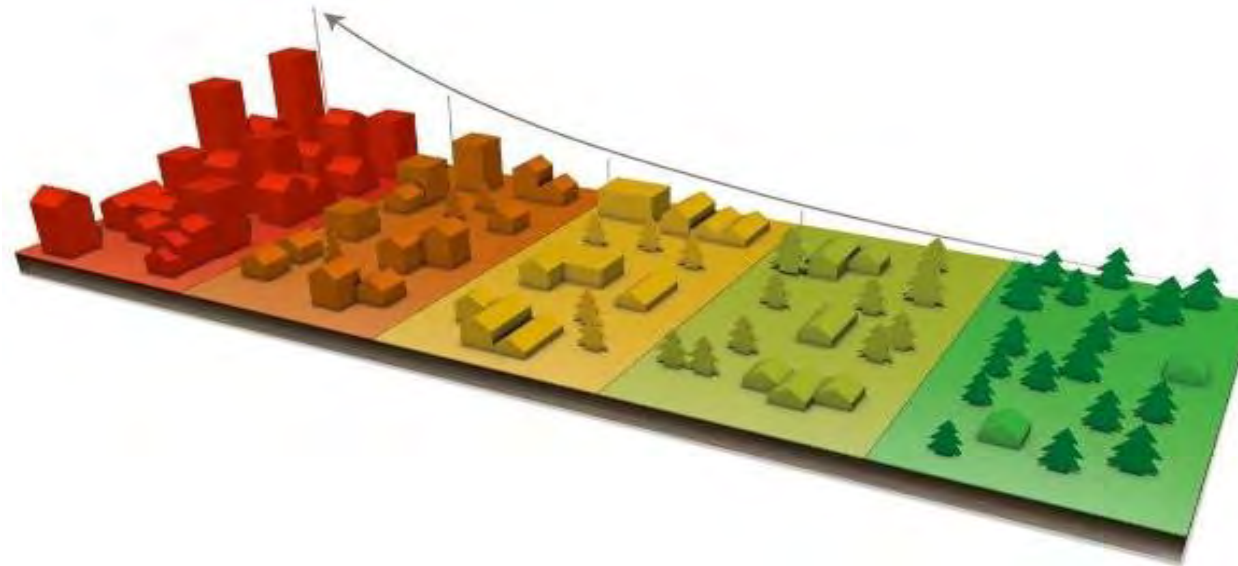


Microclimat urbain : comprendre, documenter, projeter



Reto Camponovo

Professeur HES ordinaire

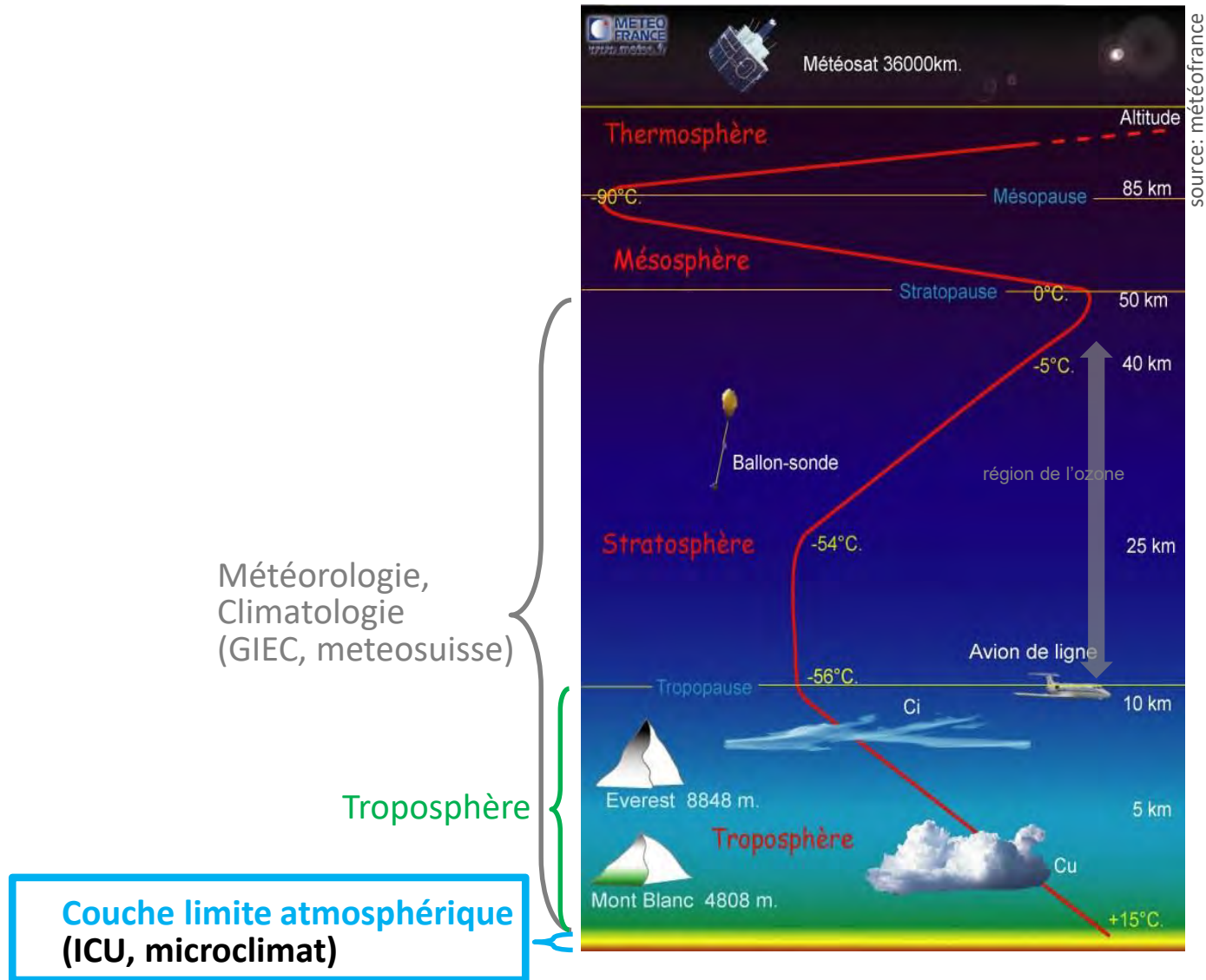
Responsable du groupe Energie, Environnement, Architecture

