

Comment les espaces de nature rafraichissent les villes?



Dr. Christoph Bachofen
Plant Ecology Research Laboratory
PERL
WSL Lausanne and EPFL

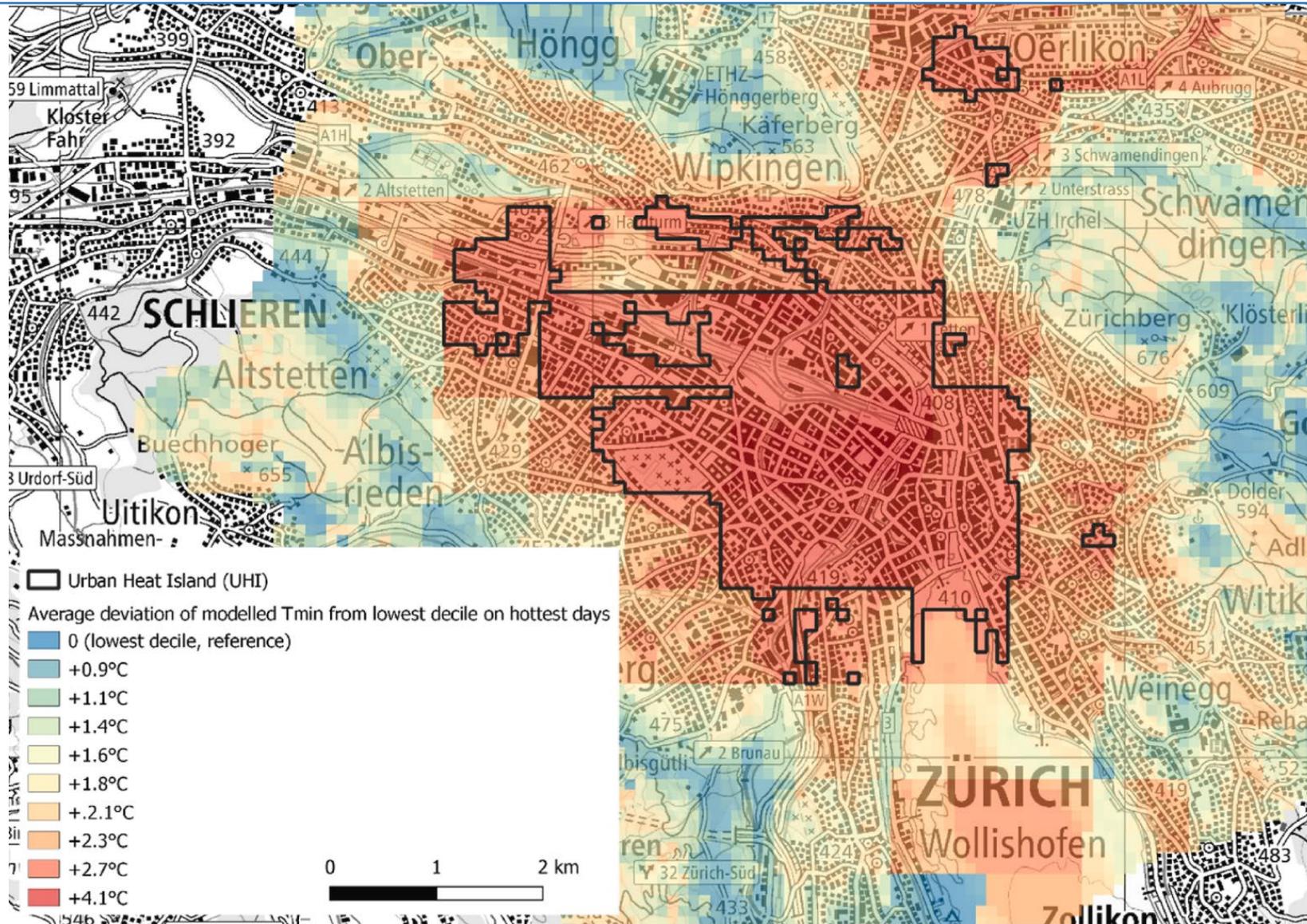


Quels types de végétation et quelles espèces d'arbre faut-il planter pour intégrer leur potentiel de refroidissement ?



