

Rafrâichissement urbain |

Solutions innovantes et pistes de recherche

Pôle Climat et Territoire

21/03/2024



Stéphanie VALLERENT
Directrice adjointe Climat
et Territoire

Port : +33 (0)6 29 69 19 80
www.actierra.com



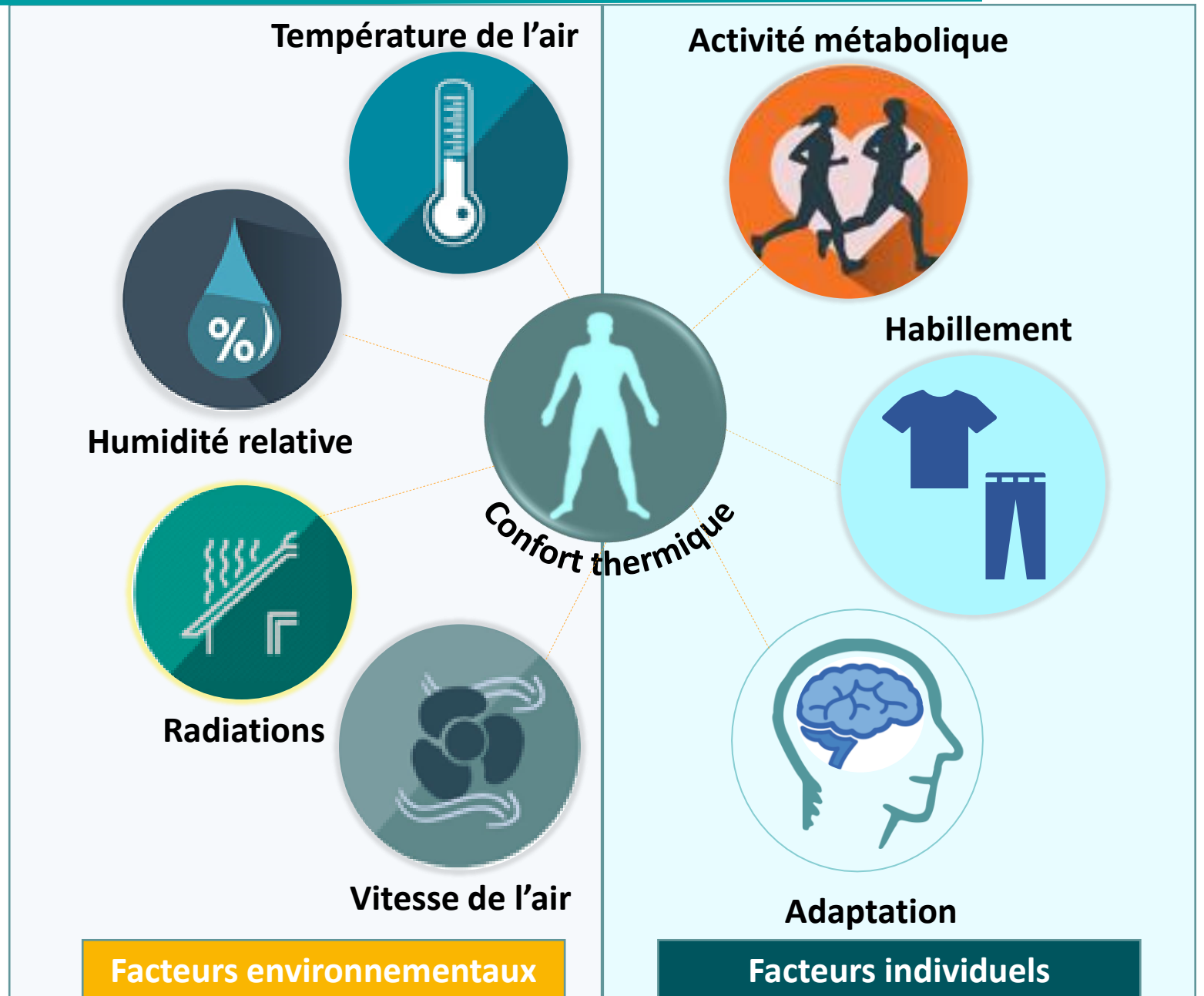
Lucille ALONSO
Chef de projet

Port : +33 (0)6 80 42 83 16
www.actierra.com

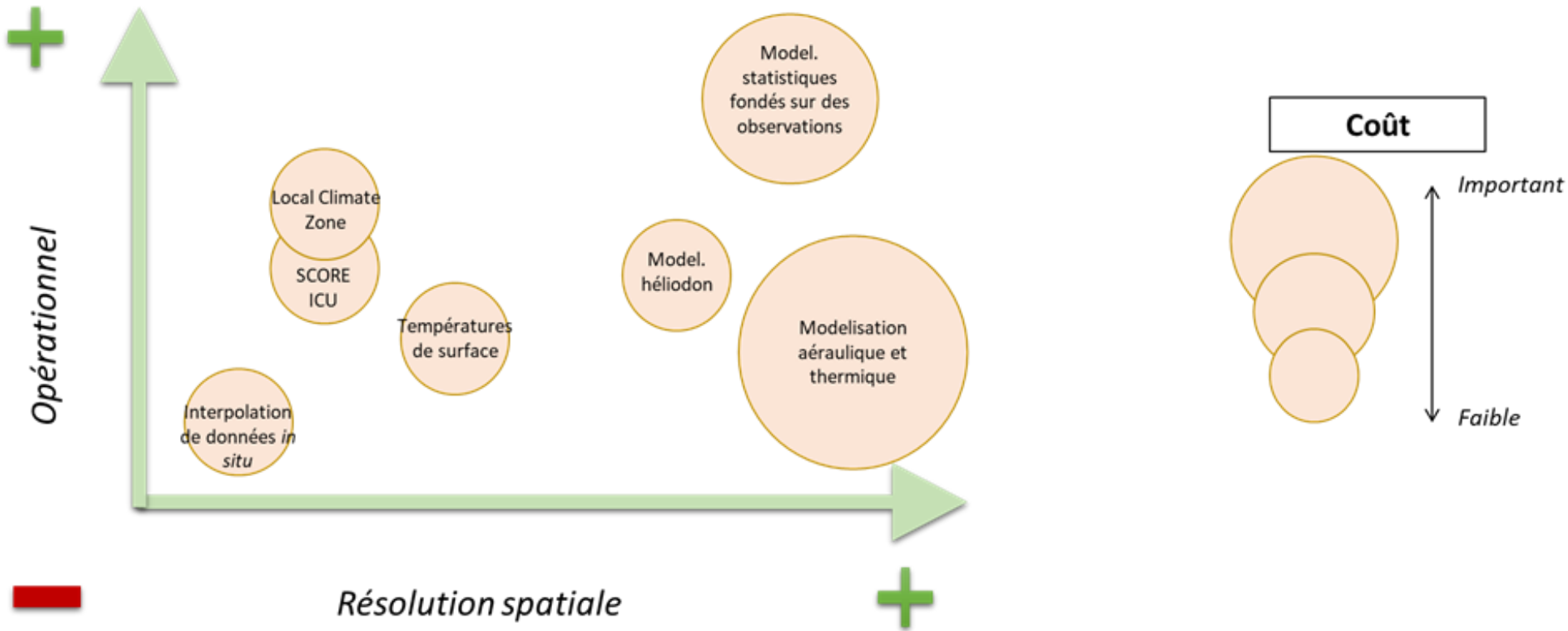
Actierra
au service du vivant 

Le confort thermique : généralités

**Facteurs
influençant le
confort thermique**

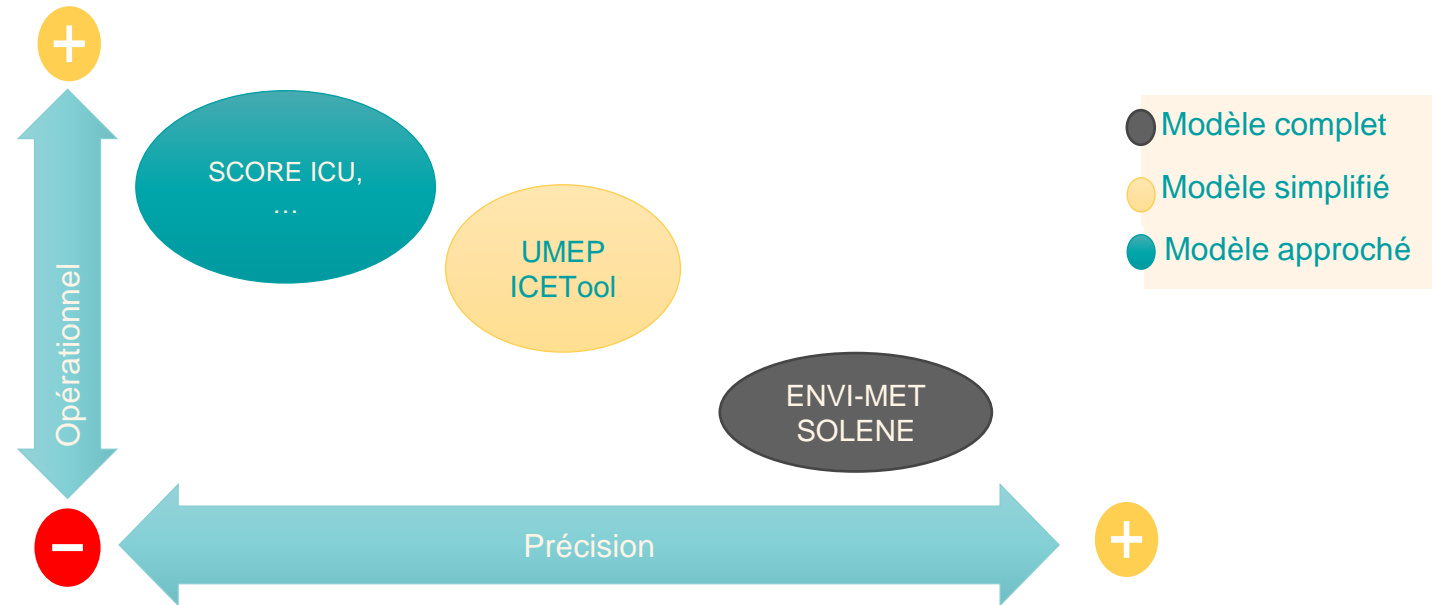


Les outils existants



Pratiques actuelles communes en termes d'outil dans l'ingénierie

- Choix majoritairement effectué par expérience
- Rarement par simulation
- Besoin à la fois d'outils simplifiés (Phase amont du projet) et d'outils complets



Les axes de R&D



Début 03/2021

Soutenance prévue fin 2024



Merveil Muanda Lutete

Sujet :

Evaluation des mesures d'adaptation de l'environnement urbain aux contraintes des évolutions du climat



- Quelles solutions d'adaptation à la surchauffe urbaine mettre en œuvre ?
- Comment les évaluer ?
- Quels outils utiliser ?
- Comment comparer ces solutions, sur la base de quels critères (indices) ?



