entre une surface et l'air en contact 

Evapotranspiration : 



Contexte

ANR COOLTREES (2017-2021) :
modélisations à l'échelle d'un **parc urbain**



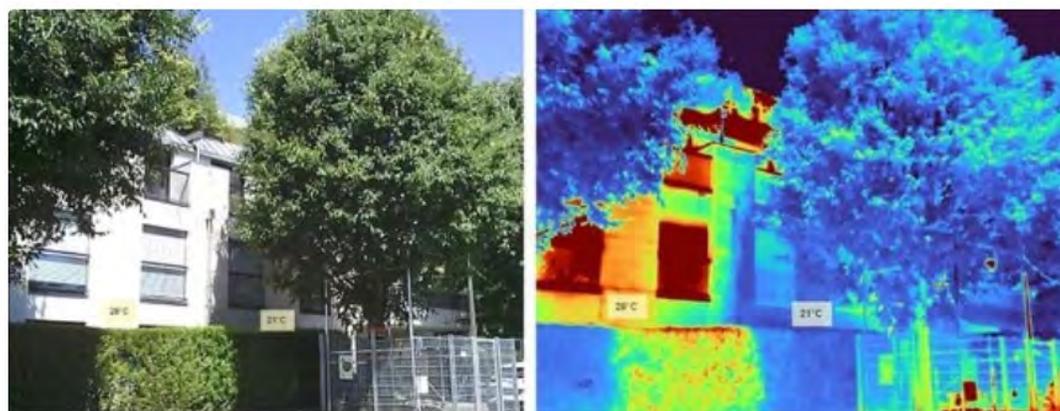
Thèse Bournez, 2018



Photo du parc étudié

TIR4sTREEt : Thermal InfraRed for Street Trees (2022-2025)

Comprendre et caractériser la contribution des arbres urbains
au **rafraichissement** de l'environnement



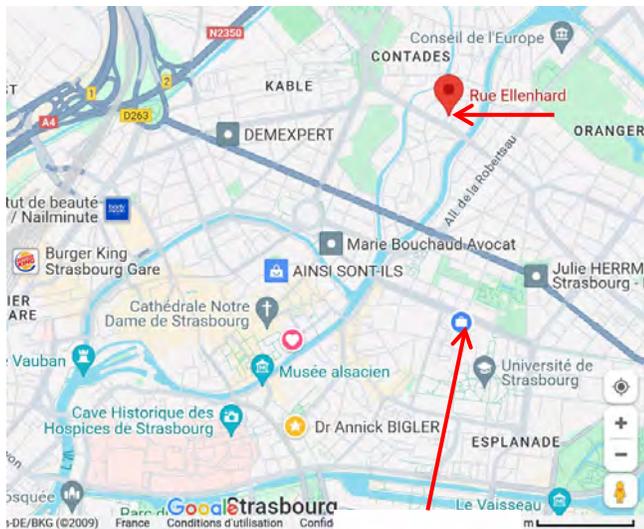
Une façade en couleurs réelles à gauche, et son image thermique à droite, indiquant la température en fonction de l'ombrage - Tania Landes / INSA Strasbourg / ICube



- ✓ arbres d'alignement
- ✓ focus sur températures de surfaces
- ✓ interactions arbres / façades et autour

www.trio-climatologie-strasbourg.fr

Un site d'expérimentation à Strasbourg



INSA
STRASBOURG

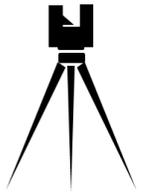
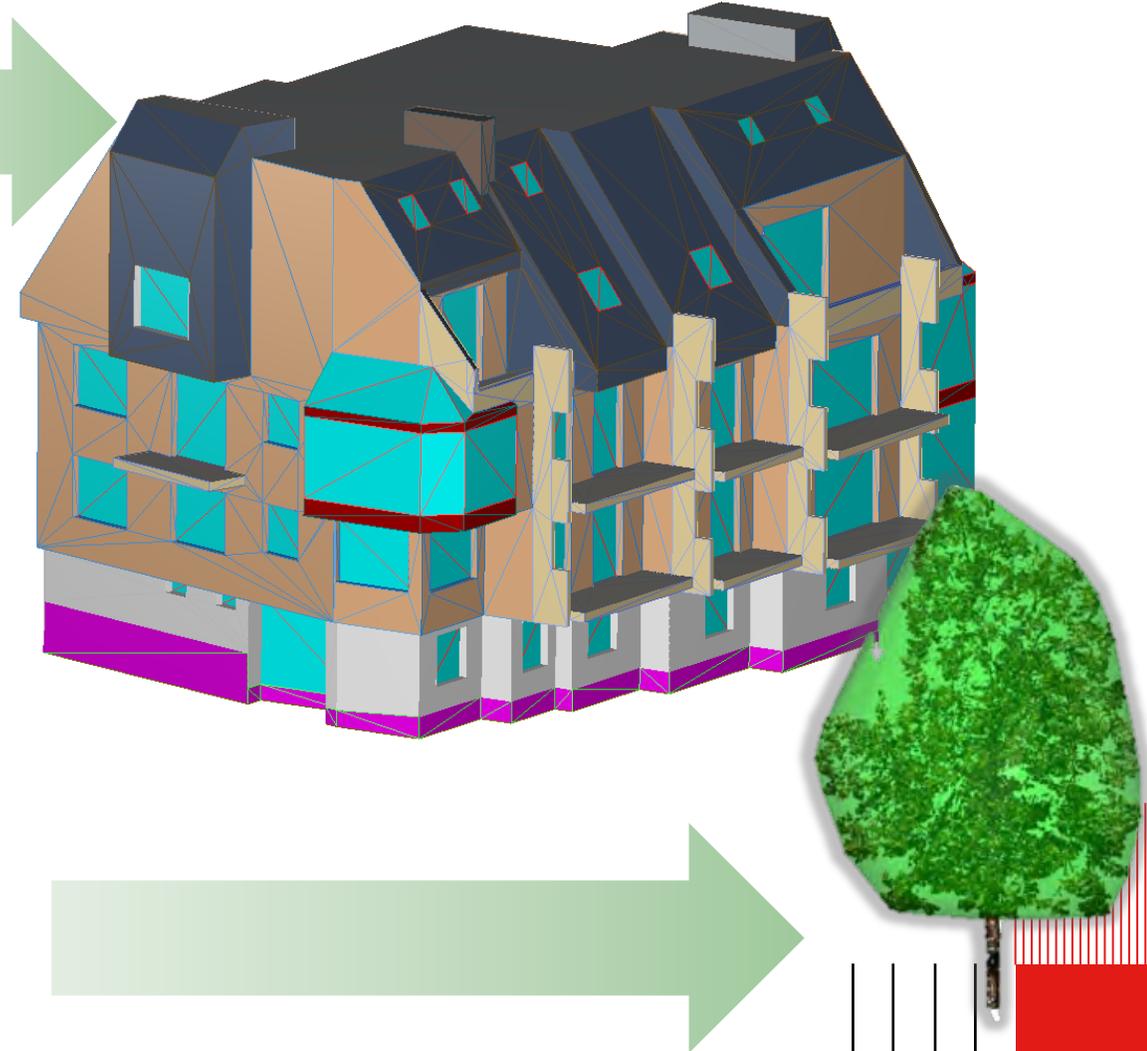
- ✓ 3 rues avec arbres d'alignement
- ✓ 3 espèces différentes



Mesures 3D...pour modéliser les bâtiments ...et les arbres !