reto.camponovo@hesge.ch

<https://leea.hesge.ch>

Notion d'échelle

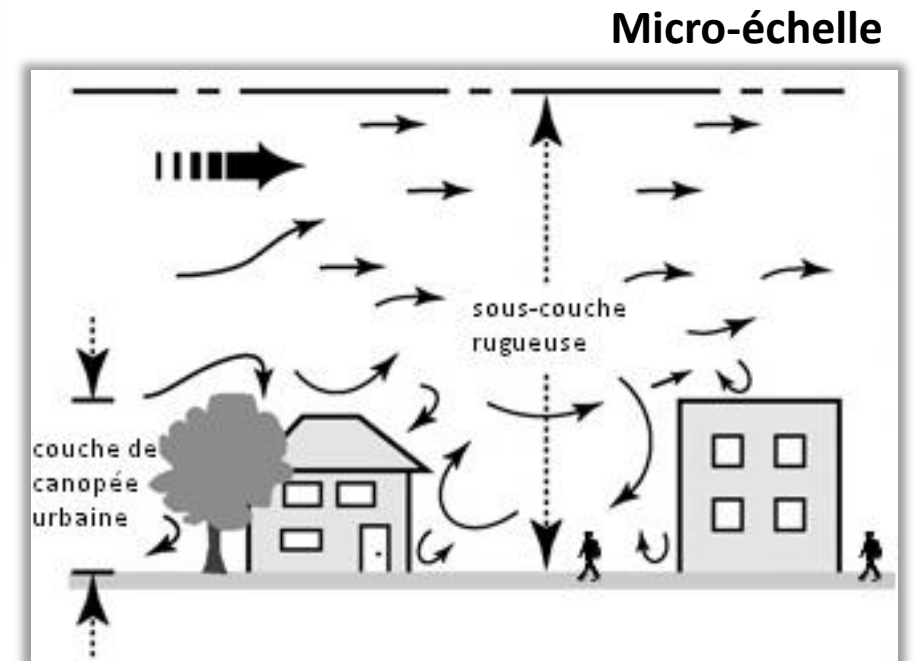
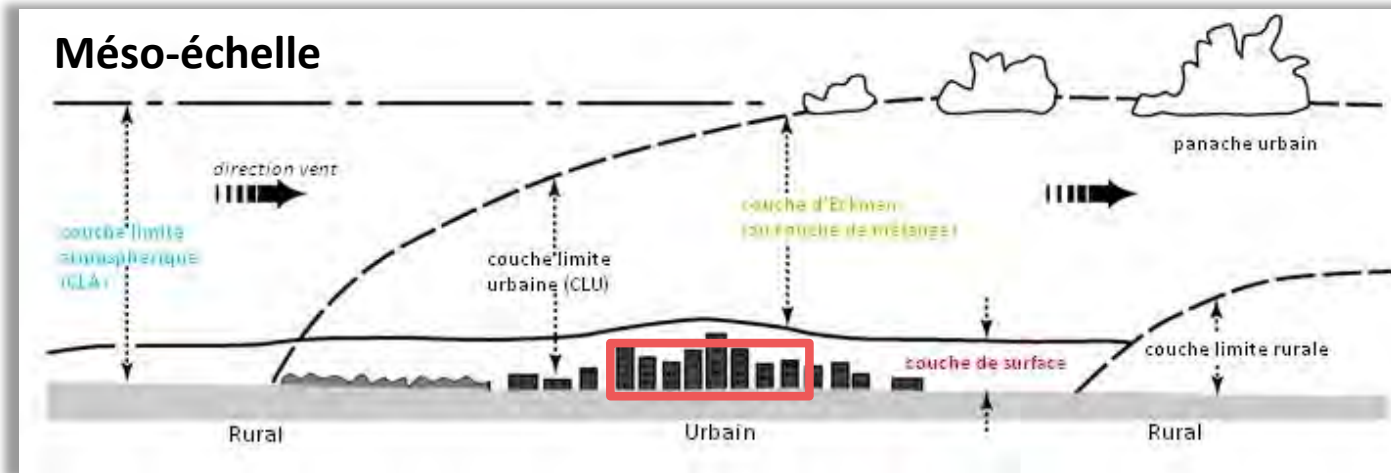
Etudier le climat urbain c'est s'intéresser aux couches de la **troposphère** les plus proches du sol, qui constituent la **couche limite atmosphérique (CLA)**.



Notion d'échelle

Considérant des phénomènes d'une période de 24 h, on s'intéresse plus précisément à la **couche limite atmosphérique (CLA)**.

Il s'agit d'une couche turbulente dont l'épaisseur, assez variable suivant la nature de la surface sous-jacente, reste de l'ordre de 1500 m le jour et 100 m la nuit.



Enfin, considérant l'**usager de la ville**, on s'intéresse à la **micro-échelle urbaine** (rues, places, enveloppes urbaines, aménagements)

Phénomène de l'îlot de chaleur urbain (ICU)

Il se produit dans la couche limite atmosphérique. Le terme est utilisé pour indiquer les *écarts de température de l'air* observés entre les *zones urbaines* et les *zones rurales environnantes*

- La *température de l'air en ville* est plus élevée que celle dans les zones périphériques plus rurales

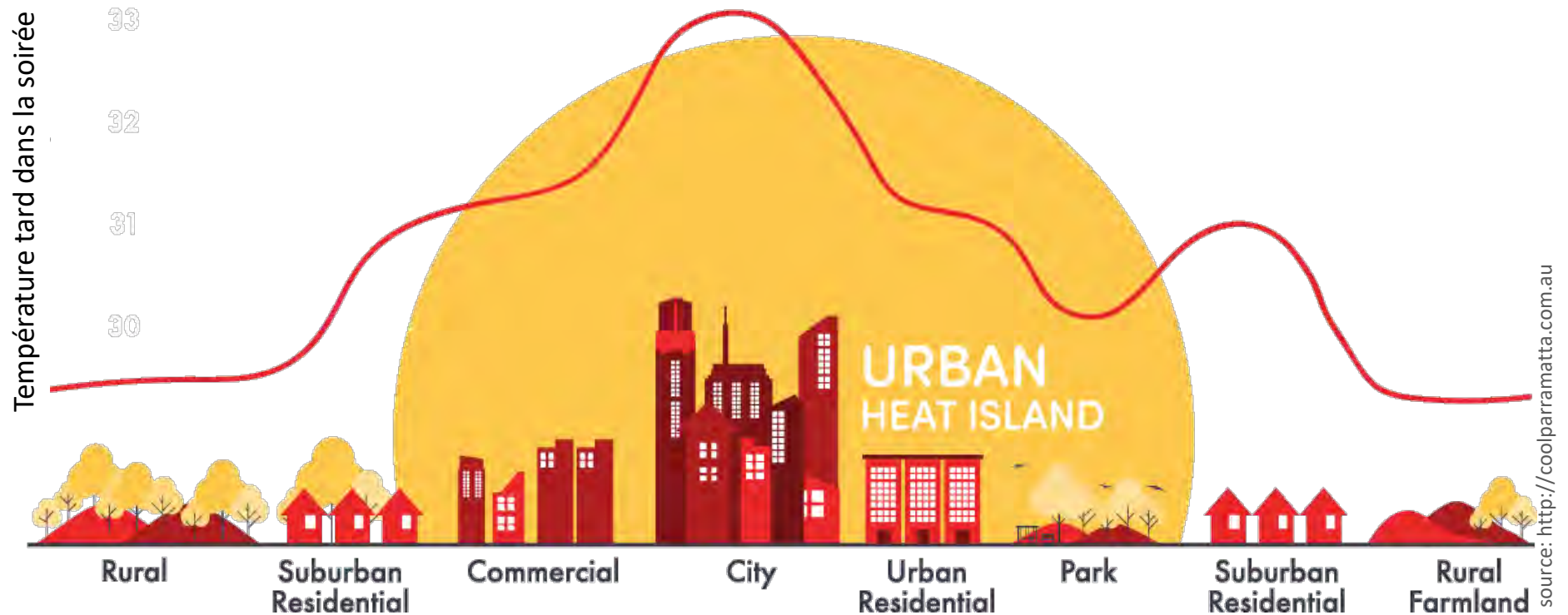


Fig.: Principe du phénomène de variation de la température de l'air selon la zone

- En général cette situation s'observe tout au long de la journée et l'effet *s'intensifie pendant la nuit*.

La nuit la différence de température entre la ville et la périphérie est plus importante : **la ville n'arrive pas à se refroidir !**

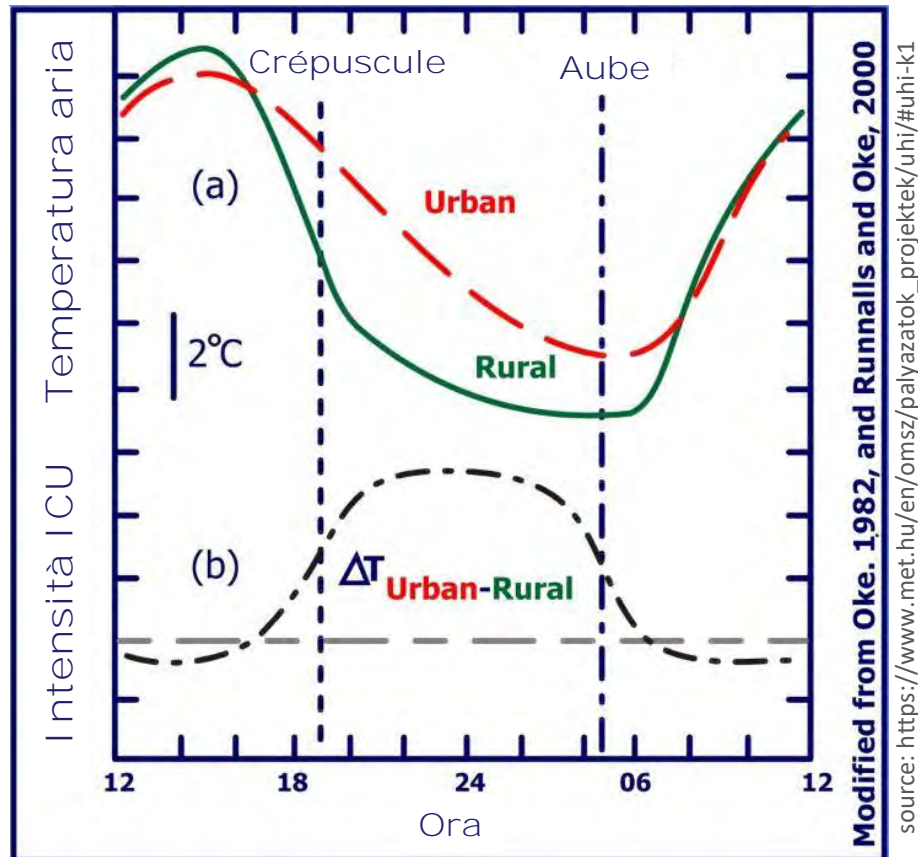


Fig.: Profils de la variation journalière de la température de l'air en zone urbaine et rurale.
Profil de l'intensité de l'ICU (différence température urbaine – rurale).

