



# Un îlot de fraîcheur dans l'espace public

8e Congrès national Smart City, 1<sup>er</sup> juin 2023

R. Compagnon

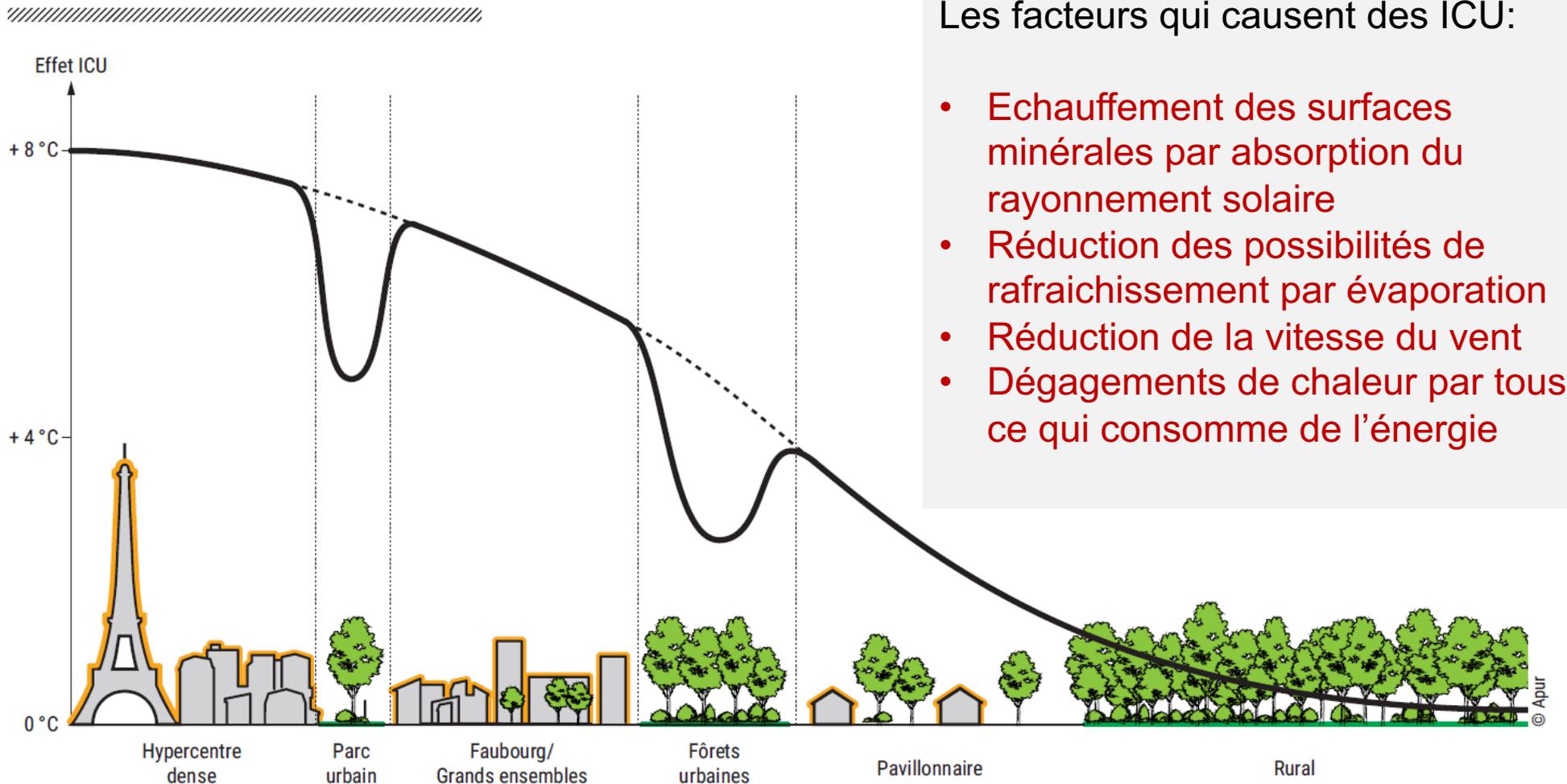
[raphael.compagnon@hefr.ch](mailto:raphael.compagnon@hefr.ch)



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg  
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