Quelle est la répartition spatiale de la chaleur urbaine?

L'îlot de chaleur urbain

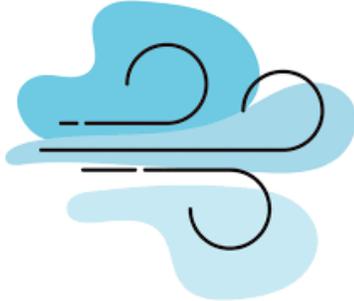


"En 2018, seulement 15 météo-stations sur 576 étaient situées en ville"

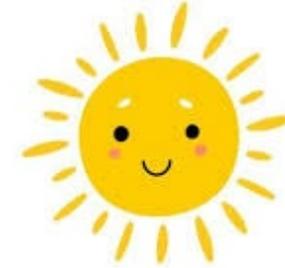
Wicki *et al.* 2024
Flückiger *et al.* 2022

Stress thermique: température physiologique équivalente (PET)

Vitesse du vent



Humidité relative

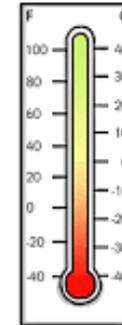


Rayonnement solaire

Heat Balancing (MEMI): Summer
 $T_a = 30\text{ °C}$, $T_{mrt} = 60\text{ °C}$, $RH = 50\%$, $v = 1.0\text{ m/s}$, $PET = 43\text{ °C}$

Internal heat production = 258 W		Respiratory heat loss = -27 W
Mean skin temperature = 36.1 °C		Imperceptible perspiration = -11 W
Body core temperature = 37.5 °C		Sweat evaporation = -317 W
Skin wettedness: 53%		Convection = -143 W
Water loss: 525 g/h		Net radiation = +240 W