Démonstration

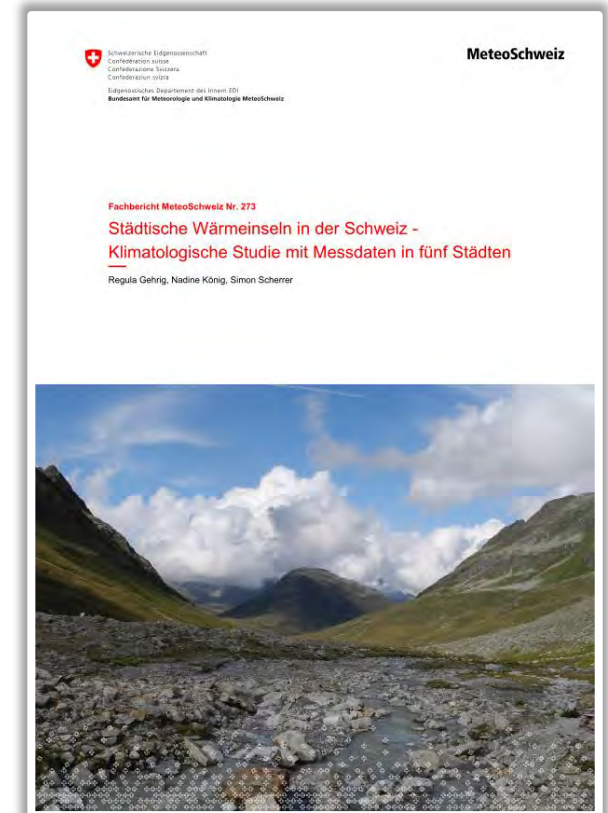
Le monitoring de l'ICU de la canopée urbaine nécessite des mesures de température **continues et conformes** en **zone urbaine** et en **zone rurale**. Afin de pouvoir comparer les lieux, on applique un **protocole de traitement des données mesurées**.

En 2018 meteosuisse a publié une étude sur l'intensité de l'ICU à partir de mesures longue durée de 5 stations nationales, cantonales et universitaires.

Pour Genève on a notamment utilisé les données de la station de mesure située sur le toit de HEPIA, en centre-ville.

Référence.

Gehring, R., König, N., Scherrer, S.: 2016, Städtische Wärmeinsel in der Schweiz – Klimatologische Studie mit Messdaten in fünf Städten, Fachbericht MeteoSchweiz, 273, 61 pp. MeteoSchweiz, © 2018 (disponible gratuitement sur le site meteosuisse.ch)



Exemple pour la ville de Genève

Station de référence
zone périphérique
Genève-Cointrin
MétéoSuisse



Image : Aéroport international de Genève, vue d'avion

Station de référence
zone urbaine
Rue de la Prairie 4
HES-SO//Genève. HEPIA



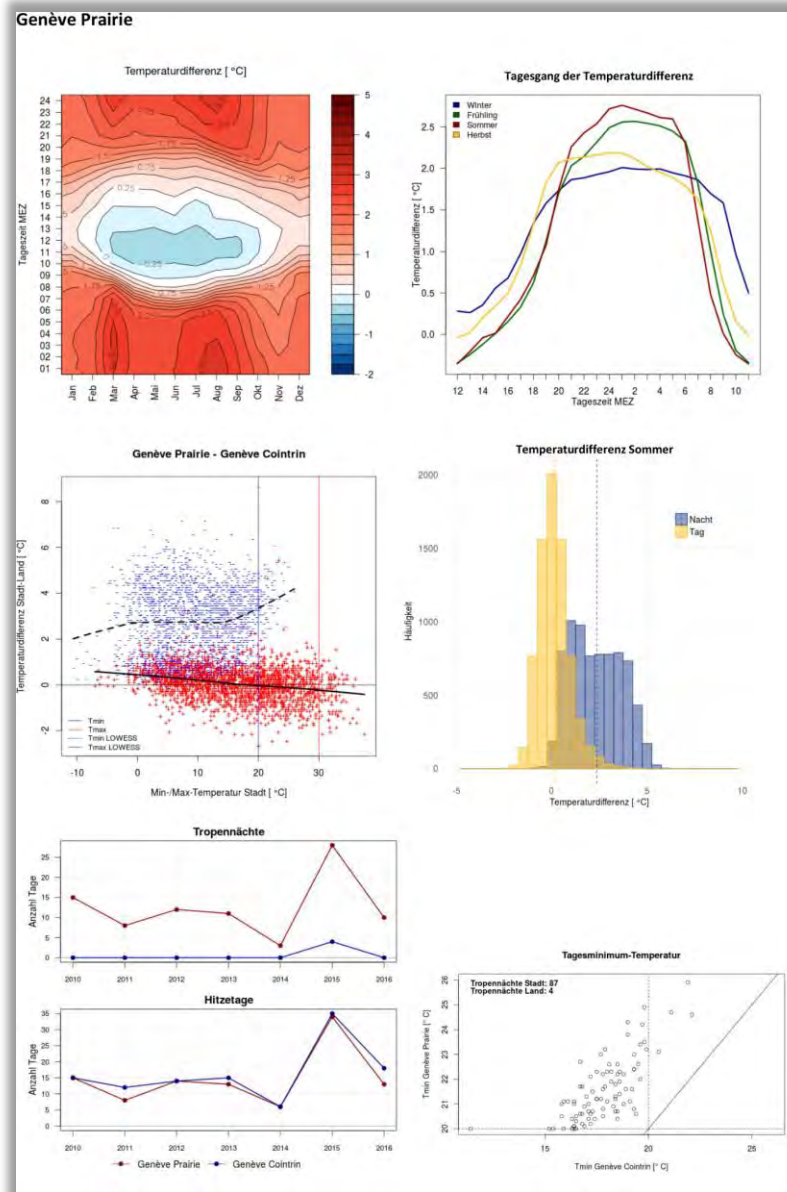
Image : station Genève / Cointrin (GVE). © MétéoSuisse



Image : station Genève / Prairie (HEPIA)
© R.Camponovo

Focus sur quelques résultats de la station Prairie (HEPIA)