Enveloppe du bâtiment
avec différenciation des matériaux (LoD 3)



Nuage de points :

- Scanner laser terrestre statique
- LiDAR aéroporté (OpenData Strasbourg)

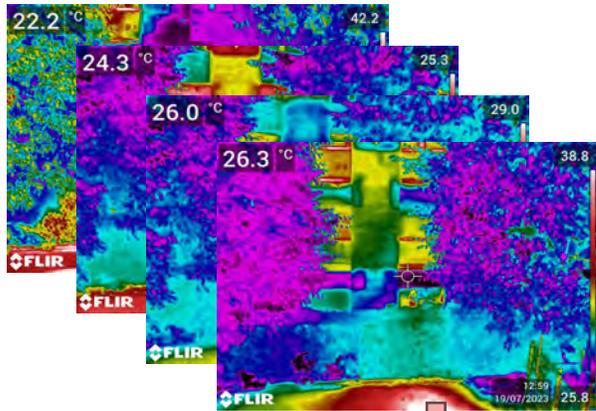
Pour mieux confronter mesures



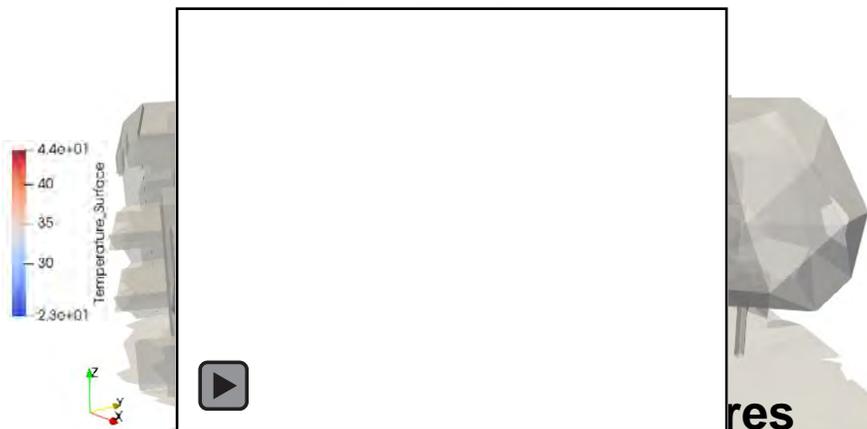
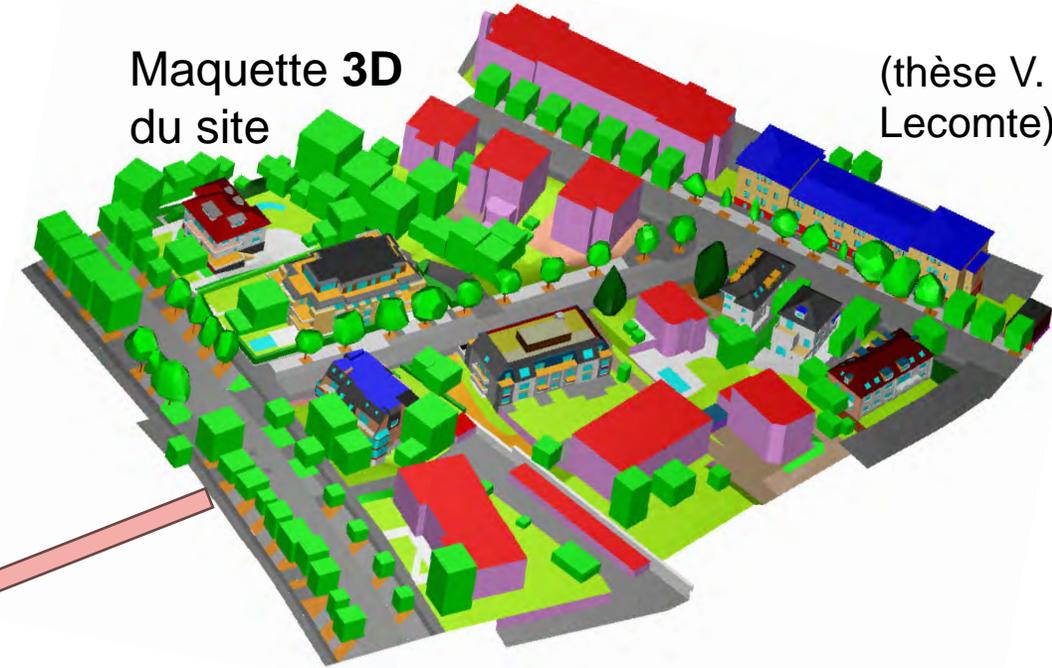
simulation



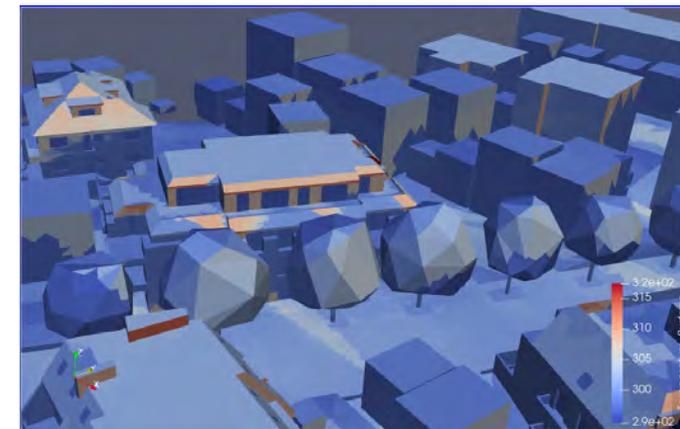
Températures mesurées > 5000 images !



Couplage IRT + 3D



Températures de surfaces

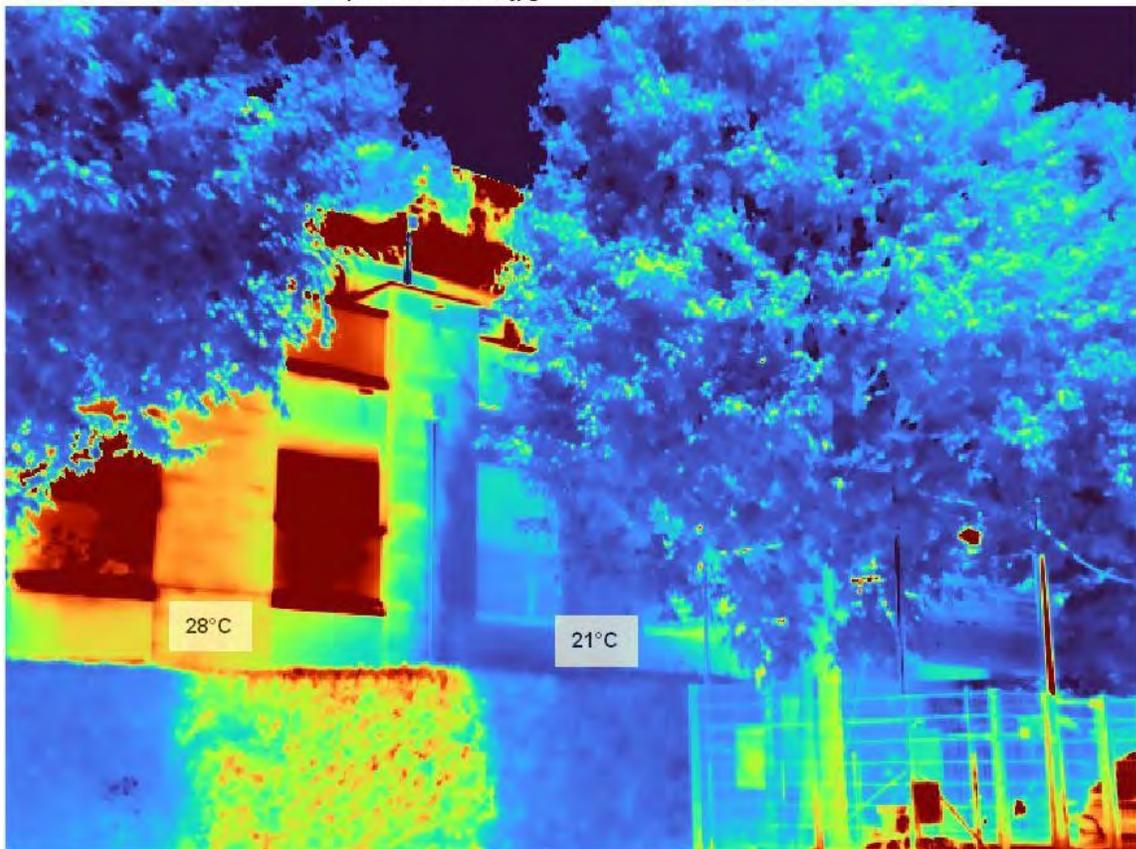


Simulation (LASER/F)