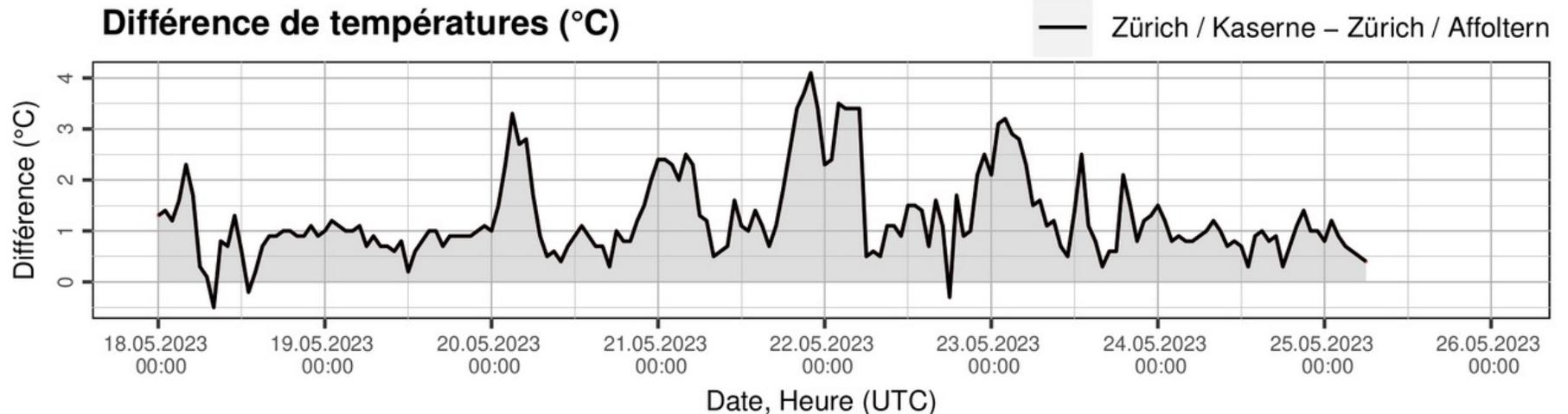
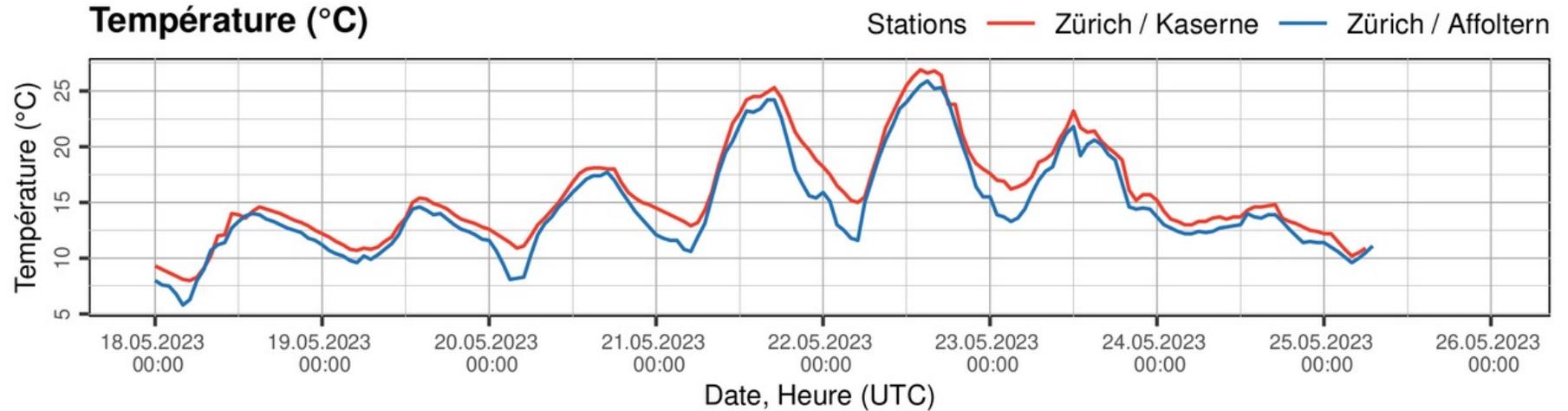
# Effet d'îlot de chaleur urbain (ICU)