Source : Fachbericht MeteoSchweiz Nr. 273



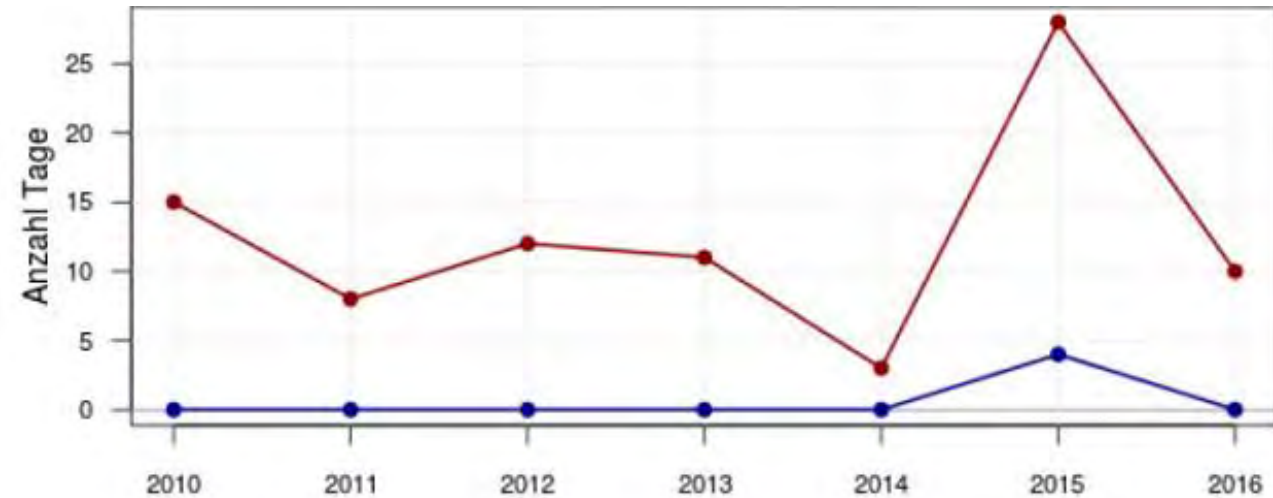
NB : au préalable les auteurs de l'étude ont procédé au contrôle de qualité des données, à leur uniformisation, et à l'attribution des «zones climatiques locales (LCZ)»

Focus sur quelques résultats de la station Prairie (HEPIA)

Source : Fachbericht MeteoSchweiz Nr. 273

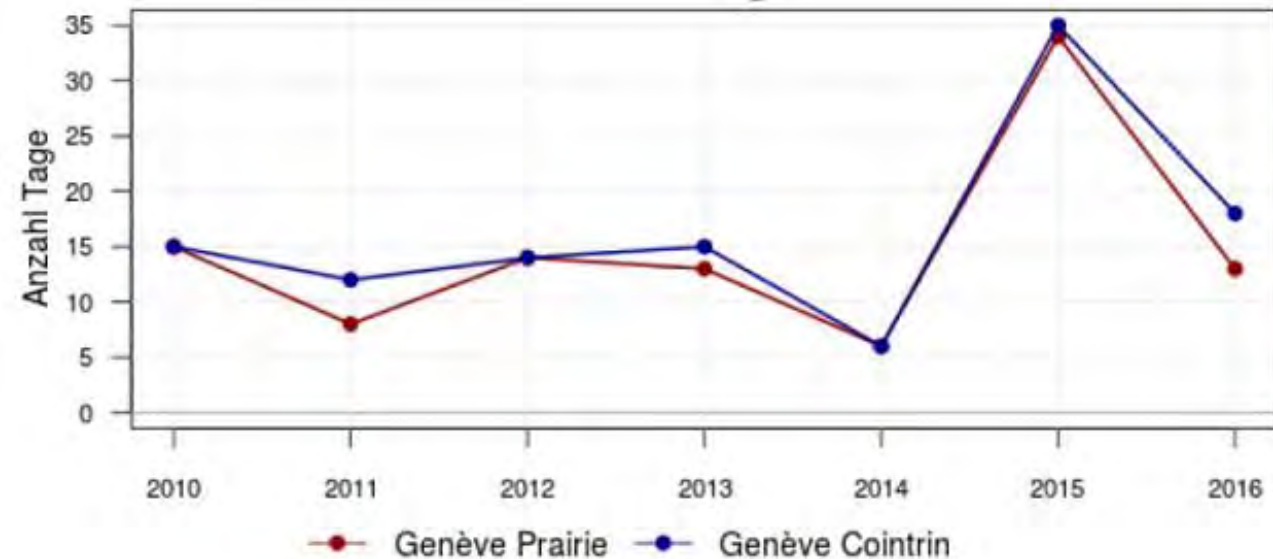
Nombre de *nuits tropicales*

Au cours d'une nuit tropicale la température ne descend pas en dessous de 20 °C



Nombre de *jours de canicule*

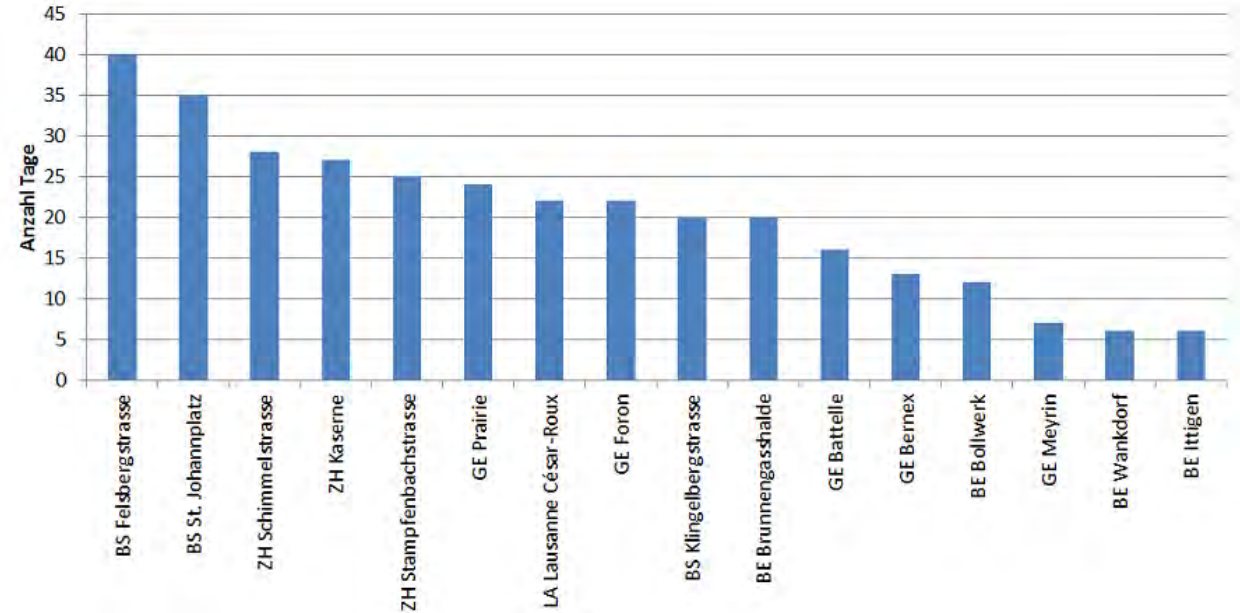
Au cours d'une journée caniculaire la température maximale est égale ou supérieure à 30 °C



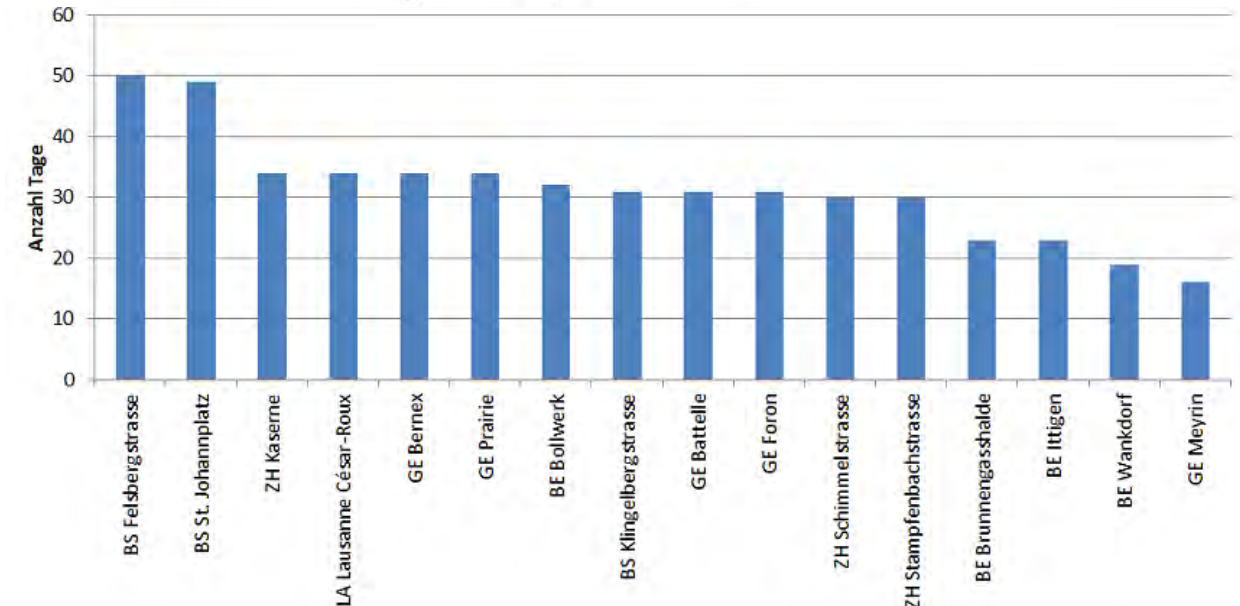
Focus sur quelques résultats de la station Prairie (HEPIA)

Source : Fachbericht MeteoSchweiz Nr. 273

Nombre de *nuits tropicales*
(été 2015, stations urbaines et périphériques)



Nombre de *jours de canicule*
(été 2015, stations urbaines et périphériques)



Et au niveau de la rue (lieu où les usagers de la ville se déplacent) ?