Effet des arbres niveau ombrage ?



photo : irLIK4295.jpg date : e dat le mo/0/utes

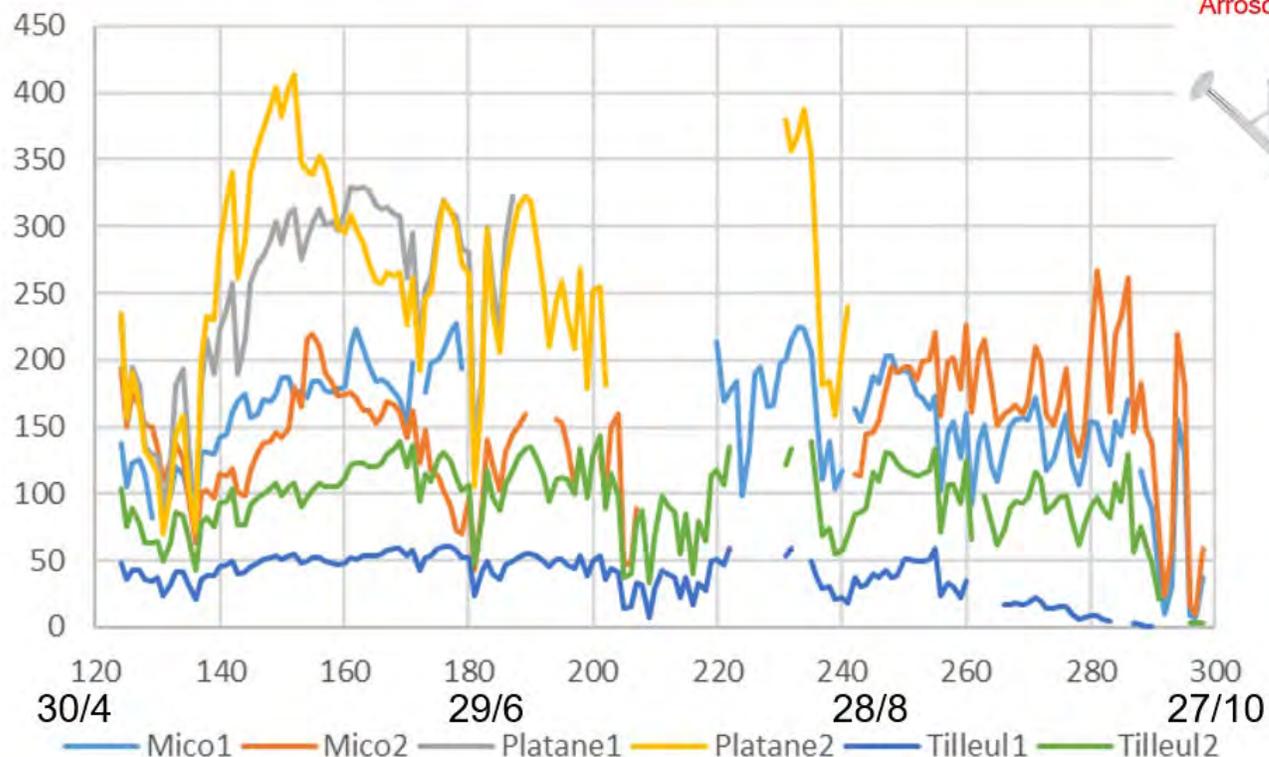


Effet des arbres niveau transpiration ?

Exploitation des mesures : éco-physio, climato, thermiques, carottages

Exemple : analyse de la transpiration des 3 espèces*

Flux de Sève = Transpiration ($l_{\text{eau}} \text{ jour}^{-1}$)



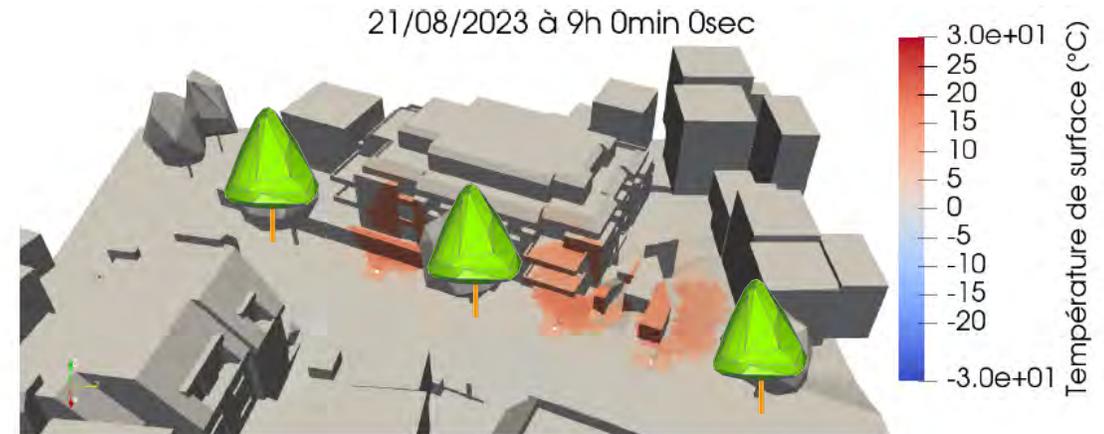
**Résultats à confirmer car incertitude sur l'efficacité de l'aubier à faire circuler de l'eau sur la totalité de son épaisseur*

Conclusion et perspectives



- ❑ Thèse de V. Lecomte (2023-2025) : Analyse des mesures et confrontation entre **mesures / simulations** → validation de l'outil LASER/F

- ❑ Une fois l'outil validé → **Simulations fiables de scénarios d'aménagements, de végétalisation efficaces**



Différence de t° de surface si dé-densification des arbres
[PRT Fiore, 2025]

- ❑ Etude du **confort thermique** en extérieur et de son influence sur l'intérieur du bâtiment
- Nouveau projet (AAP ANR) + équipe GCE +IRSTV

Merci pour votre attention et pour cette belle collaboration!