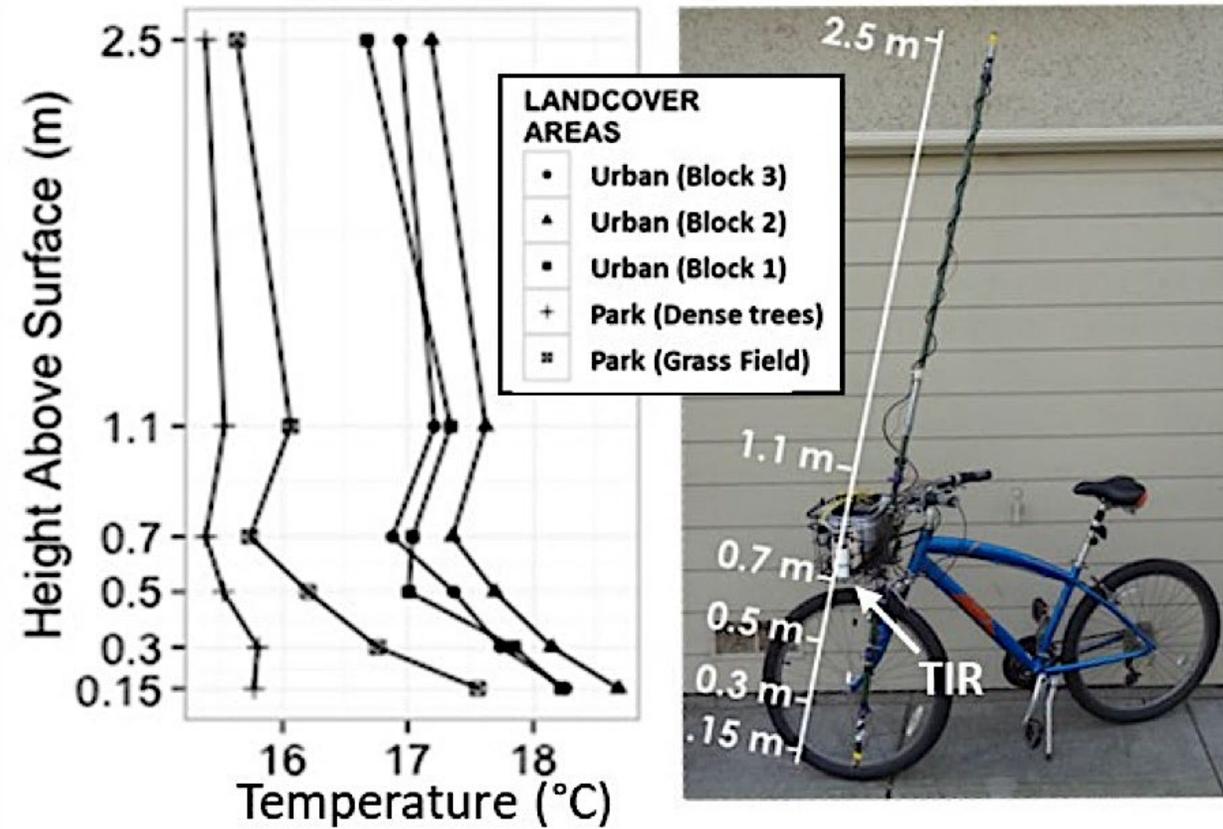
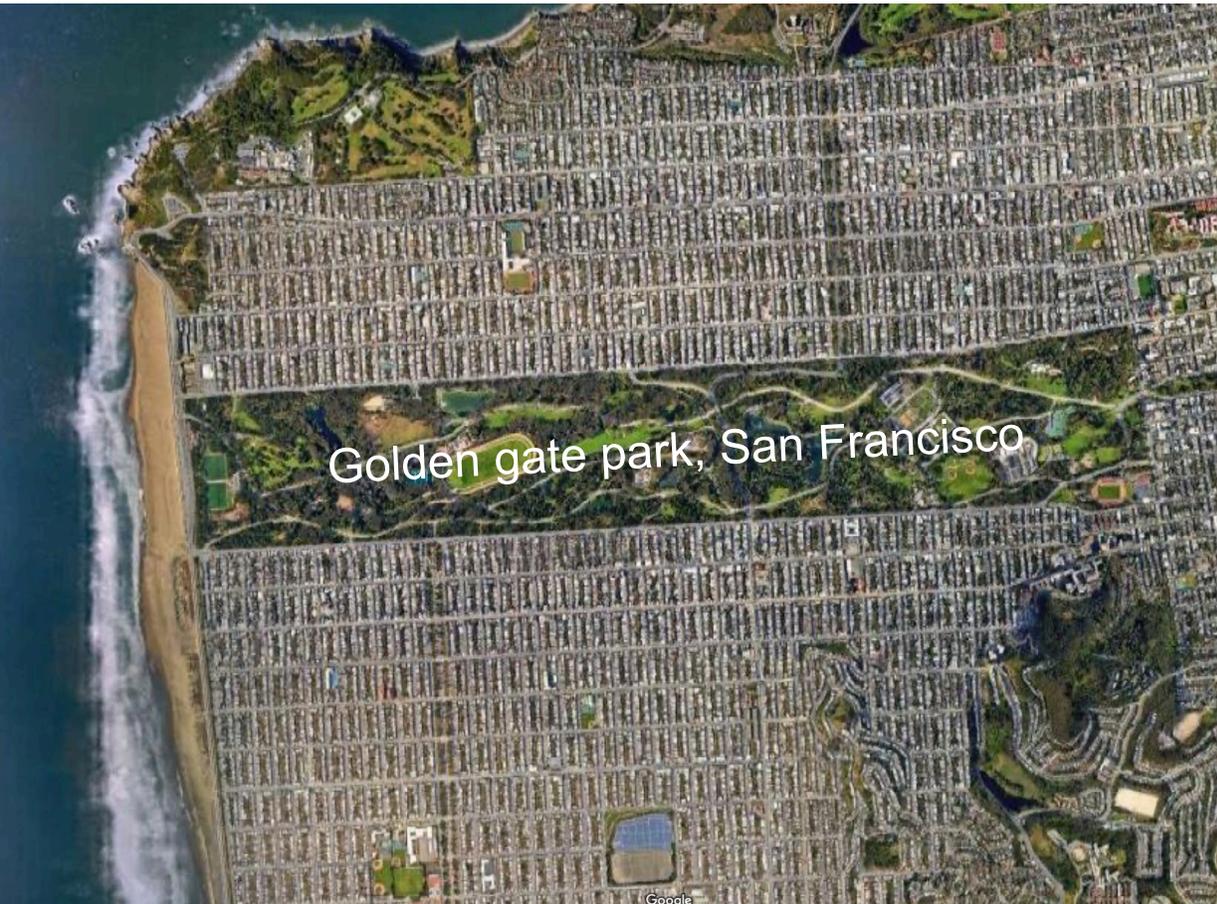
Body Parameters: 1.80 m, 75 kg, 35 years, 0.5 clo, walking (4 km/h)