Image : station Genève / Prairie (HEPIA)
© R.Camponovo

Station de référence

zone urbaine

Rue de la Prairie (H toit à env. 25 m)



Vue depuis la station Genève / Prairie en direction de la «couche piéton»
© R.Camponovo

Station

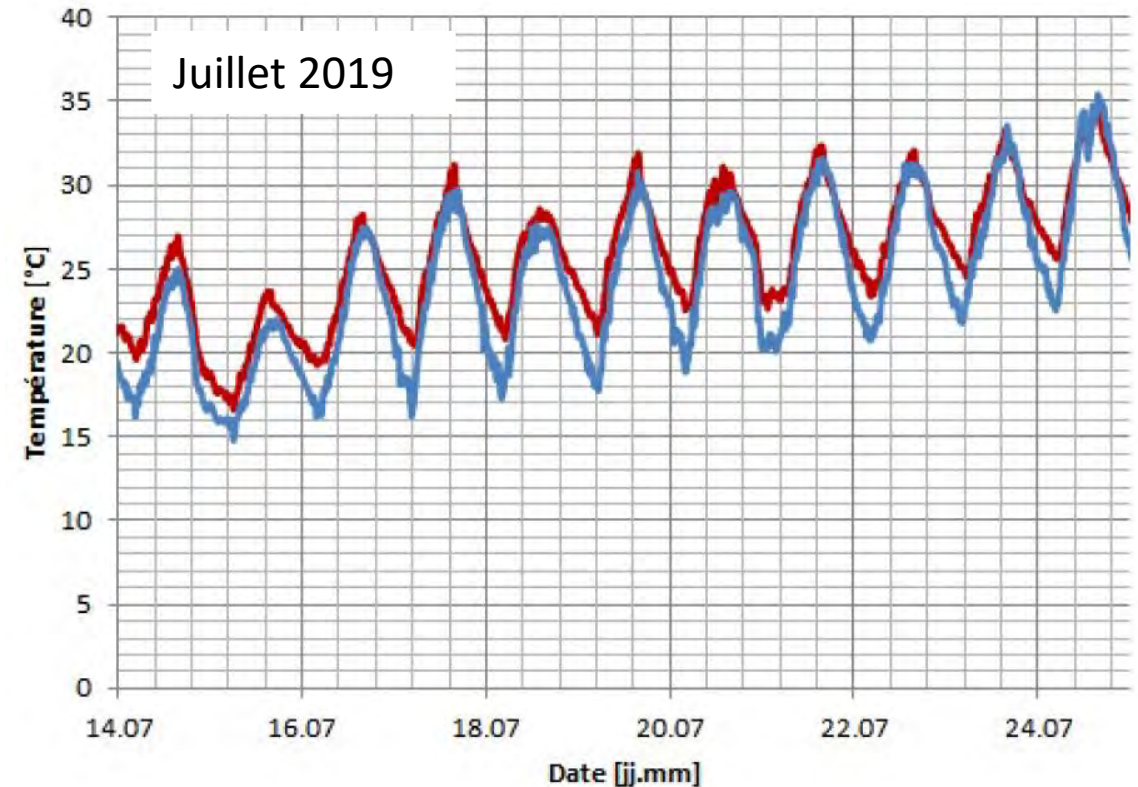
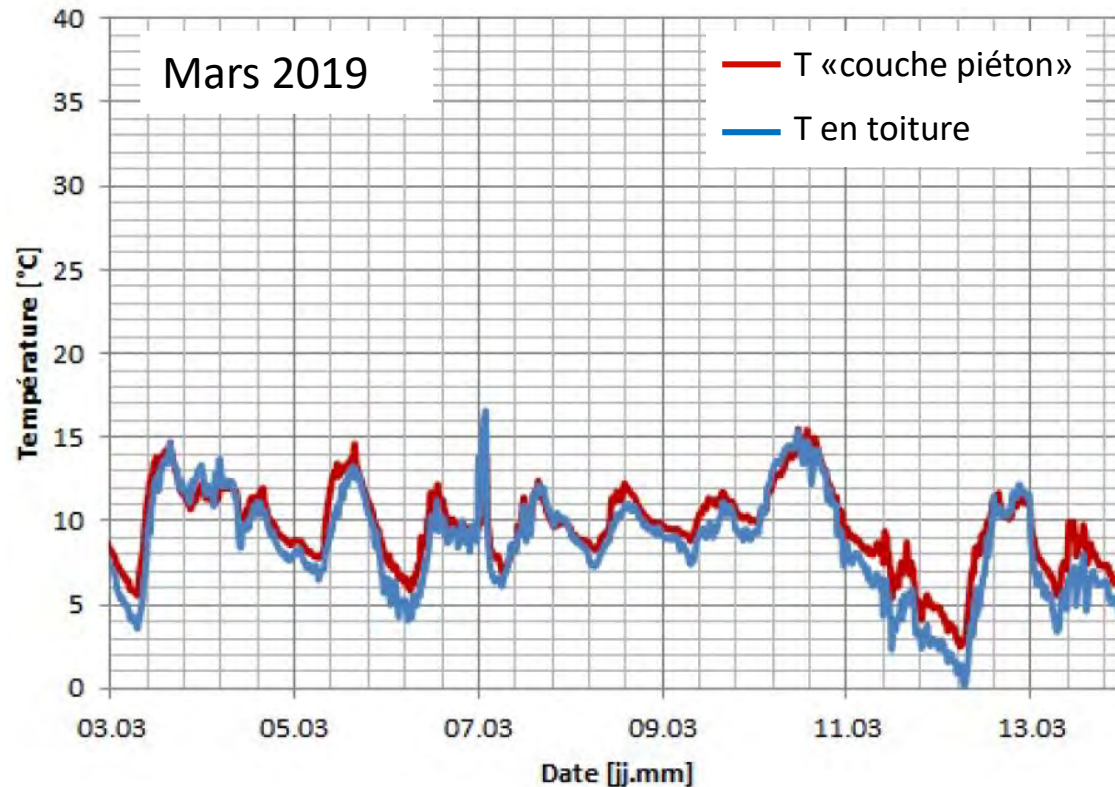
«couche piéton»

Rond-point Prairie (à H env. 3 m)



Vue de l'emplacement de la station «couche piéton»
© R.Camponovo

Focus sur quelques résultats de la station rond-point Prairie «couche piéton»



Graphiques : Température de l'air *station «couche piéton»* (rouge) et *station toit* (bleu) sur deux périodes caractéristiques

Sur la période estivale on observe une **différence nocturne supplémentaire** entre la «couche piéton» et la température en toiture de 2,5 à 3 °C, **soit d'environ 5 à 6 °C au total entre la «couche piéton» et la zone périphérique.**