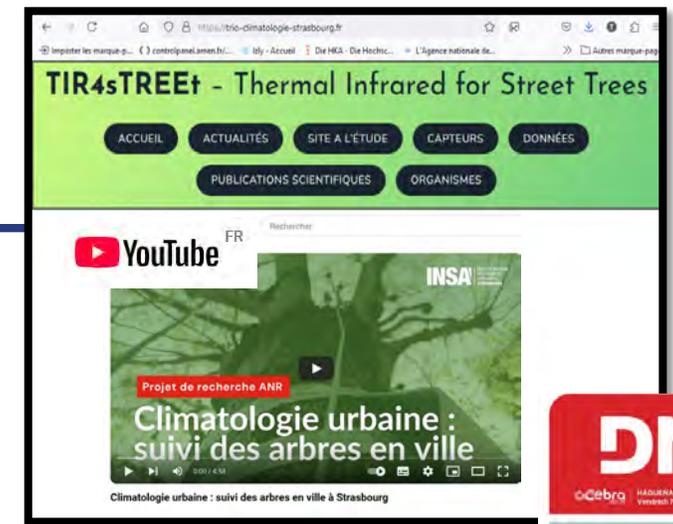
Retombées et valorisation

Création d'un site web : <https://trio-climatologie-strasbourg.fr/>

Retombées médiatiques et interventions grand public

- 17/07/2022 : Parution dans les **DNA**
- 19/07/2022 : **France Bleu Alsace** (radio + article)
- 01/08/2022 : **Le Parisien + Aujourd'hui en France**
- 04/08/2022 : **France 3 Alsace** (Journal Télévisé du 19/20) : https://france3-regions.francetvinfo.fr/grand-est/programmes/france-3_grand-est_jt-19-20-alsace?id=3690889
- 4/11/2022 : **DNA** – vidéo <https://www.dna.fr/environnement/2022/11/04/climat-de-l-alsace-en-2100-coup-de-chaud-sur-strasbourg>
- 27/03/2023 : Journal **The Conversation** : <https://theconversation.com/dou-vient-le-pouvoir-rafraichissant-des-arbres-en-ville-199906>, relayé dans **GEO Magazine** (<https://www.geo.fr/environnement/en-transpirant-les-arbres-rafraichissent-la-terre-213947>), **20 minutes** <https://www.20minutes.fr/planete/4030218-20230403-climatologie-urbaine-vient-pouvoir-rafraichissant-arbres-ville>
- 15/05/2023 : Journal **Mon Quotidien Autrement** <https://www.monquotidienautrement.com/ecologie/arbres-villes/>
- 07/07/2023 : Page de Couv + article dans **DNA**
- 11/07/2023 : Journal **L'Alsace**
- 14/08/2023 : Passage sur **RTL** <https://www.rtl.fr/programmes/rtl-evenement/7900287803-canicule-quels-arbres-privilegier-pour-les-ilots-de-fraicheur>
- 02/09/2023 : Dossier complet dans les **DNA** (Charlotte DORN)
- 31/01/2024 : Plan Canopée - restitution **Eurométropole**
- 15/03/2024 : Evènements du PACTE : atelier Plan canopée
- 04/06/2024 : **Keynote** pour le 32ème congrès français de Thermique (INSA)
- 13/11/2024 : **Keynote** pour l'Atelier LiDAR (ENSG)
- 28/11/2023 : **Science et Vie** : L'AVENIR APPARTIENT-IL AUX FORÊTS URBAINES ?

Publications scientifiques : Une dizaine, dans des conférences et des revues nationales depuis 2022



Publications scientifiques sur le projet TIR4sTREEt :

- Delasse, C., Hajji, R., Landes, T., Macher, H., Kastendeuch, P., et al. (2024). Etude comparative de logiciels de simulation du microclimat à usage libre pour le confort thermique extérieur en milieu urbain. Colloque de **l'Association Internationale de Climatologie**, Jun 2024, Paris, France.
- Delasse, C., Hajji, R., Landes, T., Macher, H., Kastendeuch, P., et al. (2024) Digital thermal 3D model for thermal comfort analysis at district scale. **EGU General Assembly 2024**, 14-19 April 2024, Vienna, Austria and online, Apr 2024, Vienne, Austria.
- Landes, T., Macher, H., Kastendeuch, P., Najjar, G., Nerry, F., et al. (2024). Modeling of street trees for urban micro-climatology in Strasbourg – The TIR4STREET project. 37ème Colloque annuel de **l'Association Internationale de Climatologie** "Climat et changements environnementaux : mesures, enjeux, transitions", 19-21 juin 2024, Paris, France, Jun 2024, Paris, France.
- Lecomte, Vincent (2022). « Méthodologie de couplage de la géométrie 3D de scènes urbaines avec des mesures dans l'infrarouge thermique ». Mémoire Projet de fin d'étude – INSA Strasbourg
- Lecomte, V., Macher, H. and Landes, T. (2022). COMBINATION OF THERMAL INFRARED IMAGES AND LASERSCANNING DATA FOR 3D THERMAL POINT CLOUD GENERATION ON BUILDINGS AND TREES. **Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, XLVIII-2/W1-2022, 129–136, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-2-W1-2022-129-2022>, 2022
- Lecomte, V., Macher, H. and Landes, T., Nerry, F., Cifuentes La Mura, R., et al. (2024a). Thermal measurement campaign in the streets of Strasbourg to study interactions between trees and facades. **32ème congrès français de thermique** "Thermique et Architecture", 4-7 juin 2024, Strasbourg, France, Jun 2024, Strasbourg, France.
- Lecomte, V., Macher, H., Kastendeuch, P., Landes, T., Najjar, G. (2024b). Influence du niveau de modélisation urbaine sur une simulation microclimatique LASER/F. Colloque de **l'Association Internationale de Climatologie**, Jun 2024, Paris, France.

Des questions ?

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



Webinaire d'échanges sur les initiatives de recherche portant sur la surchauffe urbaine

Isabelle DUBOIS-BRUGGER

Responsable R&D Résilience Climatique, Lafarge Holcim

Directrice Opérationnelle PN ISSU



*Liberté
Égalité
Fraternité*

27 mars 2025

www.pn-issu.fr





- La Surchauffe Urbaine : **une thématique en plein foisonnement** avec une **mobilisation mitigée des villes** au changement climatique
 - **Structuration des réseaux** par l'intermédiaire par exemple de plusieurs PEPR exploratoires comme notamment "Villes Durables et Bâtiments Innovants", "Solutions fondées sur la nature - SOLUBIOD", de plateformes (Expertises-Territoires, Plus fraîche ma ville...), d'associations comme [Climate Chance](#)
 - **Projet de recherche et démonstrateurs** (Cooltrees, Coolparks, DIAMS, ANR Reflectivity, ...)
 - **Guides et outils d'aide à la décision** (Guides ADEME, outil SESAME - Cerema, Green Roof Score - ADIVET...)
- Et pourtant un **déploiement** des composants / solutions / systèmes qui reste **limité**. Pourquoi un tel paradoxe ?





➤ La Surchauffe Urbaine, un sujet complexe :

- multi-physique
- multi-échelle
- multi-acteur
- multi-objectif
- multi-critère

qui nécessite une approche **intégrative**, **systemique** et **transversale** allant de la **caractérisation / modélisation physique** des composants à leur intégration dans des **systemes complexes** qui seront alors mis en œuvre à l'échelle de **démonstrateurs urbains**.