Température de l'air

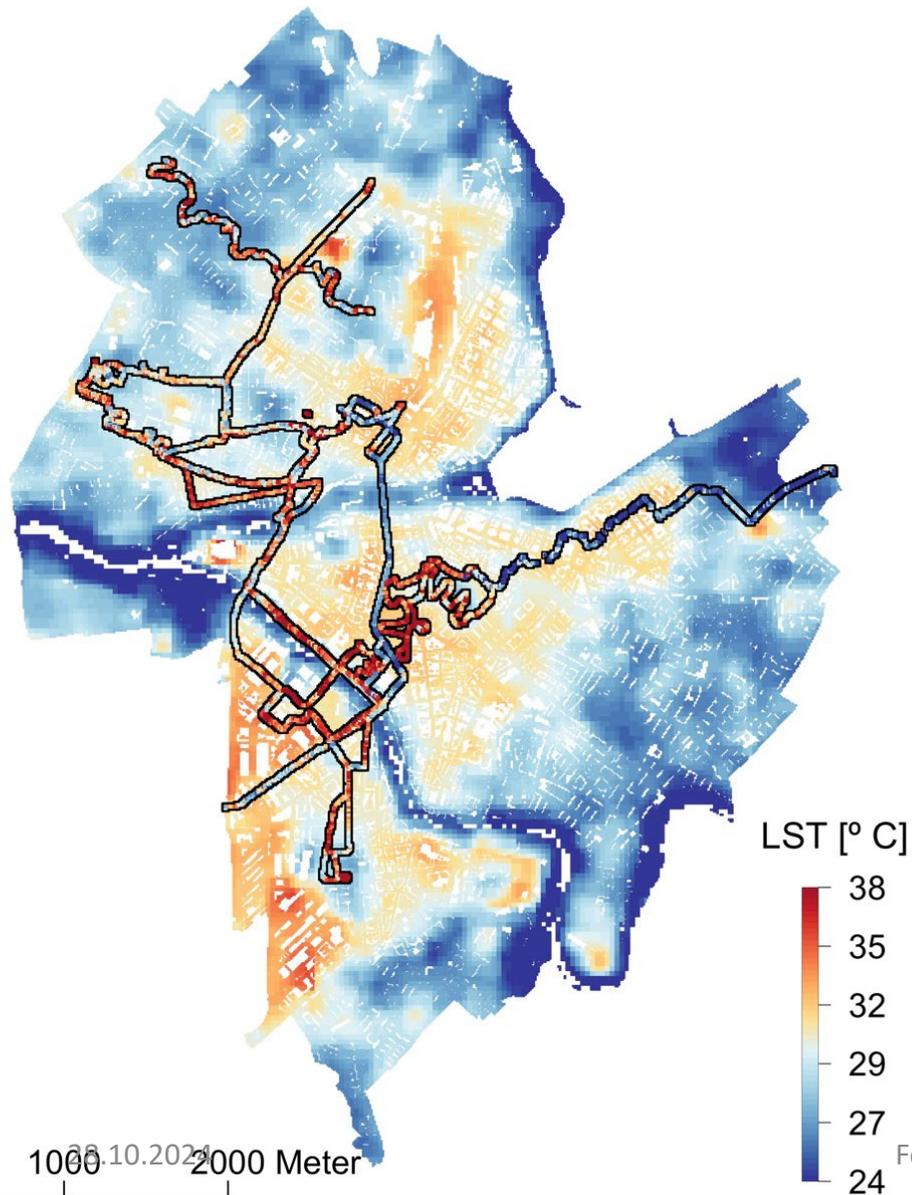
Höppe et al. 1999

Température de la surface (LST) et de l'air

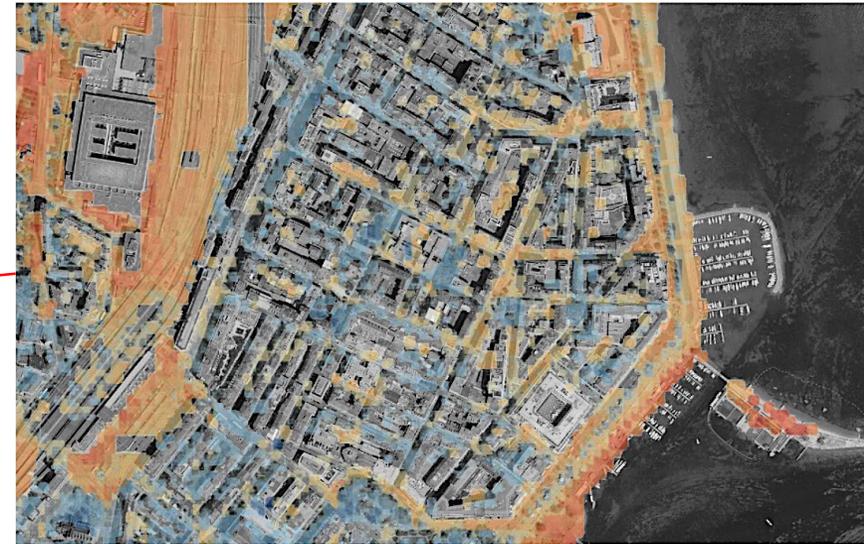
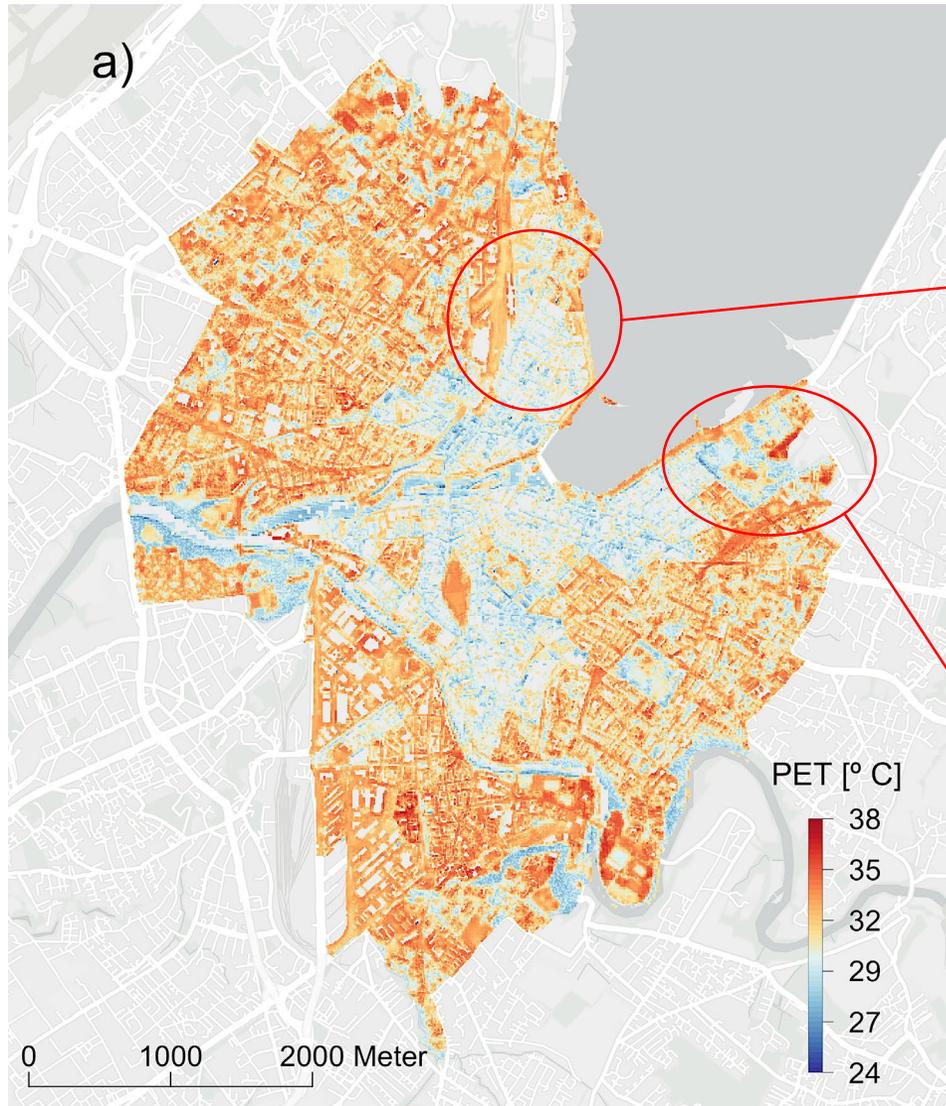