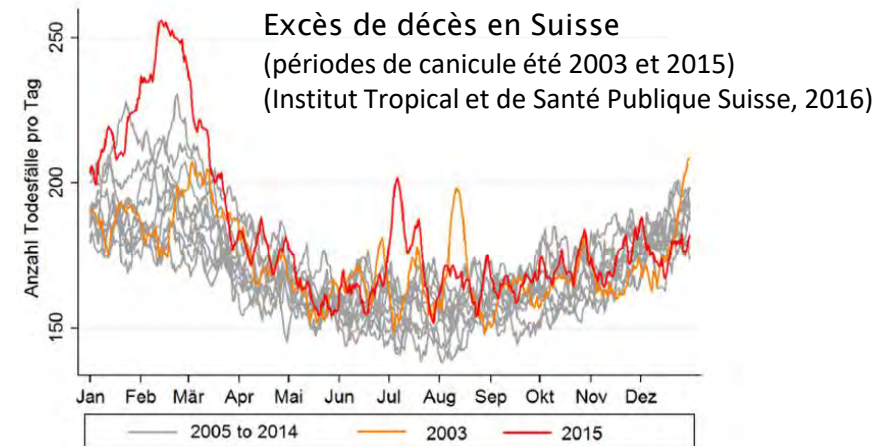
Importance et intérêt de l'échelle **microclimatique urbaine**

Le *stress climatique urbain* provoque des dommages collatéraux sur :

- **La santé et le bien-être des habitants (vulnérabilité des seniors)**
(en 2045 le 25% de la population en Suisse sera constitué de seniors)



Image : swissinfo



- **La nature (vulnérabilité de la végétation)**



Image : L.Chabbey. HEPIA



Simulation morphologique de la situation actuelle et future d'une forêt en Suisse
(source : revue LA FORÊT 12/2016, Rosenweg 14, 4501 Soleure)

L'échelle **microclimatique urbaine** à l'échelon cantonal et communal

- Correspond à l'échelle où les *Autorités agissent quotidiennement*
- C'est l'échelle où *vit le citoyen* et qui *influence en plus son bien-être (non seulement climatique)*



image: J.Brouillard, uni Laval (CND)

Le **bien-être des habitants** en ville au centre des travaux du LEEA/HEPIA

- Pour permettre aux **Autorités** de réaliser des projets urbains qui ont un effet positif sur le microclimat urbain et les habitants nonobstant l'augmentation des températures
- Pour mettre à disposition des **urbanistes, paysagistes, architectes** des connaissances actualisées, spécifiques aux contextes microclimatiques locaux, robustes, à valoriser dans le développement des projets
- Pour éviter des investissements échoués sous l'angle de l'atténuation climatique

Fondamental de bien comprendre de façon sensible et objective les interactions entre

humain – urbanisme – végétal - aménagements

en ayant recours à une méthodologie et à des instruments adaptés à la finesse du problème et à l'échelle d'intervention

Développement du **climatmètre**

- But : restituer le *ressenti des personnes* et des éléments végétaux (arbres) et *comprendre l'interaction avec l'espace urbain environnant* afin de projeter/intervenir en toute *connaissance de cause* et éviter de recourir à des intuitions non confirmées.



Chaque seconde le climatmètre mesure ce que ressent physiologiquement l'usagers de la ville

- Temp. air, humidité
- Niveau de bruit (dB)
- Bande son
- Températures radiantes directionnelles : avant, arrière, droite, gauche, sol, ciel
- Deux caméras hémisphériques (vers le haut et vers le bas) qui filment en continu, afin de coupler chaque mesure au lieu/conditions présentes au moment de la mesure («*donner des yeux aux capteurs*»)

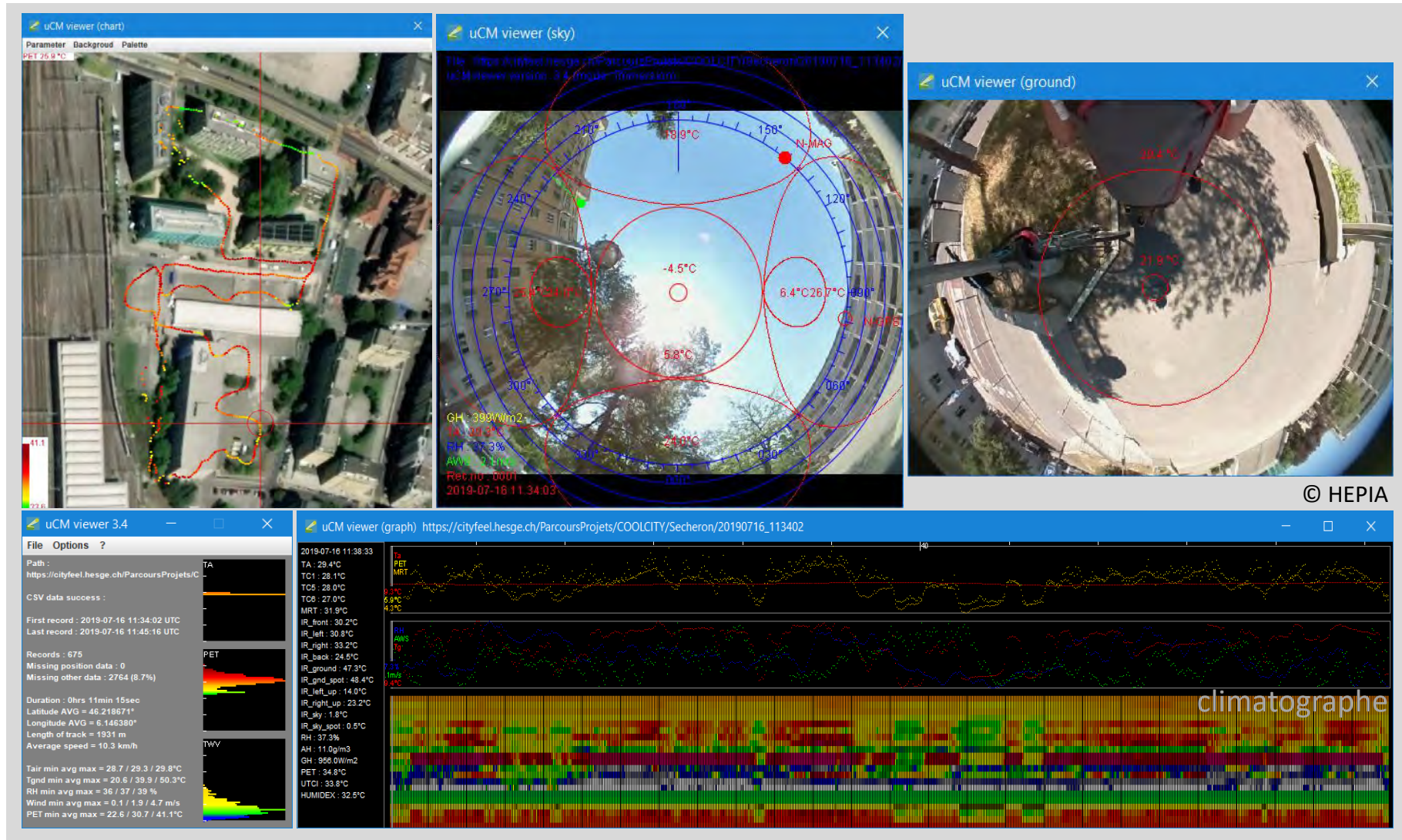


photo : R.Camponovo

- Profil vertical de température (pieds – tête)
- Turbulence thermique
- Vitesse et direction des airs
- Qualité de l'air : CO₂, CO, NO_x, O₃, SO_x, PM 1 - 2.5 - 10 (μparticules)
- Géolocalisation par GPS
- Plateforme inertielle
- Irradiation solaire

Visualisation des parcours climatiques, des mesures et analyse sensible

- Le viewer interactif, développé spécifiquement, facilite l'analyse des données récoltées lors des parcours et permet de revivre les trajets de façon quasi immersive.



«température et températures»

- Comparaison entre température de l'air (à gauche) et température physiologique équivalente PET (à droite) qui est plus représentative de ce que ressent réellement un être-humain. Variations plus importantes pour la PET.