			Envi-met	EnviBate	DyMosim+EnviBate	Solene microclimat	Solweig (UMEP)	RayMan	SkyHelios	CitysimPro	SpaceMaker	Phanie+Mathis	Ladybug Tools	CityComfort+	PADM-4U
Informations générales	Disponibilité sur le marché	Accès libre (Gratuit) Sur demande (Restreint) Licence payante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓
	Environnement	Windows Linux	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		○
	Temps de simulation*	Rapide (Min. ≤ Durée ≤ Heures) Lent (Heures ≤ Durée ≤ Jours)	✓	✓	✓	✓	✓		○	✓	○	○	○		
	Mise à jour	Recente (≥ 2019) Ancienne (< 2019)	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Pas de temps de calculs	Pas de temps ≤ Minutes Pas de temps ≥ Heures	✓	✓	○	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Application	Echelle temporelle	Annuelle (Période simulée ≤ Année) Journalière (1 ou quelques jours)	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	
	Echelle spatiale	Quartier Ville	○	✓	✓	✓	✓	✓	○	✓	✓	○	✓	○	○
	Usage	Confort thermique (C) Besoin énergétique (B)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Validation	Paramètres	Ta et HR Tmrt	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		○	✓	✓		
	Résultat	Tmrt nuit Tmrt jour (ombre/ensoleillé)	↘		↘	↘	→		↘			↘			↗

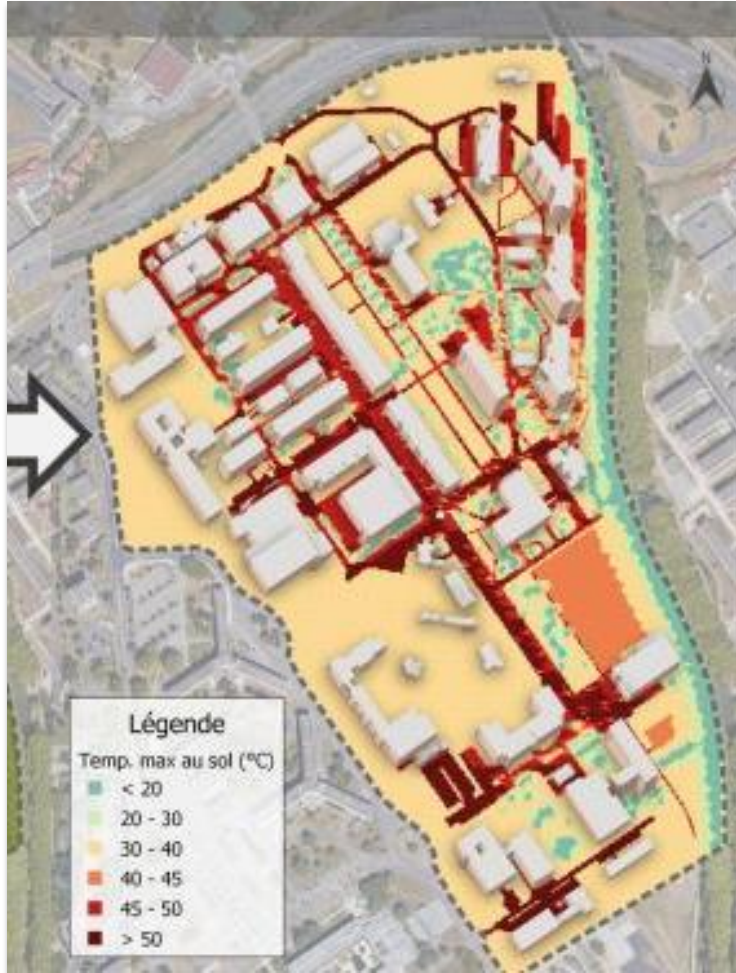
Légende

✓ Oui
 Non
 ○ Possible

Validation

- Les études sont menées dans diverses conditions (≠ données).
- Pas d'inter-comparaison (dans le même condition)
- Mise à jour de certains logiciel
- Mesure *insitu* avec différents instruments (Tg ou radiomètre 6d)

ICETool



Input :

- Bâtiment
- Revêtement du sol
- Donnée météo (T_a , Humidité, Rayonnement, ETP)

Output :

Estimation Température de surface (T_s)