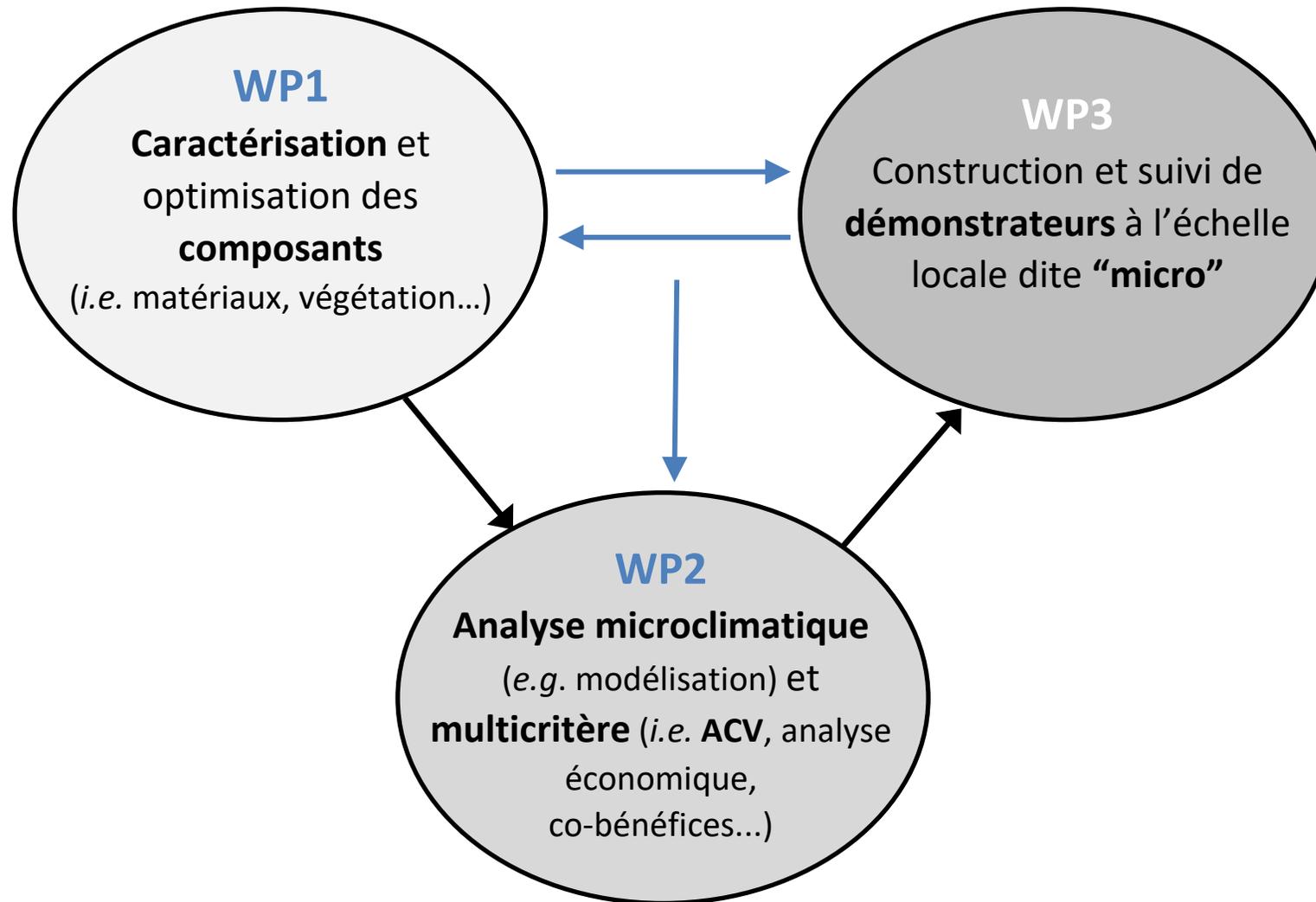
➤ Verrous scientifiques à lever

- Caractérisation / Modélisation des propriétés intrinsèques clés des composants
- Amélioration de la paramétrisation des modèles microclimatiques
- Evaluation intégrée des services rendus
- Passage du laboratoire aux démonstrateurs

➤ Objectifs du PN ISSU

- **Développer une approche collaborative et commune** de la caractérisation / modélisation des propriétés thermo-hydro-aéro-radiatives des composants
- **Améliorer la pertinence** des modèles microclimatiques
- **Permettre la prescription** de composants / solutions / systèmes pour lutter contre la surchauffe urbaine
- **Améliorer la pertinence du transfert** d'échelle entre le laboratoire et les démonstrateurs - analyser la performance microclimatique au regard des enjeux sociétaux
- **Créer un espace d'échange opérationnel** d'innovation entre tous les acteurs de l'aménagement urbain permettant un transfert aisé des connaissances / résultats





WP0 : Transfert et Valorisation des résultats

Organisation/partage de résultats, communications, ateliers
Co-construction d'une approche commune, webinaires, restitutions





- **Objectifs** : progresser sur la caractérisation / modélisation des propriétés thermo-hydro-aéro-radiatives des composants*

- **Programme de recherche**
 - WP 1.1 : Revue exhaustive des composants existants et disponibilité
 - WP 1.2 : Caractérisation / modélisation des propriétés thermo-hydro-aéro-radiatives
 - WP 1.3 : Caractérisation / modélisation de systèmes / solutions

- **Livrables**
 - Recommandations sur les méthodologies et méthodes d'essais communes pour alimenter de futurs essais / tests normalisés
 - Modélisation des paramètres physiques de composants clés (lien avec le WP2)
 - Base de données des composants des solutions grises, vertes et bleues pour orienter le choix dans la mise en œuvre des démonstrateurs du WP3

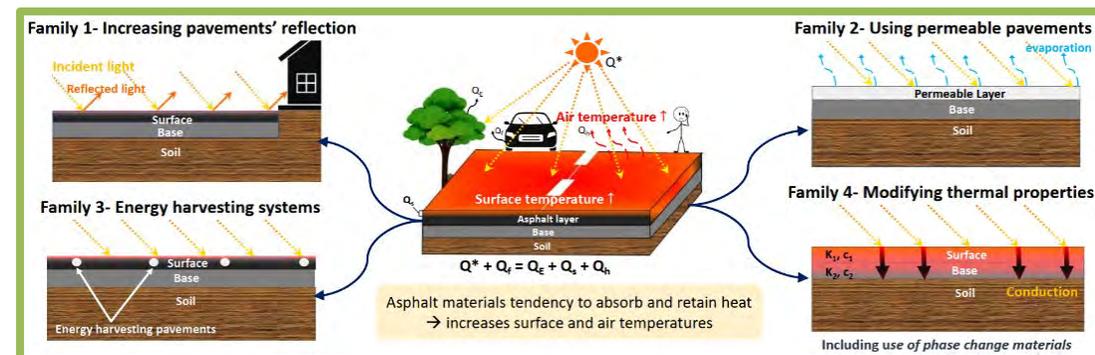
*Composant : fait référence à l'étude d'un matériau, d'une plante, d'un arbre qui va être intégré dans les solutions de rafraîchissement urbain



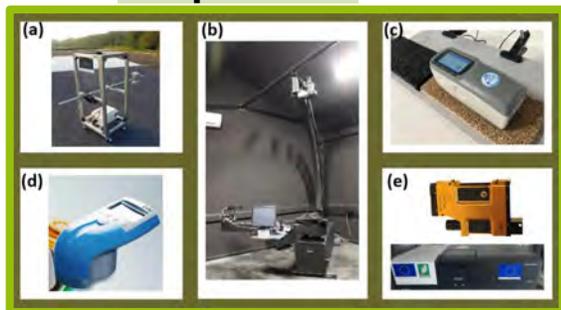
➤ Caractérisation et Modélisation des composants, transversalité des méthodes, des propriétés

- radiatives (albédo, émissivité)
- thermo-hydrrique (Evapo(transpi)ration)
- hydrauliques (drainabilité, perméabilité)