## COURBE DE TEMPÉRATURE



# Exemple d'ICU observé en Suisse

## Comparaison des températures ville – campagne



# Atténuer les ICU: un sujet actuel qui concerne toutes les villes!



Villes dans lesquelles les ICU ont été étudiés entre 2013 et 2022

**Attention: le réchauffement climatique n'est pas la cause initiale des ICU! Par contre il contribue à les amplifier.**



# DEMO-MI2: Démonstrateur de mesures de mitigation microclimatique)

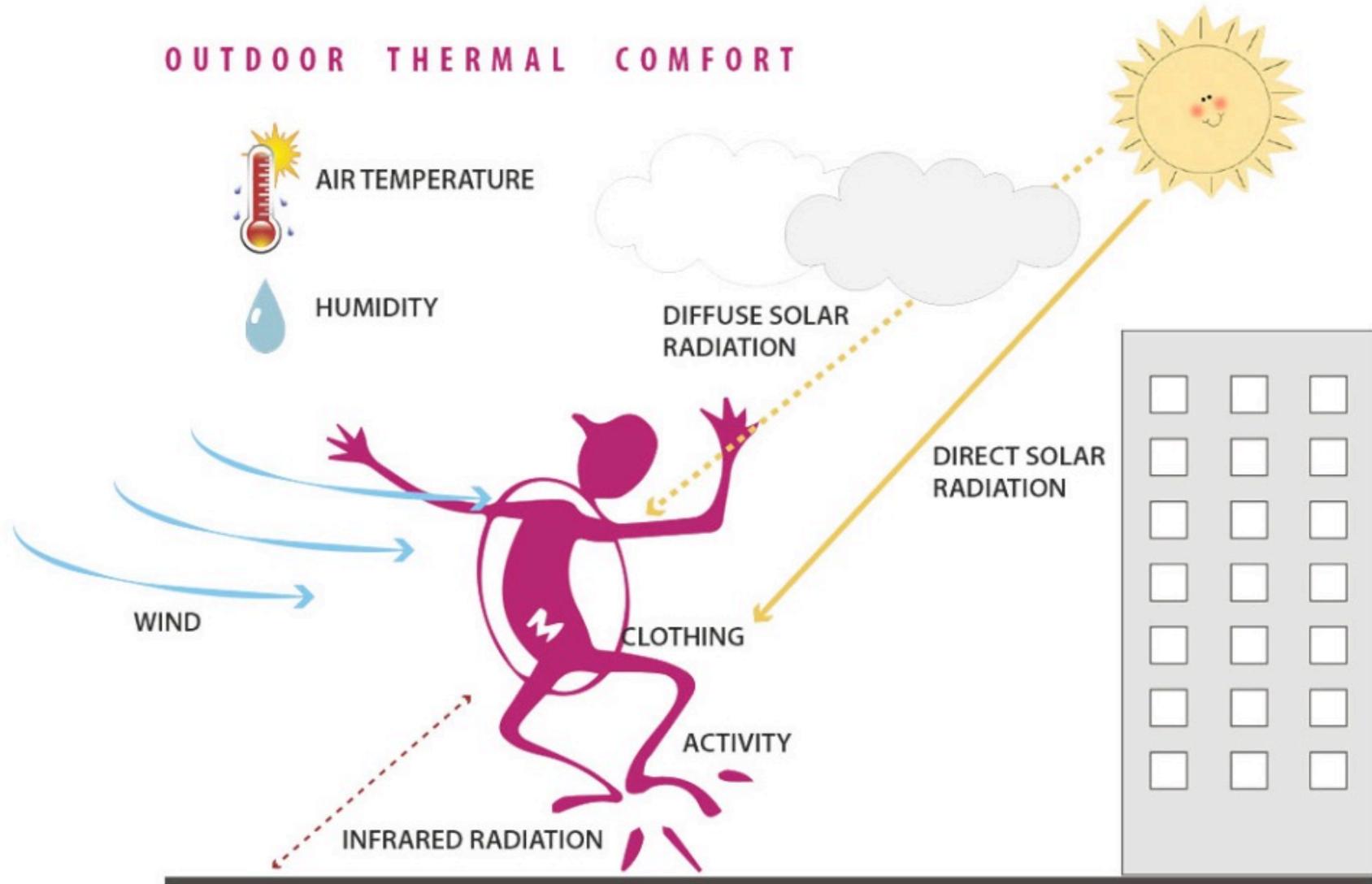




# Description du projet

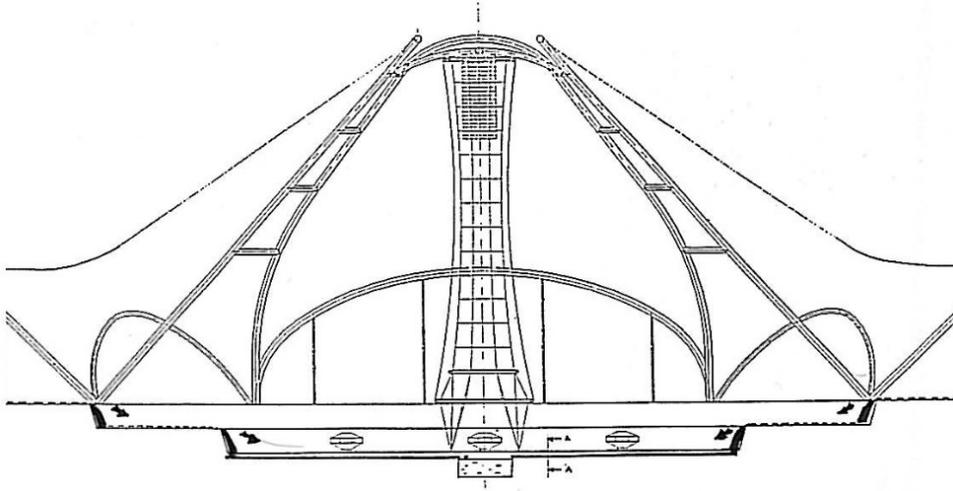
- Buts: construction et expérimentation d'un pavillon mobile de démonstration de plusieurs moyens naturels de rafraîchissement d'un espace public extérieur en conditions estivales
- Partenariat entre la HEIA-FR et la Ville de Fribourg
- Financement:
  - fond de recherche de la HEIA-FR dans le cadre de sa collaboration au Smart Living Lab
  - Ville de Fribourg Travaux de conception, de réalisation et d'expérimentation
  - campagne de financement participatif et 10 sponsors Matériel
- Début du projet en été 2020, expérimentation à Fribourg sur 4 sites en été 2021, 3 sites en 2022 (Fribourg, campus EPFL) et 3 sites en 2023 (Gland, Lausanne et Fribourg)