Température de l'air



Température physiologique équivalente, déterminée à partir des valeurs mesurées

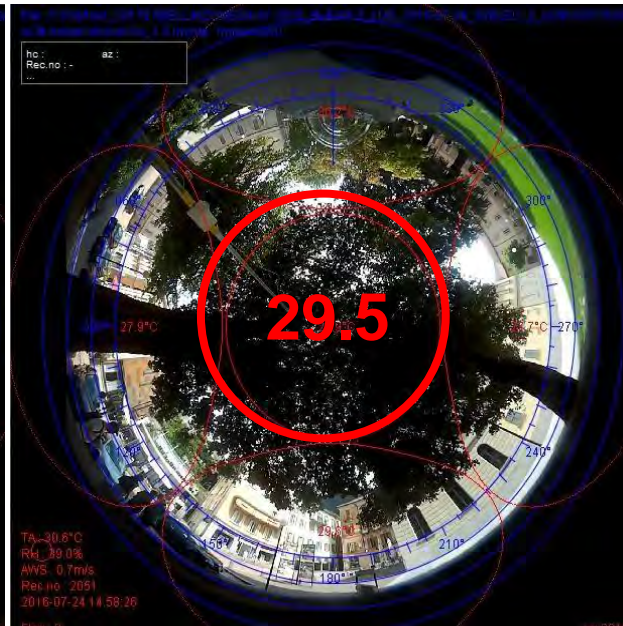
© HEPIA

«températures radiantes»

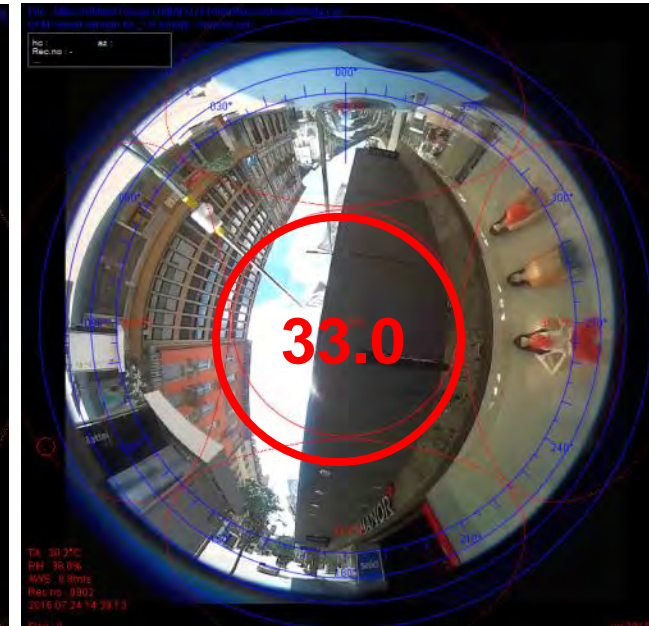
- Température radiante perçue par le piéton sous différents dispositifs d'ombrage (toile tissus, arbre, casquette béton) lors d'un même parcours urbain avec une température de l'air constante à 30,5 °C .



Toile tissus



Arbres

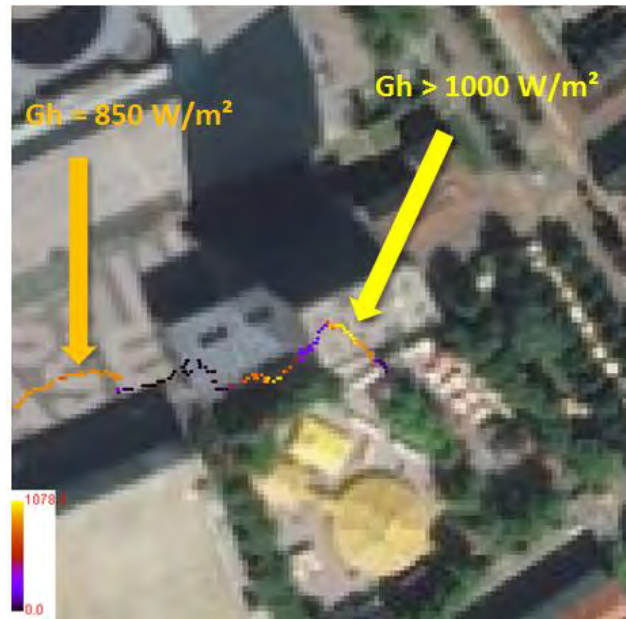


Casquette béton

© HEPIA

«effet miroir»

- Le rayonnement direct du soleil est un des facteurs qui influence le stress thermique. Certaines surfaces qui composent l'enveloppe urbaine ont un effet miroir qui aggrave la situation, typiquement les façades vitrées ou métalliques.



© HEPIA

Effet miroir sur une façade en verre. Gh exprime le rayonnement solaire global horizontal.

Sur la place le rayonnement incident est de 850 W/m^2 ; devant la façade en verre qui réfléchit, le rayonnement monte au-delà de 1000 W/m^2 .

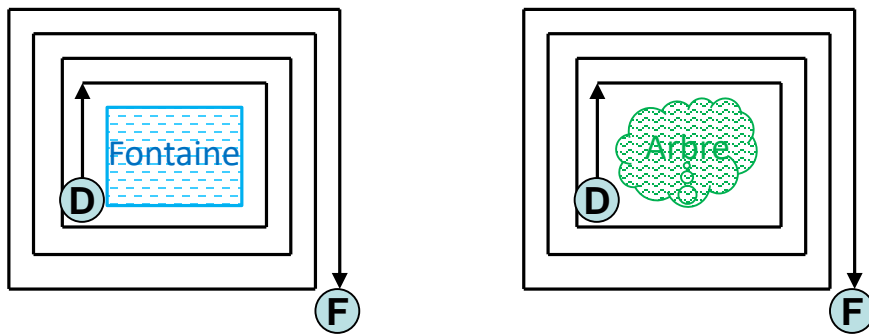
Aperçu méthodologique : cas des spots pour les thématiques eau et arbres

Appréhender l'étendue spatiale des effets climatiques produits par les différents spots.

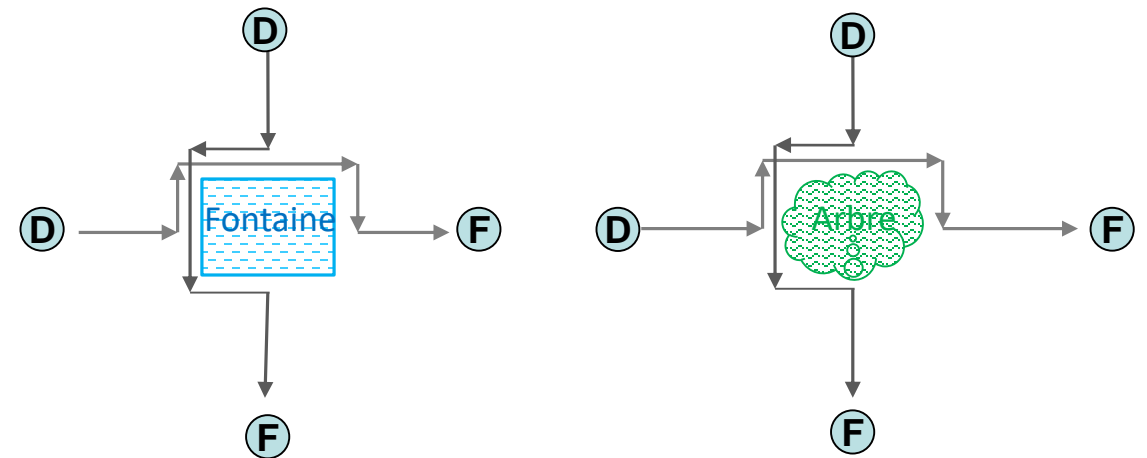
Éléments du protocole «spot eau / arbres» (fontaines, bassins, jeux d'eau, marres, ...) :

- relever les mesures dans un périmètre valant 2 ou 3 fois la taille du spot,
- relevés selon une trajectoire concentrique en s'éloignant du spot,
- relevés selon deux transept perpendiculaires centrés sur le spot,
- relevés de préférence lorsque la température est maximale (14 h),
- reproduire les relevés sur plusieurs jours différents, selon besoins heures différentes.