Tormos et al., 2023

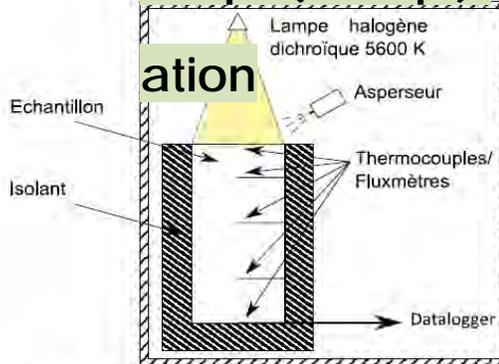


Propriétés



Cerema

Evapo(transpi)ration



Enceinte Climatique

Hendel, Parison, Grados, & Royon, 2018

Propriétés

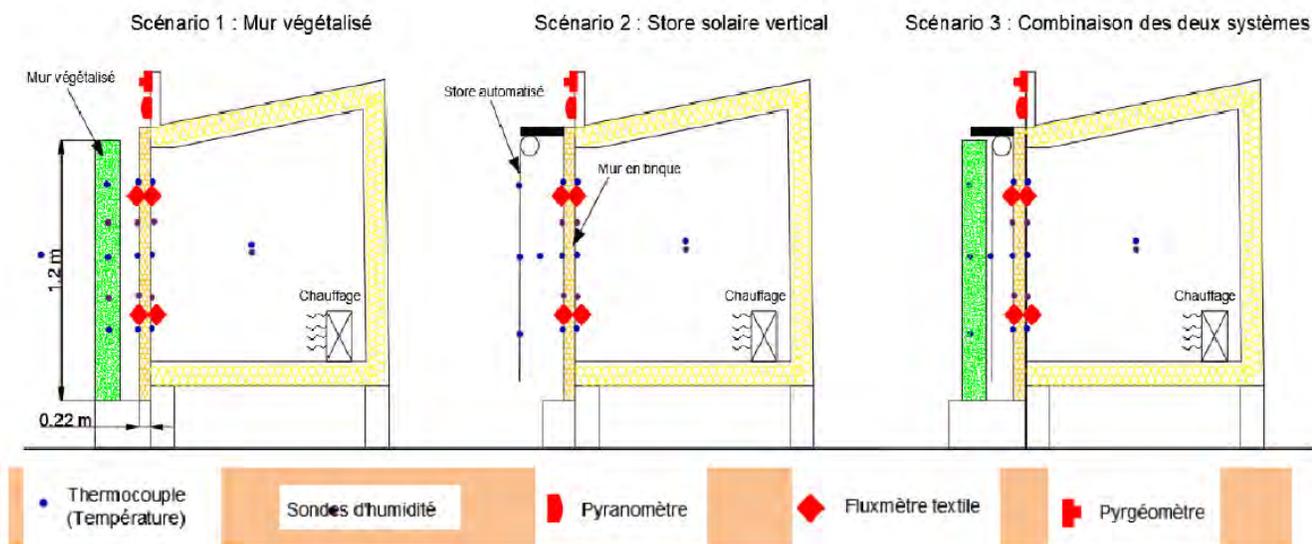
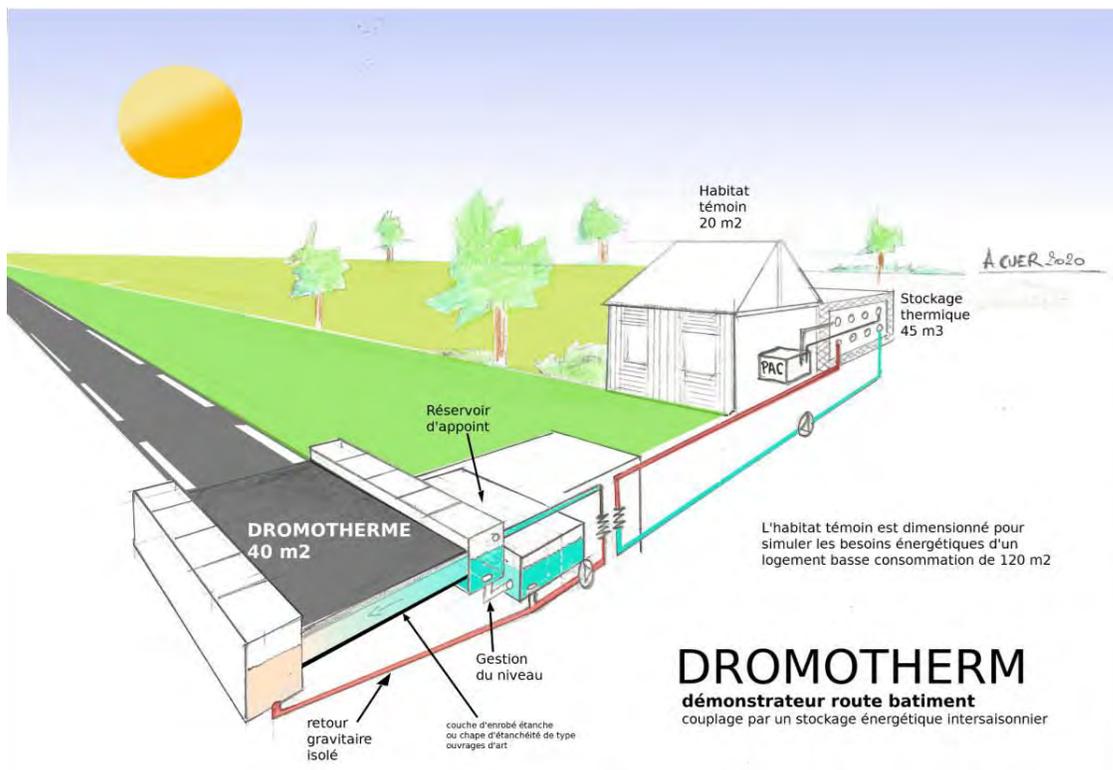


Cerema



LE PROJET ISSU – WP1 : CARACTERISATION ET OPTIMISATION DES COMPOSANTS

- Modélisation thermique et thermo-hydraulique de chaussées et d'enveloppes de bâtiment (mesure de l'impact des composants (matériaux) et de la végétation) à travers notamment 2 cas d'étude.



Abdelkrim TRABELSI, 2023 pour PN ISSU

Attia et al., 2023





- **Objectifs** : permettre une **évaluation intégrée des services rendus** par les solutions dans un contexte, grâce au développement **d'un cadre d'analyse multicritères de la performance des solutions**

- **Programme de recherche**
 - WP 2.1 : Evaluation microclimatique (expérimentation et modélisation)
 - WP 2.2 : Développement d'un cadre d'analyse multicritères

- **Livrables**
 - Synthèse des protocoles de mesures et résultats associés, des modèles de simulation et résultats associés et des confrontations expé/simu
 - Rapport de benchmark, Compléments aux outils de modélisation microclimatiques, Rapport d'évaluation, recommandations
 - Définitions et caractéristiques des configurations sélectionnées
 - Cartographie des enjeux et des cadres d'évaluation, rapports de synthèse et d'analyse des co-effets
 - **Cadre d'analyse intégré issu des résultats exploités dans le WP2,**
 - **Animation d'ateliers et ressources de sensibilisation et production d'un guide technique à destination des professionnels de l'aménagement**