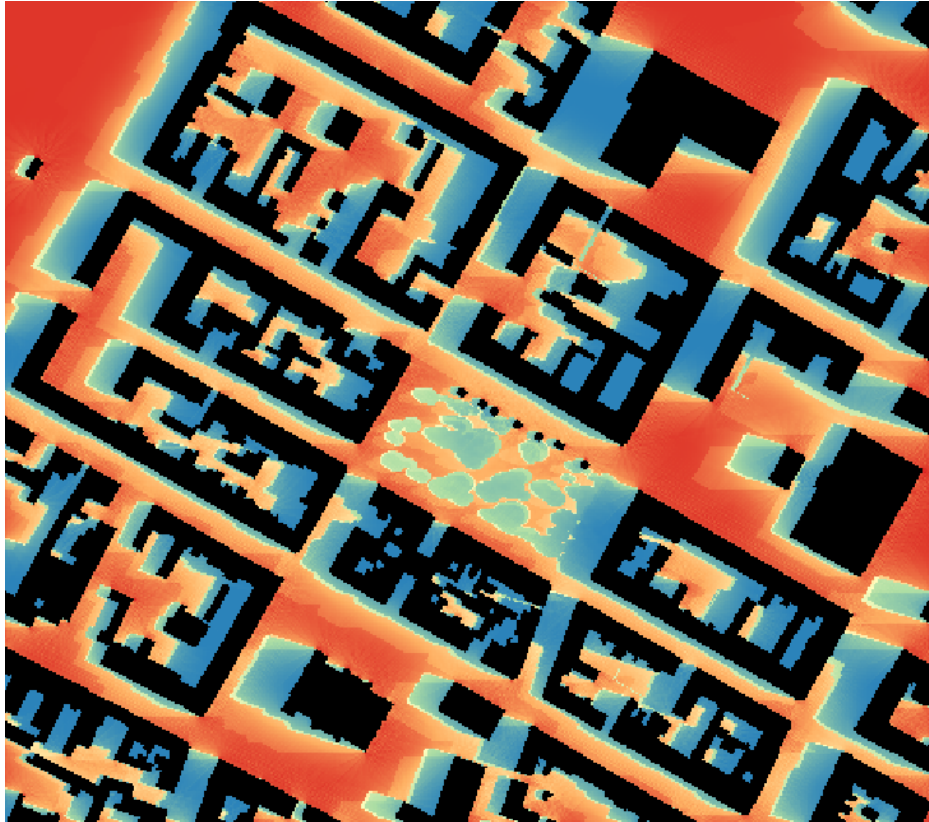
Avantages :

- Simplicité et Rapidité (prise en main, calcul,...)
- Prise en compte de la météo
- Base de donnée des matériaux

Limites :

- Simplification pour calculer la T_s
- Pas des indices de confort,...

Solweigh (UMEP)



Température de surface estimée (à 13h)

Dimension : 477x424m

Période simulée : 48h

Durée de la simulation : 2h

Input :

- Bâtiment
- Revêtement du sol et végétation
- Altimétrie
- Météo (Année actuelle ou prévision future)

Output :

- Température moyenne radiante
- Rayonnement
- Indice de confort – PET
- Température de surface

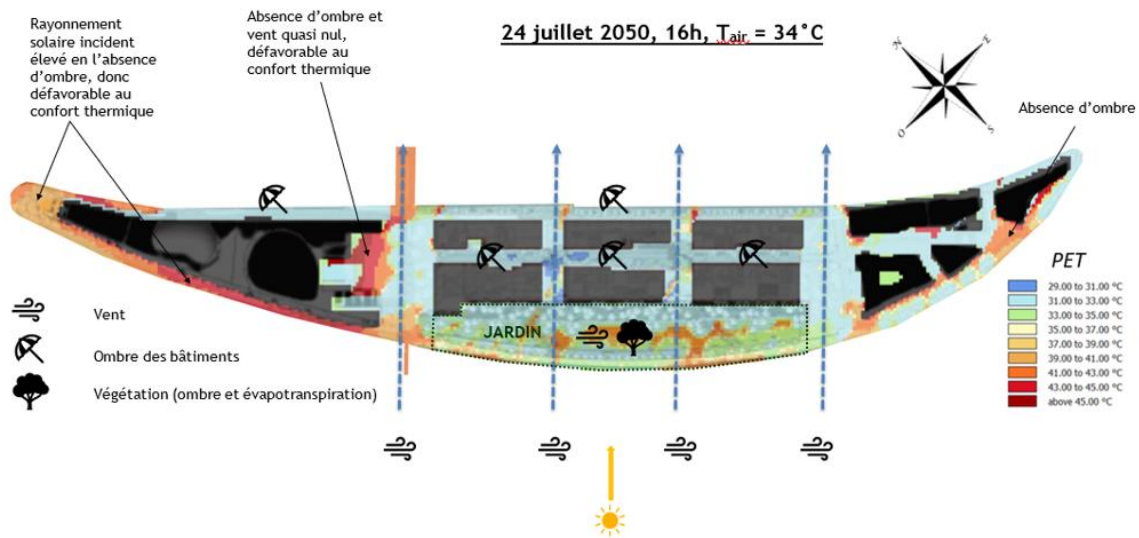
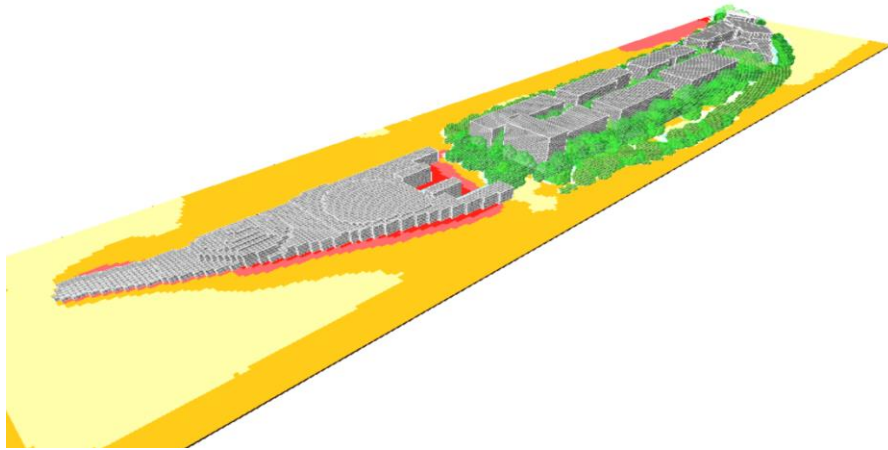
Avantages :