Relevés concentriques eau / arbre



Relevés par transepts perpendiculaires eau / arbre

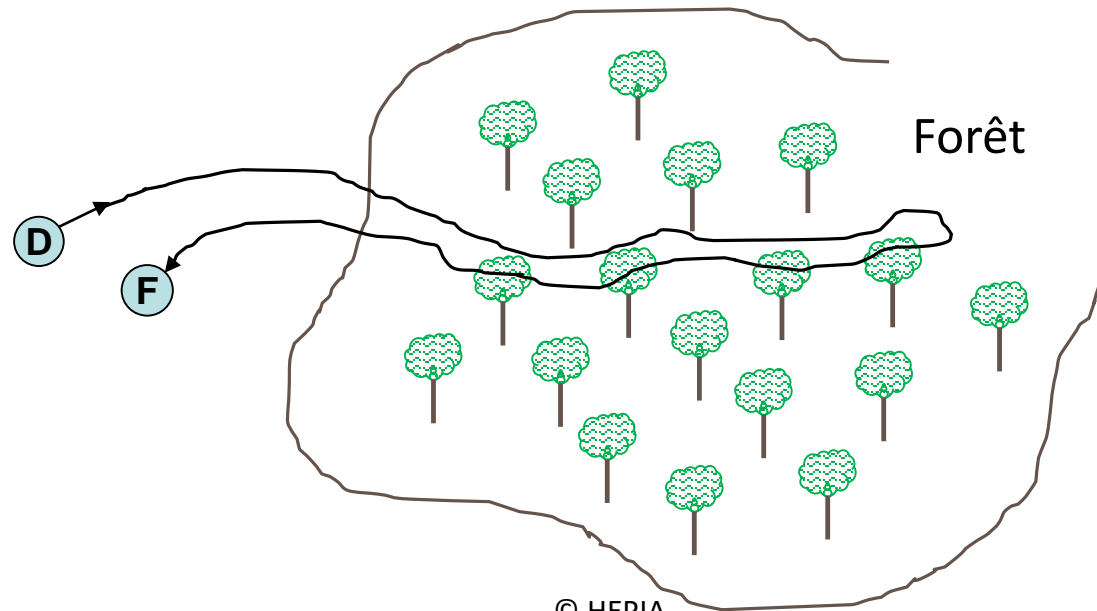


Aperçu méthodologique : cas des spots pour les thématiques eau et arbres

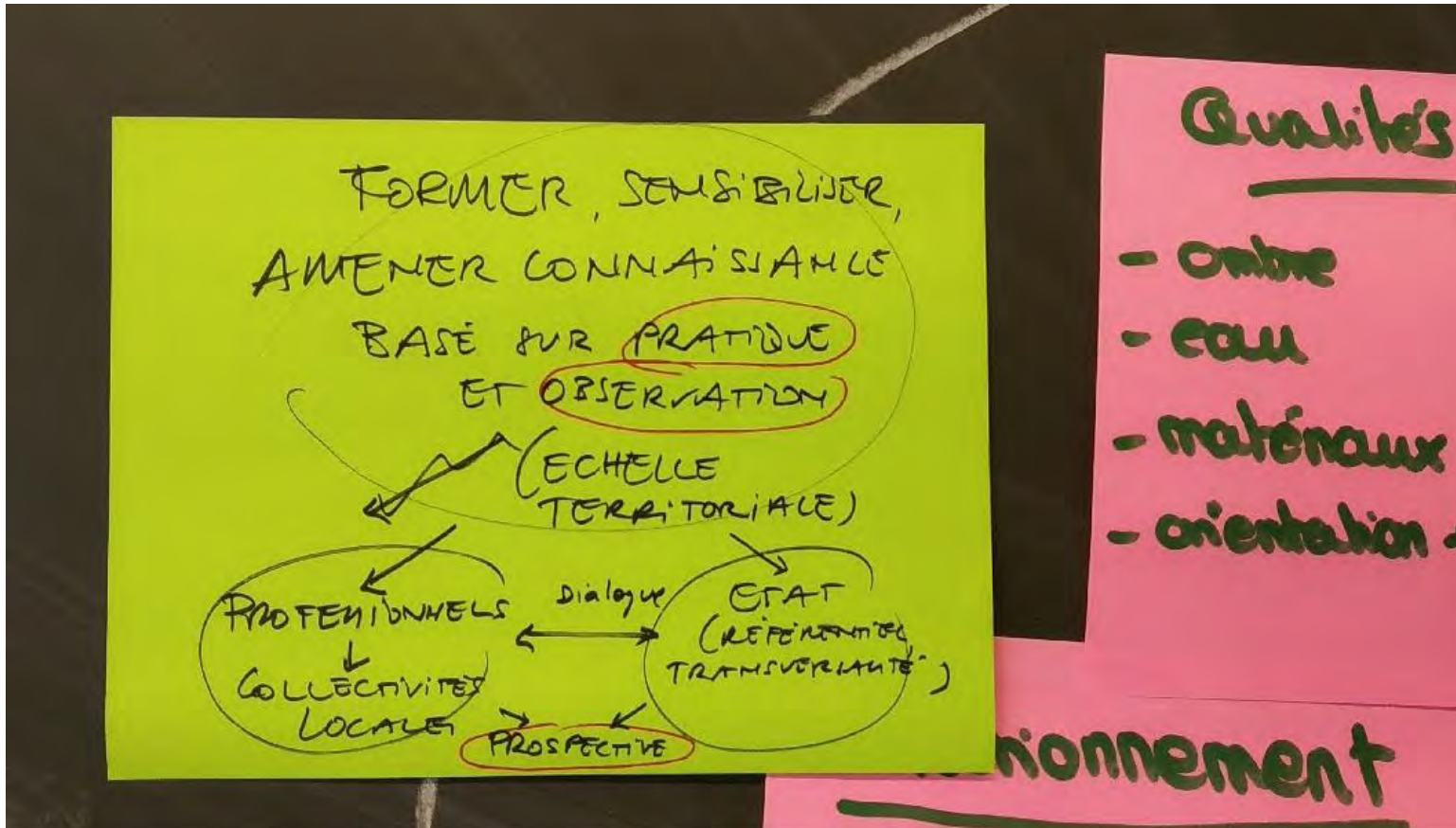
Appréhender l'étendue spatiale des effets climatiques produits par les différents spots.

Éléments du protocole «spot forêt» :

- point de départ des relevés entre 100 et 200 mètres hors de la forêt,
- relever sous forme de transept aller-retour entre l'extérieur et l'intérieur de la forêt,
- écart de 2 m entre chemin aller et retour (pour éviter la superposition des points),
- relever les caractéristiques du parcours effectué à l'extérieur de la forêt,
- reproduire les relevés sur plusieurs jours différents, selon besoins heures différentes.



Augmenter les connaissances et partager les savoirs afin que ce qui est projeté aujourd'hui tienne compte de la situation climatique dans 20 – 40 ans



Atelier projet Hes-so GoClima (F.Joerin, G.Desthieux)
photo : R.Camponovo, HEPIA//LEEA

Le climamètre : applicable partout au profit d'une approche basée sur l'**observation**, la **compréhension**, l'**analyse** et la **description** de situations réelles comme base pour les projets

Projets en cours qui contribuent à la construction des connaissances

<p>CoolCity</p>	<p>Programme pilote d'adaptation aux changements climatiques. Phase 2</p>		<p>OFEV, Etat de Genève, Latitude durable, UNIGE, HEPIA</p>
<p>Constellations urbaines vertes</p>	<p>Plateforme développement urbain durable Hes-so//Genève et Office de l'urbanisme</p>		<p>Hes-so//Genève, Office de l'urbanisme et l'ensemble des offices du DT, Pictet & Cie., IMAD, Ville de Carouge</p>
<p>Parcours climatiques à Vernier</p>	<p>Ville de Vernier (GE)</p>		<p>Service de l'urbanisme et développement durable, responsable M. I.Moro</p>
<p>Diagnostic climatique axe urbain</p>	<p>Ville de Lausanne</p>	 <p>Ville de Lausanne</p>	<p>Division Espaces publics, personne de référence: Mme. M.Alonso</p>
<p>Urbaconfort, parcours climatiques pour seniors</p>	<p>Ville de Genève</p>		<p>G'Innove, Service Agenda 21 de la Ville de Genève</p>
<p>Macadam</p>	<p>Hes-so, Programme Ra&D/P1</p>		<p>Hes-so, OCAN, OCEN</p>



Merci pour votre attention!

reto.camponovo@hesge.ch