# Quels paramètres affectent le confort thermique extérieur?

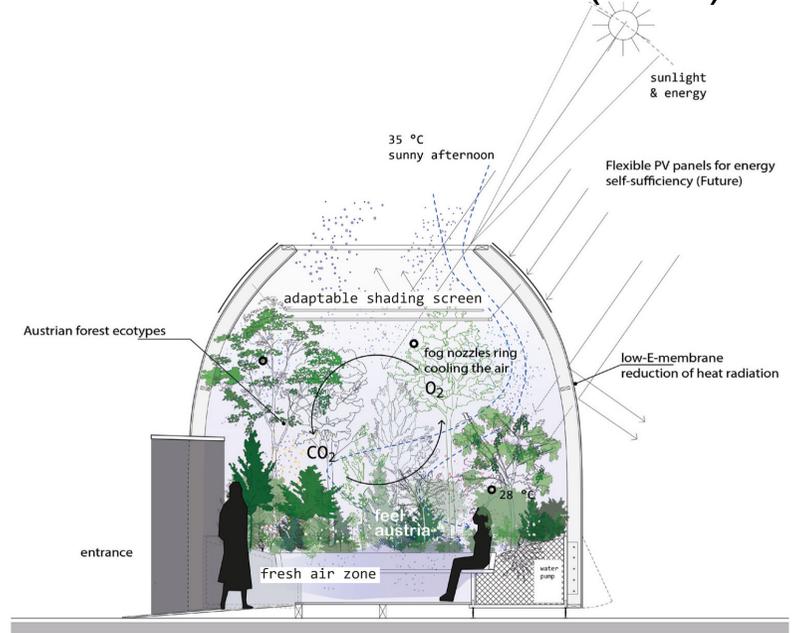


# Quelques références:

## Bioclimatic Rotunda (1990)



## AIRSHIP01 mobile forest (2016)



# Quelques références:

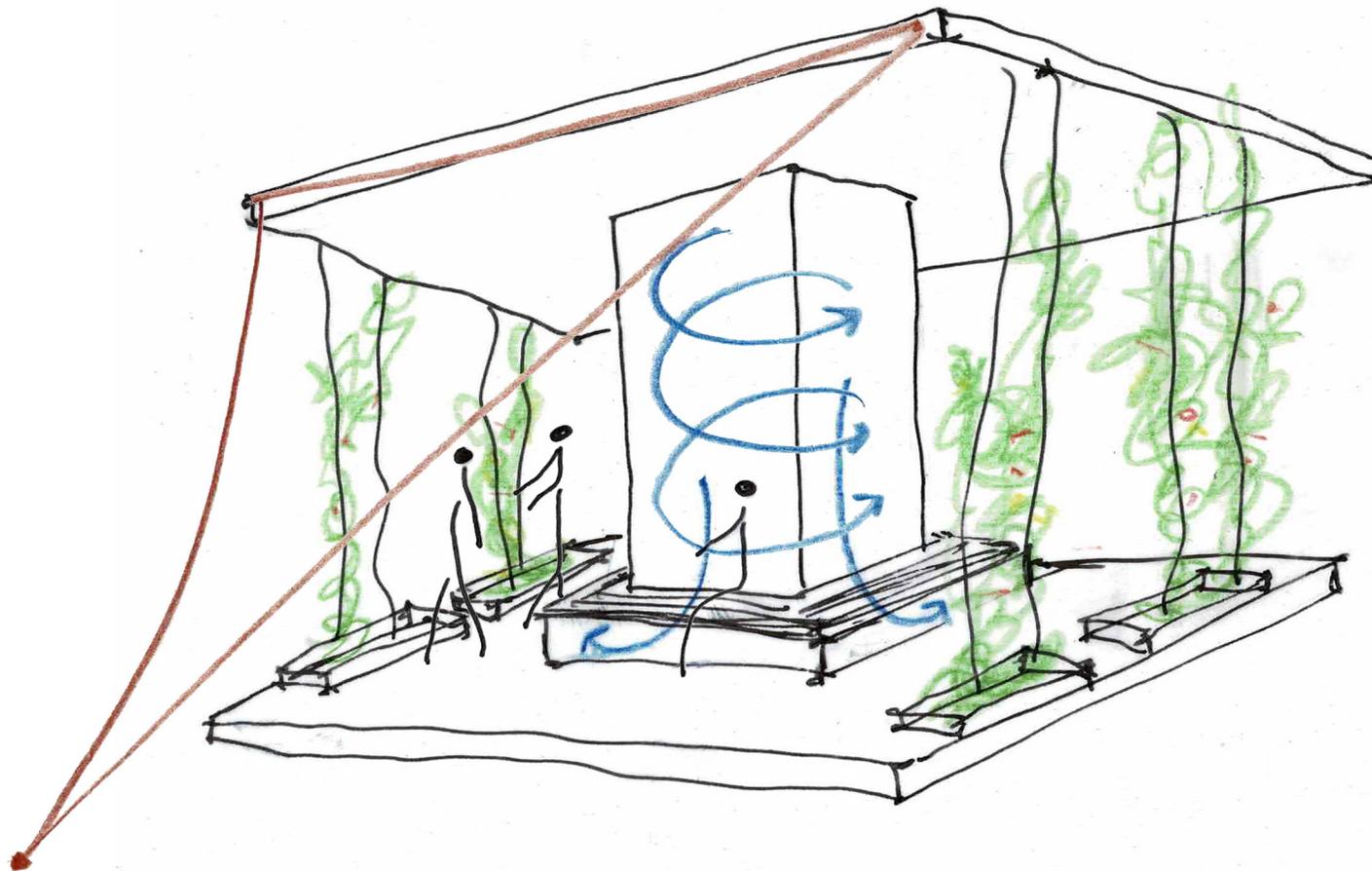
City tree (2017)



Cool-Tree Lite (2020)