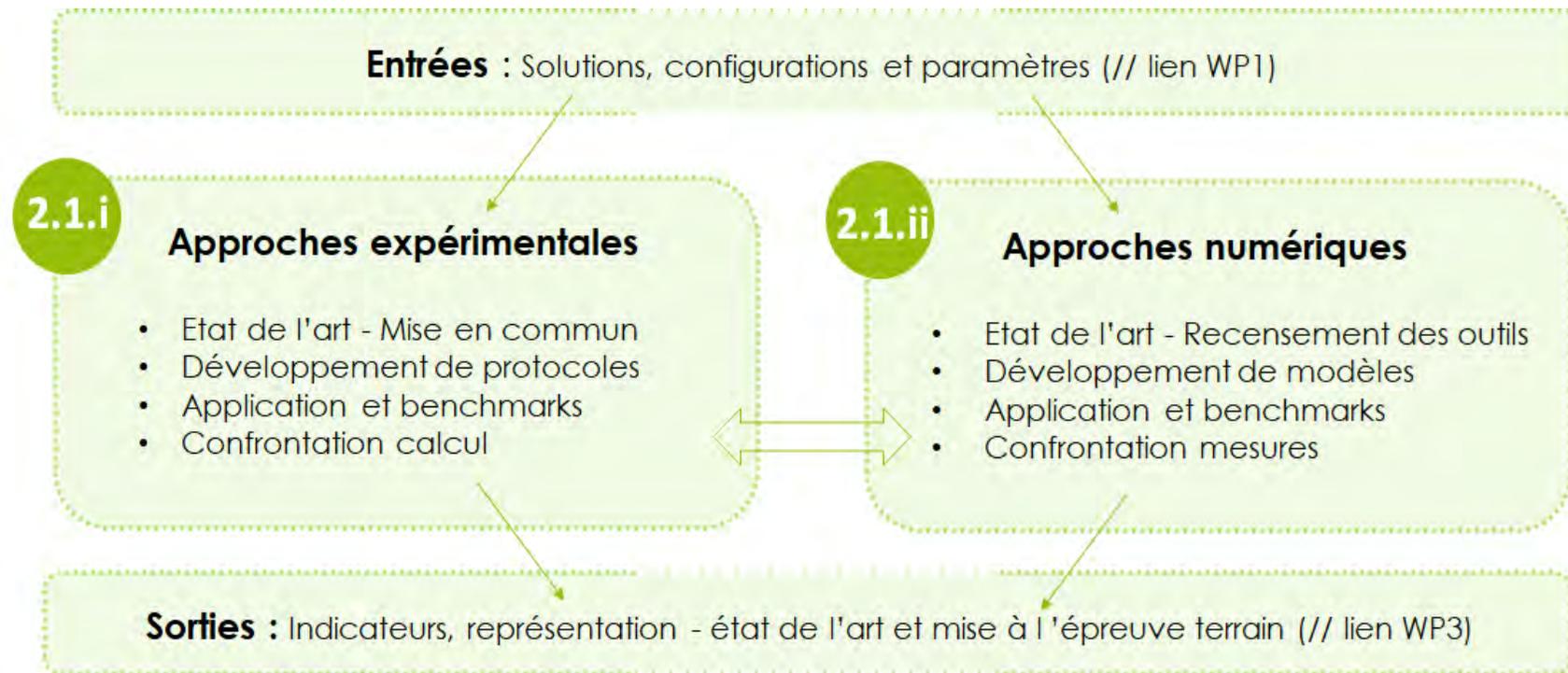




2.1 Evaluation microclimatique

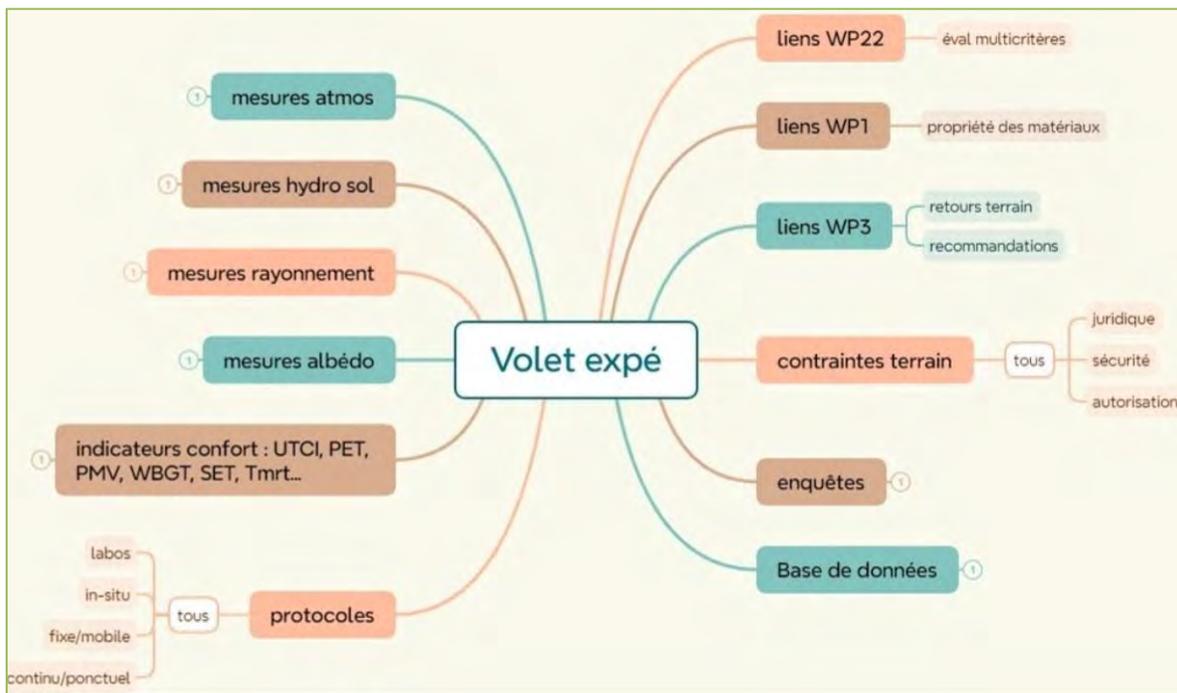


Évaluation de solutions rafraîchissantes pour l'extérieur dans la rue canyon de SenseCity à l'aide d'instrumentation climatique (source SenseCity, UGE)

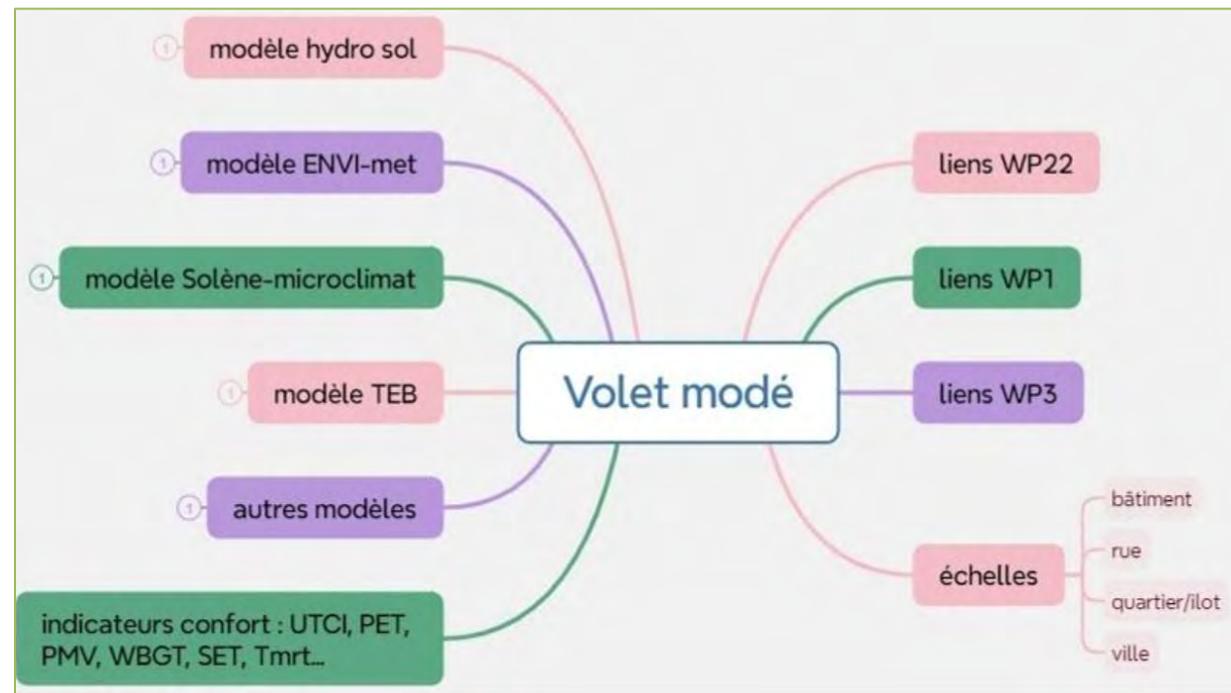




Sous-WP: WP21.1 – Evaluation microclimatique, impact sur le confort – volet expé / benchmark