- Rapide (qq minutes à qq heures)
- Fiable (plus proches des données de mesure)
- Open source

Limites :

- Revêtement limité à 4 types (sol nu, asphalt, eau)
- Approximation des échanges par convection
- Pas de cartographies des indices de confort

Envi-MET



Input :

- Bâtiment
- Revêtement du sol et végétation
- Météo (Année actuelle ou prévision future)

Output :

- Température de l'air, vitesse du vent, taux d'humidité
- Rayonnement, température de surface
- Indice de confort PET et UTCI

Avantages :

- Modélisation CFD avancée: prise en compte de tous les phénomènes physiques

Limites :

- Temps de calcul
- Outil non validé
- Expertise requise pour une bonne exploitation

NOS PROJETS

Campagne expérimental été 2023

RUE CANYON SENSE-CITY

*UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL
(MARNE LA VALLÉE)*

Instrumentation de la rue Canyon avec des capteurs de rayonnement, d'humidité et de température (air, surface, etc.)

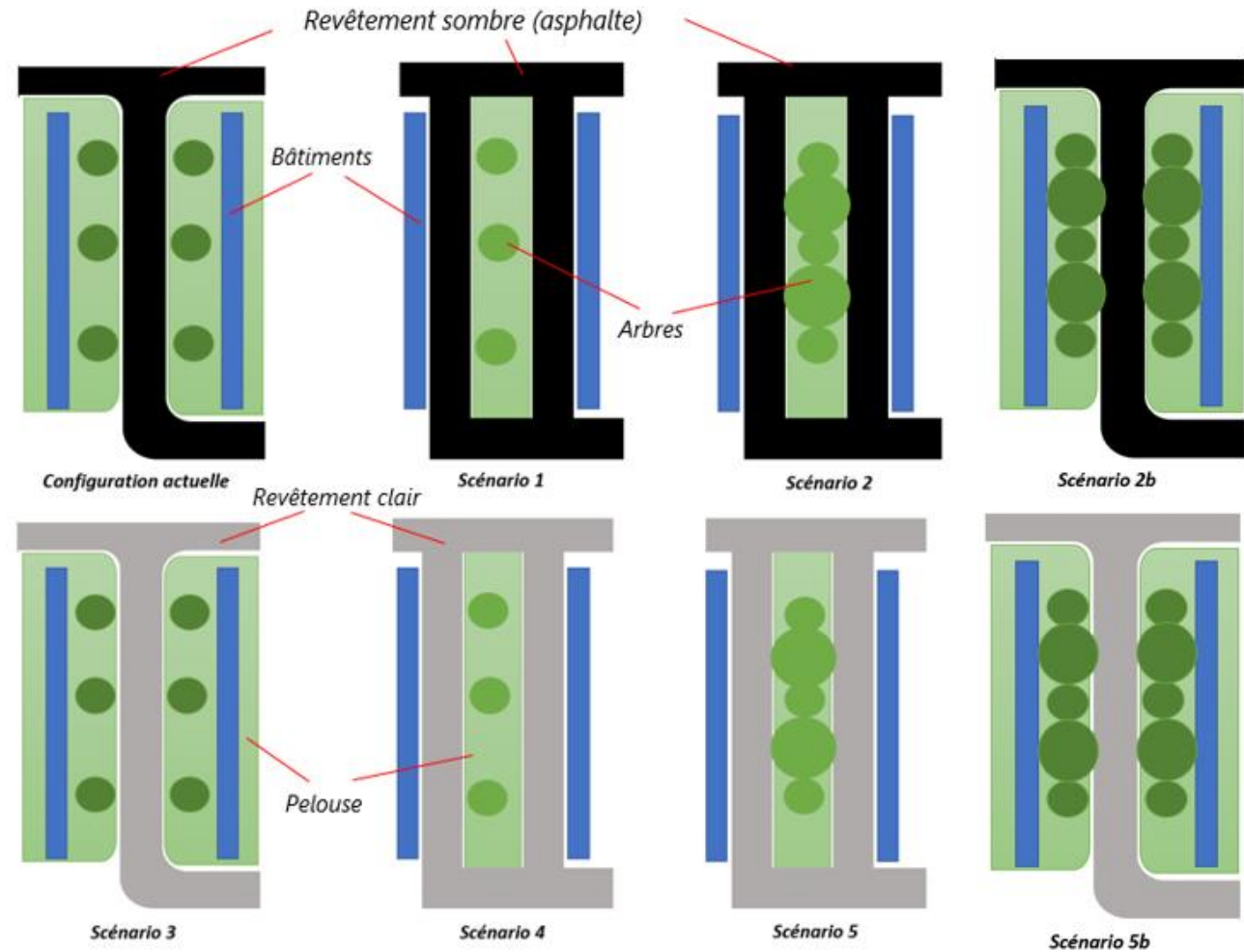


NOS PROJETS

Évaluation numérique

ÉVALUATION DE DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS

Végétalisation avec arbres d'alignement
Modification revêtement (du Sombre au clair)



Les axes de R&D



Utilisation de l'IA & des données satellitaires dans les modélisations de température de l'air & confort thermique