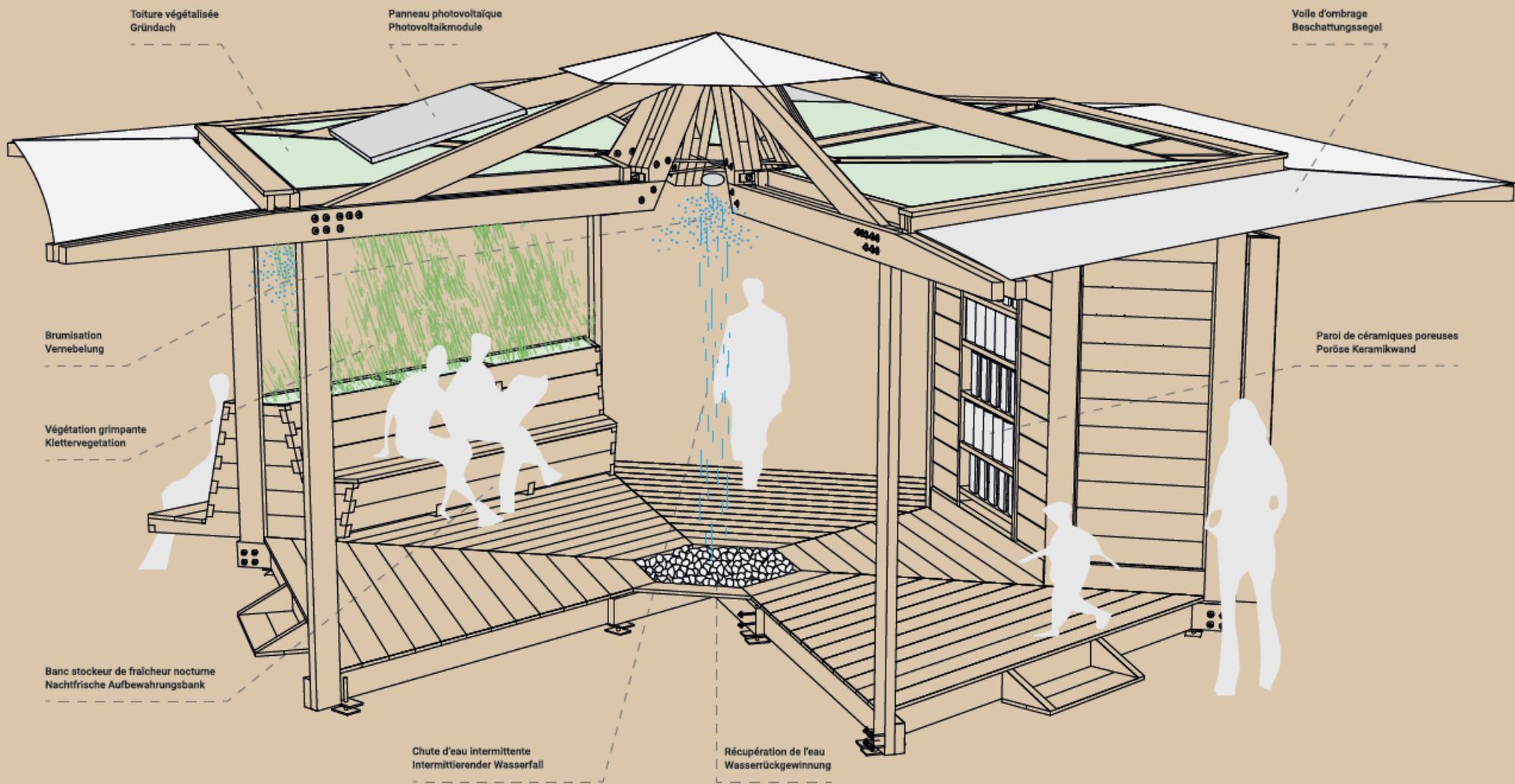


# Le pavillon DEMO-MI2 et ses dispositifs



Première esquisse au tout début du projet...

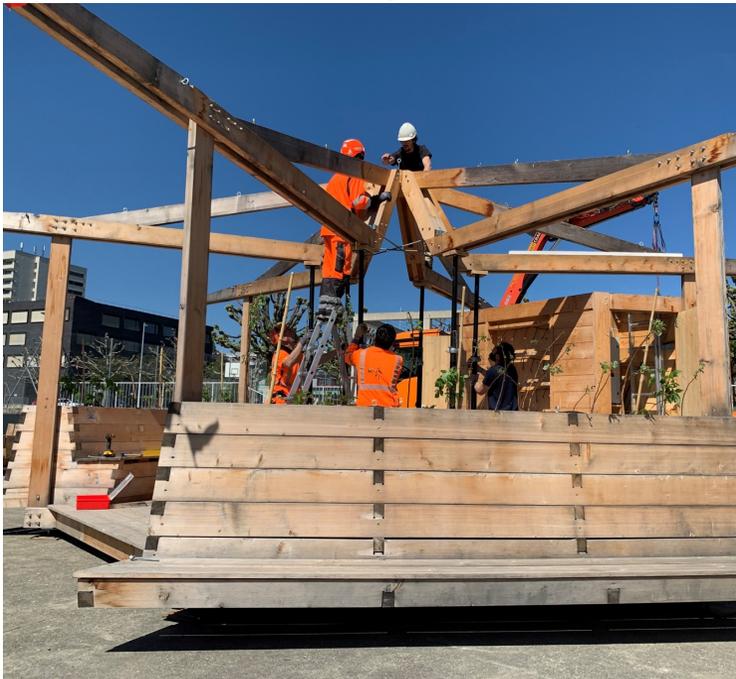
# Le pavillon DEMO-MI2 et ses dispositifs



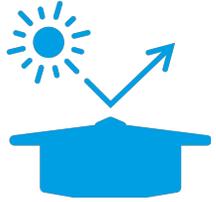
Structure en bois, raccords boulonnés, toiture inclinée vers le centre, contreventements par les bancs et le local technique. Usinage sur machine CNC de l'atelier du smartlivinglab.

# Les caractéristiques du pavillon

- Construction modulaire en bois local non traité et utilisation d'éléments récupérés 
- Alimentation électrique par 4 modules photovoltaïques 
- Récupération de l'eau de pluie en toiture + Réservoir 1000 litres 
- Démontage et remontage entre deux sites en ~1.5 journées



# Les moyens naturels de rafraîchissement



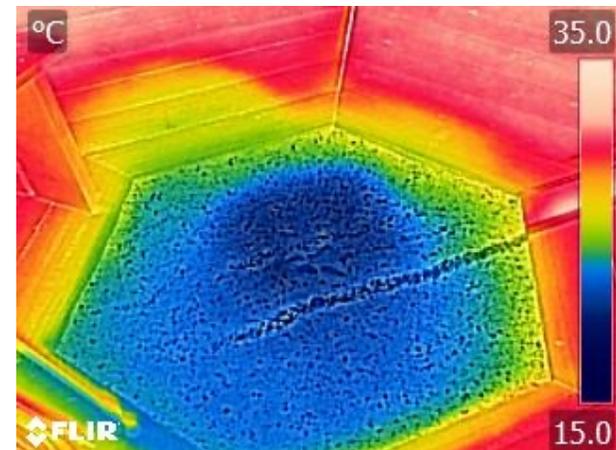
- Ombrage par la toiture, les toiles et la végétation
- Ecrantage du rayonnement thermique des surfaces environnantes par les mêmes éléments