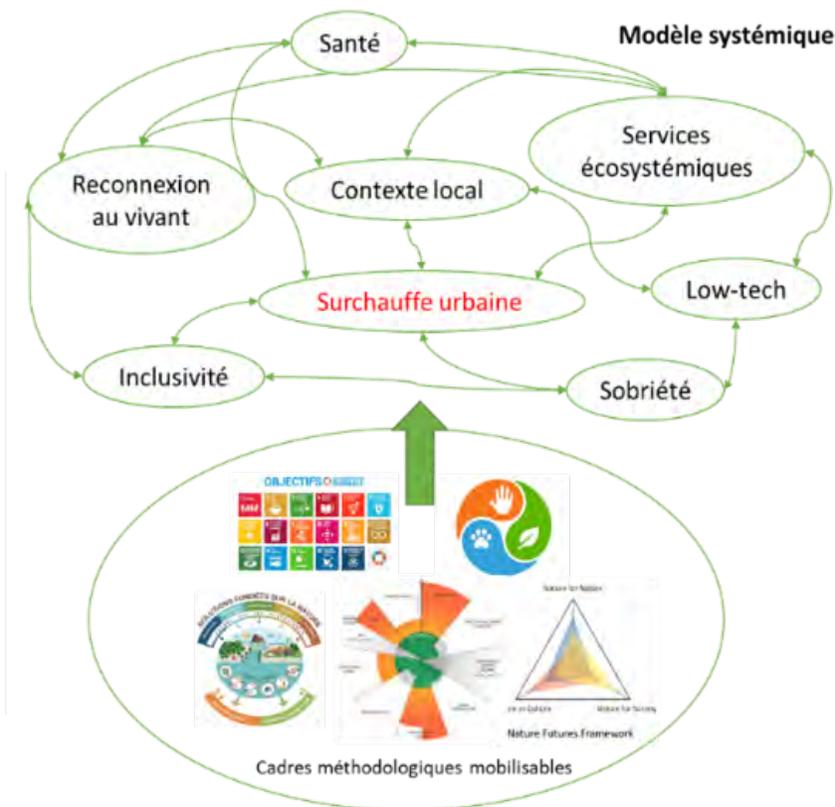


Sous-WP: WP21.1 – Evaluation microclimatique, impact sur le confort – volet modé / benchmark





2.2 Cadre d'analyse multicritères



Cf 2.1

Microclimat et confort

2.2.i

Aspects environnementaux

- Etat de l'art
- Cohérence spatiale
- Biodiversité
- Ressource en eau
- Carbone

2.2.ii

Cadre d'analyse intégré

- Etat de l'art
- Synthèse 2.1 et 2.2i
- Identification des autres enjeux, des contraintes et leviers d'implémentation et d'appropriation des solutions
- Croisement des référentiels, résultats WP2 et liens inter-thématiques
- Formalisation du cadre d'analyse
- Mise en application des méthodes et cadre d'analyse (// lien WP3)

Approches cloisonnées vs. systémiques (Figure réalisée pour la rédaction de ce document sur la base des cadres d'évaluation One Health, Solutions fondées sur la Nature, Objectifs de Développement Durable des Nations Unies).





- **Objectifs** : Mettre à l'épreuve du terrain les développements des WP 1 et 2 et créer un espace d'échange pour la promotion d'une filière innovante.
- **Programme de recherche**
 - WP 3.1 : Capitalisation et valorisation des démonstrateurs
 - WP 3.2 : Structuration d'une filière des acteurs
 - WP 3.3 : Démonstrateurs technologiques et territoriaux
- **Livrables**
 - Base de données démonstrateurs et animation de rencontres et groupes de travail, plateforme en ligne (Club des démonstrateurs)
 - Mise en visibilité de l'offre et la demande en expérimentations de solutions
 - Suivi et rex de démonstrateurs dont tests des livrables des WP1 et 2



Démonstrateurs instrumentés



Nouvelles paysagères (gestion de l'eau et végétalisation)



➤ Objectifs

- Avoir un socle commun pour permettre des données minimum et comparables pour l'ensemble des démonstrateurs
 - ✓ Choisir une base d'indicateurs opérationnels
 - ✓ Intégrer des approches SHS en compléments des approches mesures
 - ✓ Croiser et s'inspirer des méthodologies des premiers démonstrateurs
- Tester cette grille au fil du PN et proposer une méthodologie d'évaluation répliquable
 - ✓ Proposer la v0 en version martyre aux maîtres d'ouvrages
 - ✓ Constituer une base de données des démonstrateurs du PN
 - ✓ Publier une méthodologie d'évaluation opérationnelle à l'issue du PN

➤ Organisation du travail

- Co-élaboration avec les consortiums de démonstrateurs, réunions ouvertes à tous !
- Soutien d'un stage jusqu'en juillet.

➤ Livrables

- Grille v0 à l'issue de la tranche 1
- Rapport de benchmark des indicateurs





➤ Les premiers territoires retenus



Grande Rue St Michel,
Toulouse



ESTP – Campus de Cachan



Place de la Providence,
Marseille

- Friche de la Belle de Mai, Marseille
- Place Grand Clément, Villeurbanne
- Démonstrateur technologique, Hyères
- ...

➤ Transfert des connaissances

- **Développement de modèles communs**
 - méthodes d'essais
 - outils, logiciels
- **Guides, doctrines et recommandations**
 - prescription
 - cartographie des cadres d'évaluation
- **Formation**
 - supports de cours
 - MOOC
- **Retour d'expérience des démonstrateurs**
 - Fiche d'usage, forces et faiblesses

➤ Stratégie de valorisation

- Site Web
- Journées de restitution
- Articles, Conférences, Salons
- Valorisation internationale (*Driving Urban Transition*)

Assurer la synergie entre les WP



50 partenaires déjà fortement impliqués dans le PN ISSU

- Maîtres d'ouvrages publics
(Ville de Marseille, Métropole de Toulouse , Métropole de Lyon, Métropole Aix-Marseille, ...)
- Ingénieries / Bureaux d'études
- Industriels
- Entreprises de travaux
- Ecoles / Universités / Organismes de R&D
- Associations / Fédérations / Clusters





Le Projet National ISSU - Innovations et Solutions face à la Surchauffe Urbaine - est un projet avec de fortes attentes en termes de :

- **Verrous** scientifiques et techniques (caractérisations communes, modélisation)
- **Promotion** et **prescription** de solutions et innovations (<https://plusfraichemaville.fr/>)
- **Création / animation** d'un espace **d'échange transversal**, multi acteurs, multi expertises de la Recherche vers le Marché, avec une très forte implication des acteurs de la ville (cette matinée et d'autres à venir...)





MERCI POUR VOTRE ATTENTION



La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



A vos questions...

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



Questions, Echanges, Discussion

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



Conclusion

Marc Meyer

Directeur Délégué Environnement, Risques et Numérique - Cerema

Directeur Technique Solutions Mixtes PN ISSU

La réduction des impacts énergétiques, environnementaux et sanitaires



Merci pour votre participation