- Echelle quantitative ($^{\circ}\text{C}$ ou $^{\circ}\text{UTCI}$ ou $^{\circ}\text{WBGT}$)
- Résolution métrique
- Précision à 1°C ou UTCI ou WBGT
- Gain de temps et d'argent
- Nombreux papiers et conférences scientifiques & internationales

➔ Développement en cours : plateforme web

UNE METHODE FIABLE ET RECONNUE

ARTICLES SCIENTIFIQUES

- Alonso, L.; Renard, F. A New Approach for Understanding Urban Microclimate by Integrating Complementary Predictors at Different Scales in Regression and Machine Learning Models. *Remote Sens.* 2020, 12, 2434. <https://doi.org/10.3390/rs12152434>
- Compréhension du microclimat urbain lyonnais par l'intégration de prédicteurs complémentaires à différentes échelles dans des modèles de régression. Lucille Alonso, Florent Renard. *Climatologie* 17 2 (2020). DOI: 10.1051/climat/202017002
- Lucille Alonso. Thèse 2021. Intérêt de la modélisation de la température de l'air associé à la nécessité de la caractérisation des vulnérabilités territoriales pour une compréhension systémique du risque aux fortes chaleurs en milieu urbain sur Lyon et Tokyo.
- Alonso, L.; Renard, F. Integrating Satellite-Derived Data as Spatial Predictors in Multiple Regression Models to Enhance the Knowledge of Air Temperature Patterns. *Urban Sci.* 2019, 3, 101. <https://doi.org/10.3390/urbansci3040101>

CONFERENCES SCIENTIFIQUES

- Alonso, L, Renard, F., (2023) Thermal comfort modeling in an urban environment for the development of a soft mode guidance application (ICUC11), Sydney, Australia
- Renard, F., Alonso, L., Varquez, A.C.G., Hiroki,R., Taerakul, J. (2023) Thermal comfort modeling in crowded and touristic areas in Tokyo, The 11th International Conference on Urban Climate (ICUC11), Sydney, Australia
- Varquez, A.C.G., Taerakul, J., Renard, F., Alonso, L., Hiroki,R., Ashie, Y.,Inagaki, A., Kanda, M., Choi, S., Okumura,M., Hanaoka,S. (2022) High-resolution heat-risk modeling and comparison of downtown areas of two cities on extreme hot summer days of 2022, The 11th International Conference on Urban Climate (ICUC11), Sydney, Australia/
- Renard Florent, Lucille Alonso. Variations saisonnières des températures de surface des zones climatiques locales de la métropole de Lyon (France). *Climat urbain. Entre urbanisation et changement / aléas climatiques*, Feb 2022, Agadir, Maroc. (hal-03640526)
- Alonso L. et Renard F. 2020. The interest in the integration of spatial predictors in multiple linear regression models for a richer comprehension of Lyon's urban microclimate. 3rd Remote Sensing Workshop for the Study of Urban Environments (TEMU), Rennes, Janvier, 2020
- Renard F. et Alonso L. 2020. Assessment of local climate zones based on the use of satellite imagery. 3rd Remote Sensing Workshop for the Study of Urban Environments (TEMU), Rennes, Janvier, 2020
- Alonso L. et Renard F. 2019. Spatial comparison of the perception of urban heat islands and thermal comfort zones with participative in situ measurements and remote sensing data. *Abstraction, Scale and Perception, ICC 2019 Workshop*, Miraikan, Tokyo, Japon, 15 Juillet 2019
- Alonso L. 2019. The use of citizen science in the characterization of the Lyon's urban heat and cool islands. *Mobile Data Management*, Hong-Kong, Juin, 2019.
- Renard F. et Alonso L. 2019. Study of urban heat island through crowd-sensing mobile measurements: a comparison with mental maps and satellite data. *Mobile Data Management*, Hong-Kong, Juin, 2019.
- Renard F. et Alonso L. 2019. Complementarity of different sources of urban temperature acquisition: mental maps, participatory measurements and satellite data. XXXIIth conférence annuelle de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), Thessalonique, Mai, 2019.
- Alonso L. et Renard F. 2019. Modeling of air temperatures by multiple linear regressions in the Rhône-Alpes region (France): enhancement of topographic and meteorological variables by remote sensing data. *Seventh International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of Environment*, Chypre, Mars, 2019.
- Alonso L. et Renard F. 2018. Effects of the most important urban requalifications in Lyon on the surface heat island. XXXIth conférence annuelle de l'Association Internationale de Climatologie (AIC), Nice, Juillet, 2018.
- Renard F. et Alonso L. 2018. Temporal evolution of the heat island and spectral indices following urban development: application to four case studies of the Lyon urban area. *2nd Remote Sensing Workshop for the Study of Urban Environments (TEMU)*, Strasbourg, Mars, 2018,

UNE METHODE FIABLE ET RECONNUE



remote sensing

an open access journal by MDPI



urban science



Climatologie

*Journal de
l'Association
Internationale
de Climatologie*



Qu'apporte-t-elle ?

- Comprendre les interactions entre le milieu urbain et le climat
- Adapter l'aménagement en fonction de ce premier diagnostic
- Proposer des solutions d'atténuation voir de rafraichissement pour limiter les canicules urbaines
- Avoir un suivi dans le temps pour apporter des mesures correctives

Qu'est ce que la solution permet de résoudre ?