# Les moyens naturels de rafraîchissement



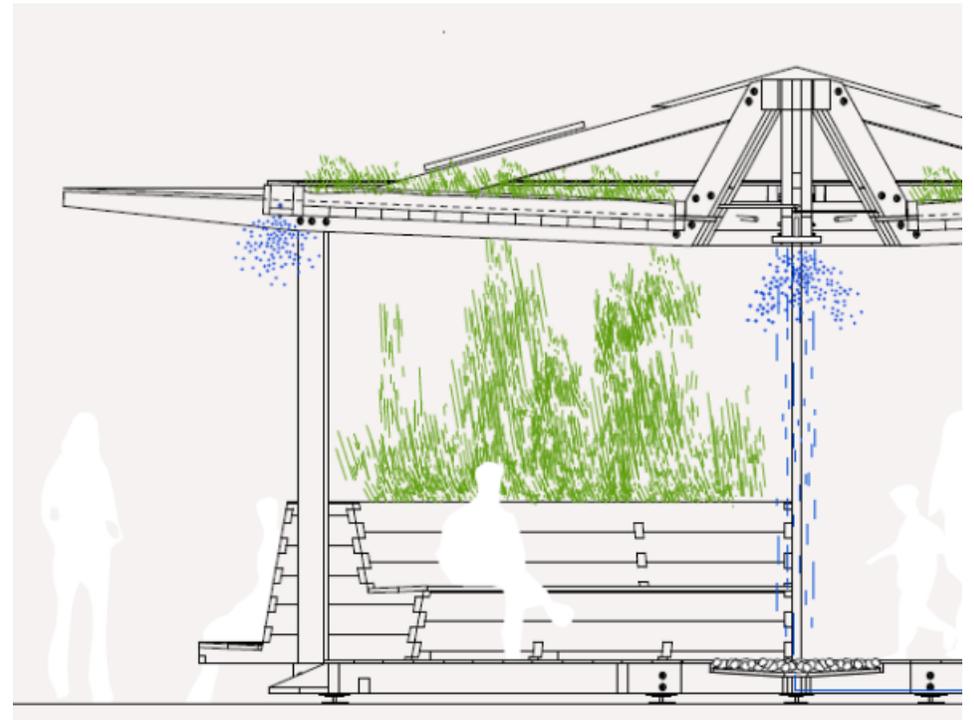
- Réduction de la température des surfaces par évaporation (végétalisation verticale, oyas en céramique poreuse, gravier mouillé)



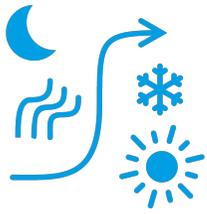
# Les moyens naturels de rafraîchissement



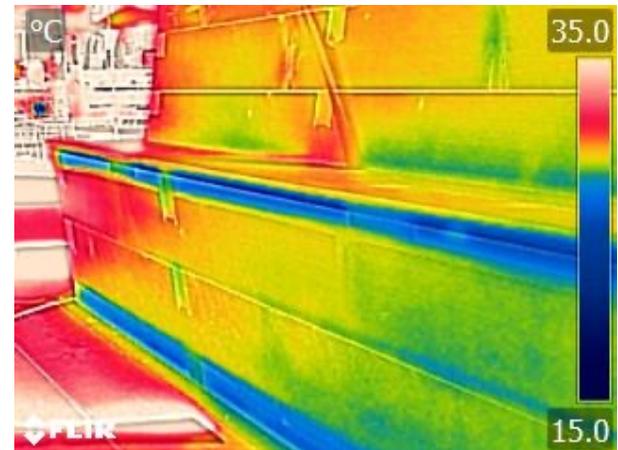
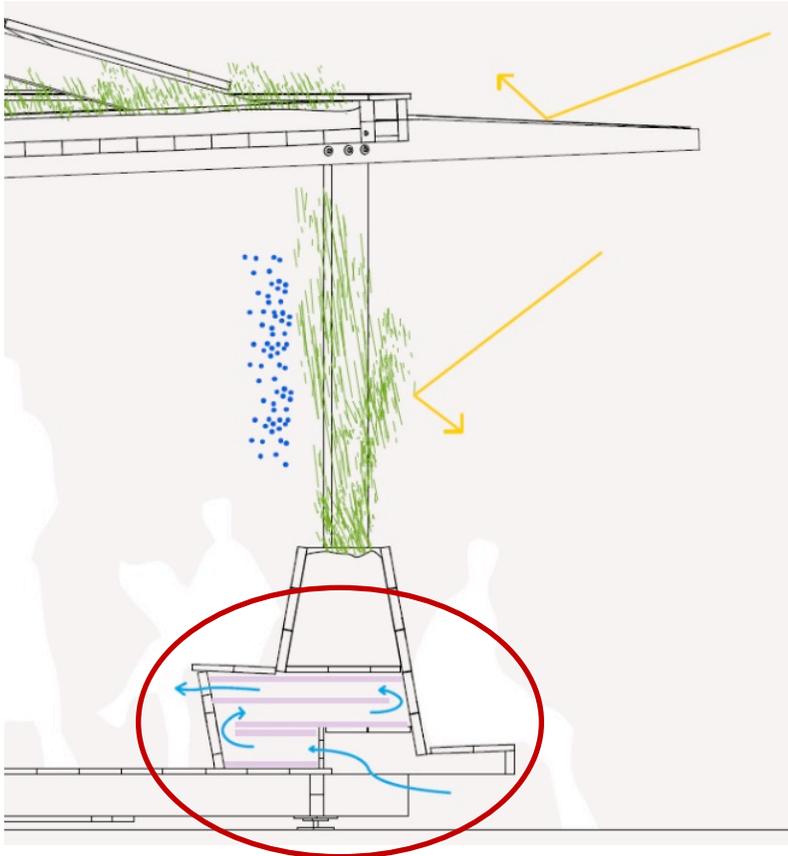
- Chute de gouttelettes d'eau et brumisation par intermittence (effet de rafraîchissement par évaporation)



# Les moyens naturels de rafraîchissement



- Stockage de la fraîcheur nocturne dans des bouteilles d'eau et matériaux à changement de phase placés dans les cavités des bancs et restitution en période chaude par ventilation forcée

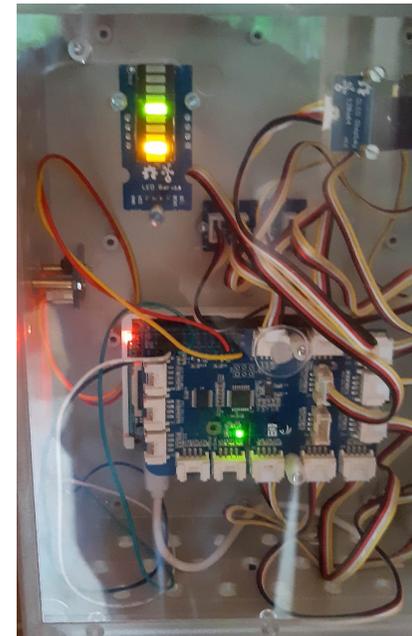


# Pilotage des dispositifs

Relais contrôlés par un micro-ordinateur Raspberry Pi2

Règles (ajustables) utilisées:

- Flux d'air rafraîchi par les bancs:  
quand  $T_{air} \geq 25^{\circ}\text{C}$   
et quand  $T_{air} < T_{banc} - 1^{\circ}\text{C}$  (en principe la nuit!)
- Chute d'eau:  
de 10h à 19h durant 30s toutes les 10 minutes  
quand  $T_{air} \geq 26^{\circ}\text{C}$  sauf si  $HR \geq 80\%$
- Brumisation:  
de 12h à 19h durant 58s toutes les  
2 minutes quand  $T_{air} \geq 26^{\circ}\text{C}$  sauf si  $HR \geq 80\%$
- Eclairage:  
~ du coucher au lever du soleil



# Sessions de mesures

- 2 stations de mesures pour comparer le confort ressenti à l'intérieur et à l'extérieur du pavillon