- Connaitre son territoire de façon très précise
- Quantifier les bénéfices en termes de °C gagnés
- Implanter des solutions rafraichissantes au bon endroit et à la bonne dimension
- Gagner du temps dans l'impact rafraichissante de la solution
- Gagner de l'argent



Données fiables

Modélisation



Rapidité

Flexibilité



Coût



*Ratio de revêtement
artificiel*

*Ratio de couverture
végétale*

*Ratio de couverture
des bâtiments*



*Rayonnement direct et
diffus*

Sky view factor

*Ratio de couverture des
routes*

Paramètres microclimatiques

Paramètres du bâti

Paramètres de surface

Paramètres environnementaux

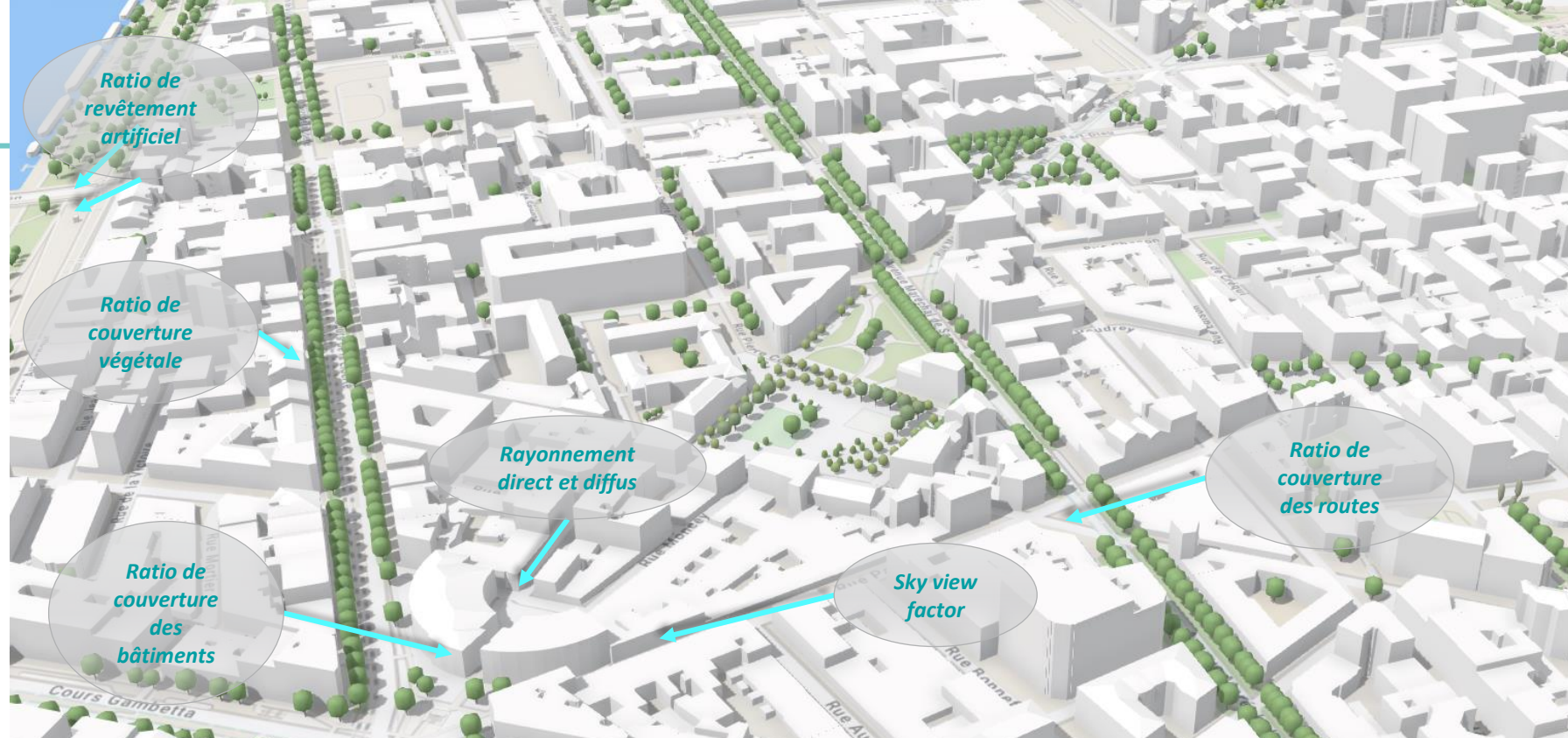
Machine learning and AI

*Autour de 40
variables en 3D*

*Modélisation du confort thermique UTCI ou
WBGT*

- *Résolution 10m x 10m*
- *Précision entre 0,5° et 1° WBGT ou UTCI*

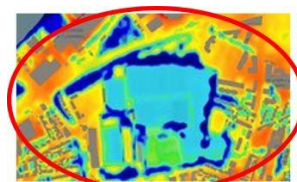
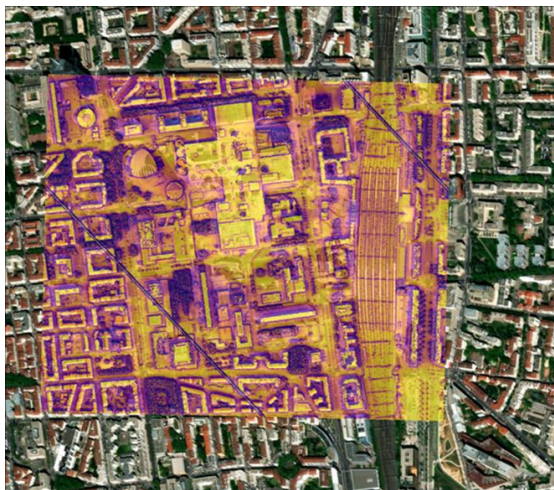
Utilisation de l'IA