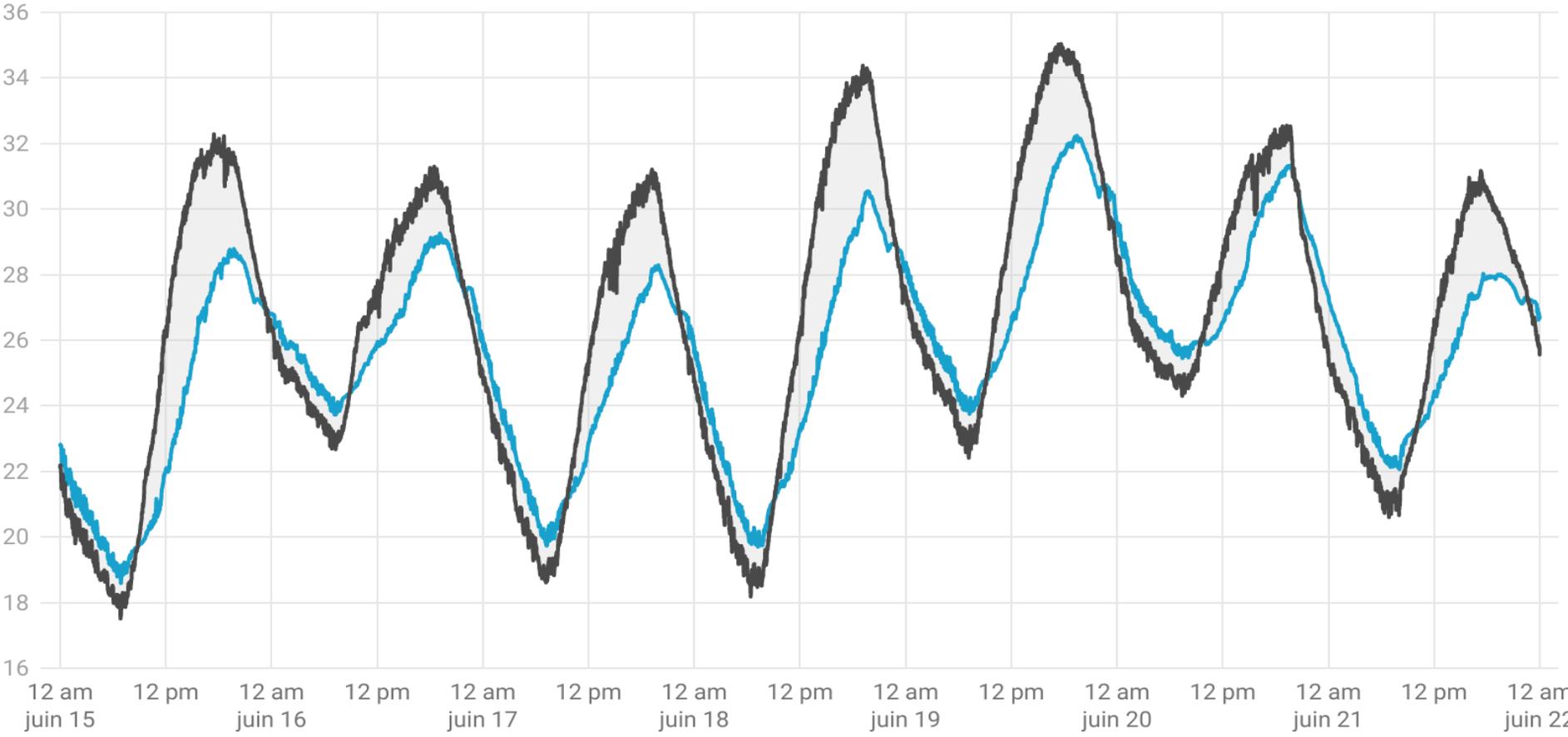


- 3 journées de mesures durant l'été 2021

# Mesure de l'effet de stockage de fraîcheur

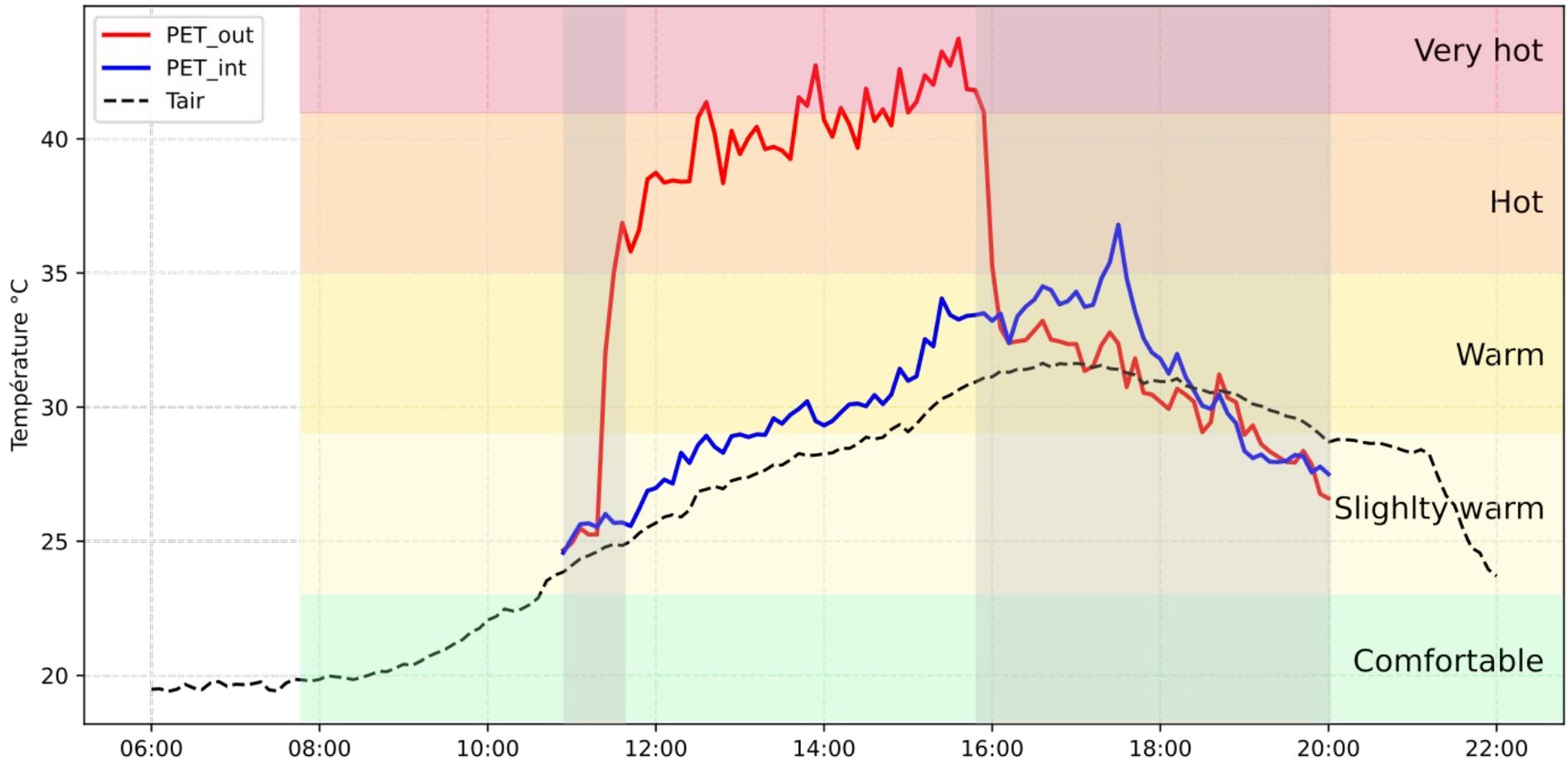
## Température °C du stock de fraîcheur dans les bancs

— Tair — Tstock



# Mesure de l'effet de rafraîchissement

- Paramètre d'évaluation: différence de la température physiologique équivalente (PET) entre l'extérieur et l'intérieur du pavillon



# Quelques projets similaires et simultanés

En France:



En Suisse:



# Objectifs plus larges

De telles installations posées dans l'espace public contribuent à la convivialité... mais n'atténuent pas les ICU à l'échelle urbaine!

Elles permettent toutefois de populariser des mesures que des communes introduisent dans leurs règlements d'aménagement:

- Obligation de végétaliser les toitures plates (comme à Bâle)
- Imposition d'un taux minimal de «végétalisation» sur chaque parcelle (exemple: le ***coefficient de biotope par surface***)
- Désimperméabilisation et renaturation de sols urbains (par exemple: dans les cours d'écoles à Lausanne)
- Interdictions de certains aménagements (par exemple: «jardins de pierres»)
- Prescriptions sur les couleurs des sols, toitures et façades

Ces mesures favorisent aussi la biodiversité!

De nombreux documents d'aide à l'implémentation existent déjà!

# Remerciements

Equipe du projet:

Jean-Michaël Taillebois, HEIA-FR

Matias Cesari, HEIA-FR

Noemie Dick, Ville de Fribourg

Marc Vonlanthen, HEIA-FR

Raphaël Compagnon, HEIA-FR

Aline Hayoz-Andrey, Ville de Fribourg



Sponsors:



Banque cantonale de Fribourg  
(BCF)



Établissement cantonal  
d'assurance des bâtiments  
(ECAB – KGV)



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement Sen  
Amt für Umwelt AEU



Plan Climat cantonal,  
Service de l'environnement Sen



Yerly bois SA



Gmeau



Contec AG



Pépinières genevoises

Chappuis Architectes SA

Chappuis Architectes SA



Lutz Architectes



Rigips SA

Remerciements aussi:

- à plusieurs collègues et étudiant.e.s du smartlivinglab et de la HEIA-FR ainsi qu'à plusieurs services de la Ville de Fribourg.
- à la municipalité de Gland!