Résultat en 3D



Exemple de réalisation



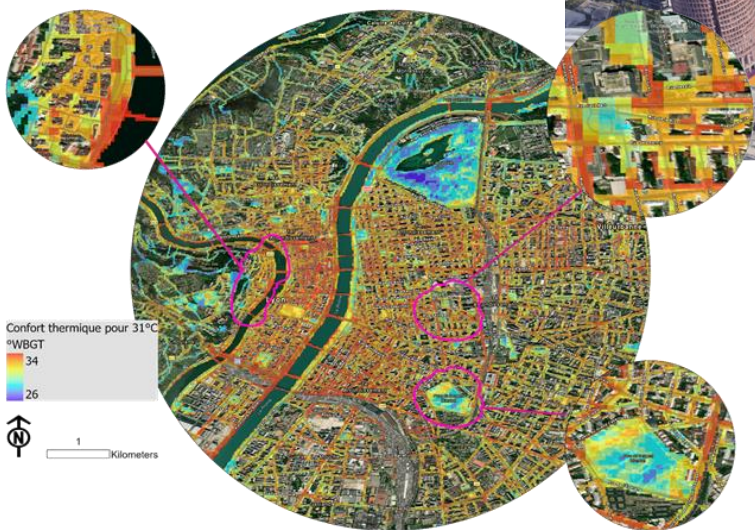
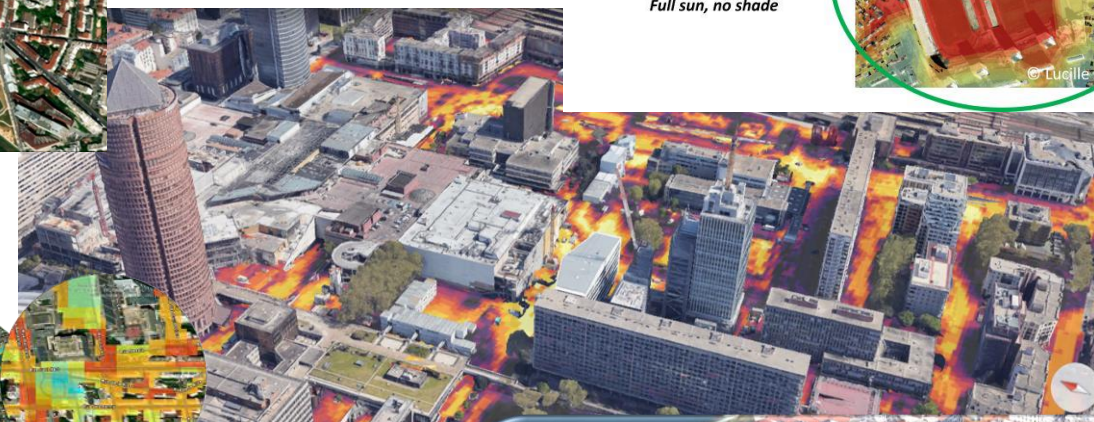
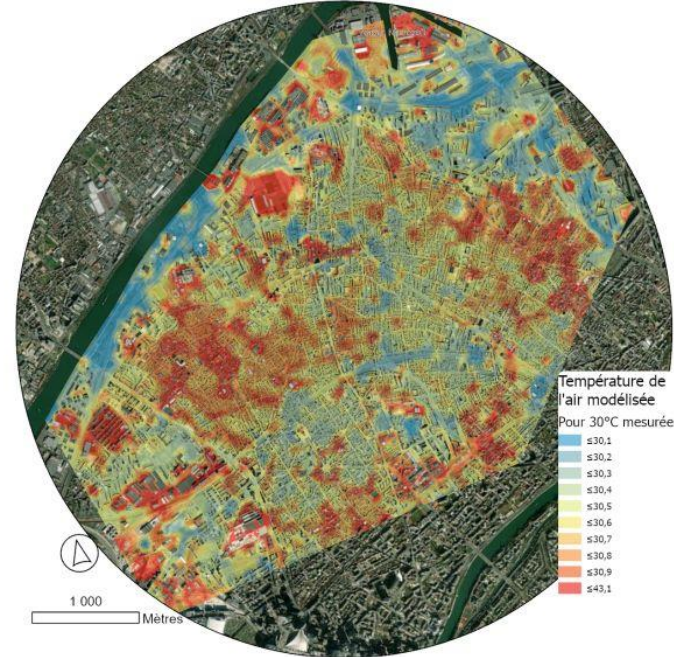
False

Pelouse synthétique à 80%
Plein soleil, sans ombrage

80% artificial grass
Full sun, no shade



True



Avec la ville de Lyon : quelle densité d'eau et de végétation est nécessaire sur le territoire pour avoir un impact significatif ?

Avec la Métropole de Lyon : suivi dans le temps des arbres de pluie et de leur impact sur le confort thermique

Avec Eiffage Route : Quel est l'impact du réaménagement d'un quartier EcoOasis sur le confort thermique ?

Quel serait le gain de l'apport de l'intégration de données de température de surface à 1m dans le modèle de confort thermique ? Avec Thalès et l'ONERA

Faire converger les travaux de l'Université de Lyon, de Portland, de Tokyo Tech et d'Actierra (Ingerop) dans une (des) mêmes solutions

Merci

de votre attention

in actierra.com

Actierra
au service du vivant 