Olifant et al. 2023 AGU

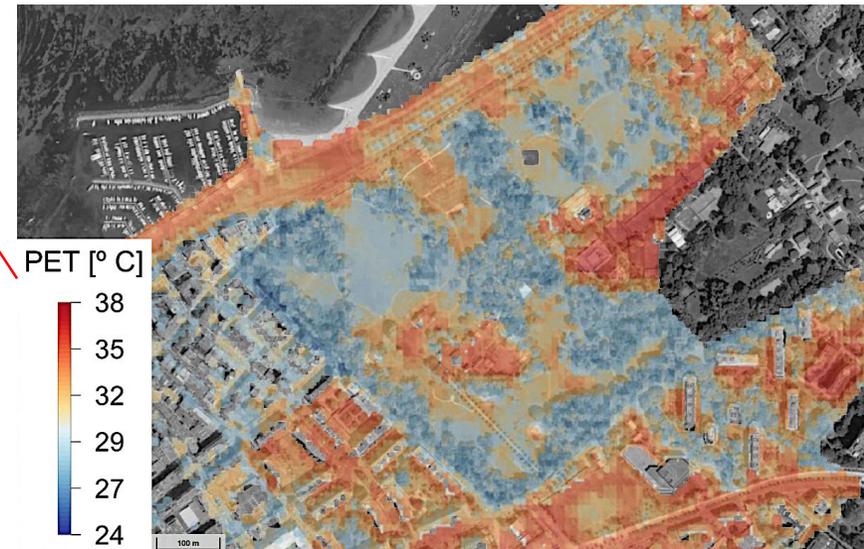
PET ne correspond pas bien à LST



Estimations de PET à Genève

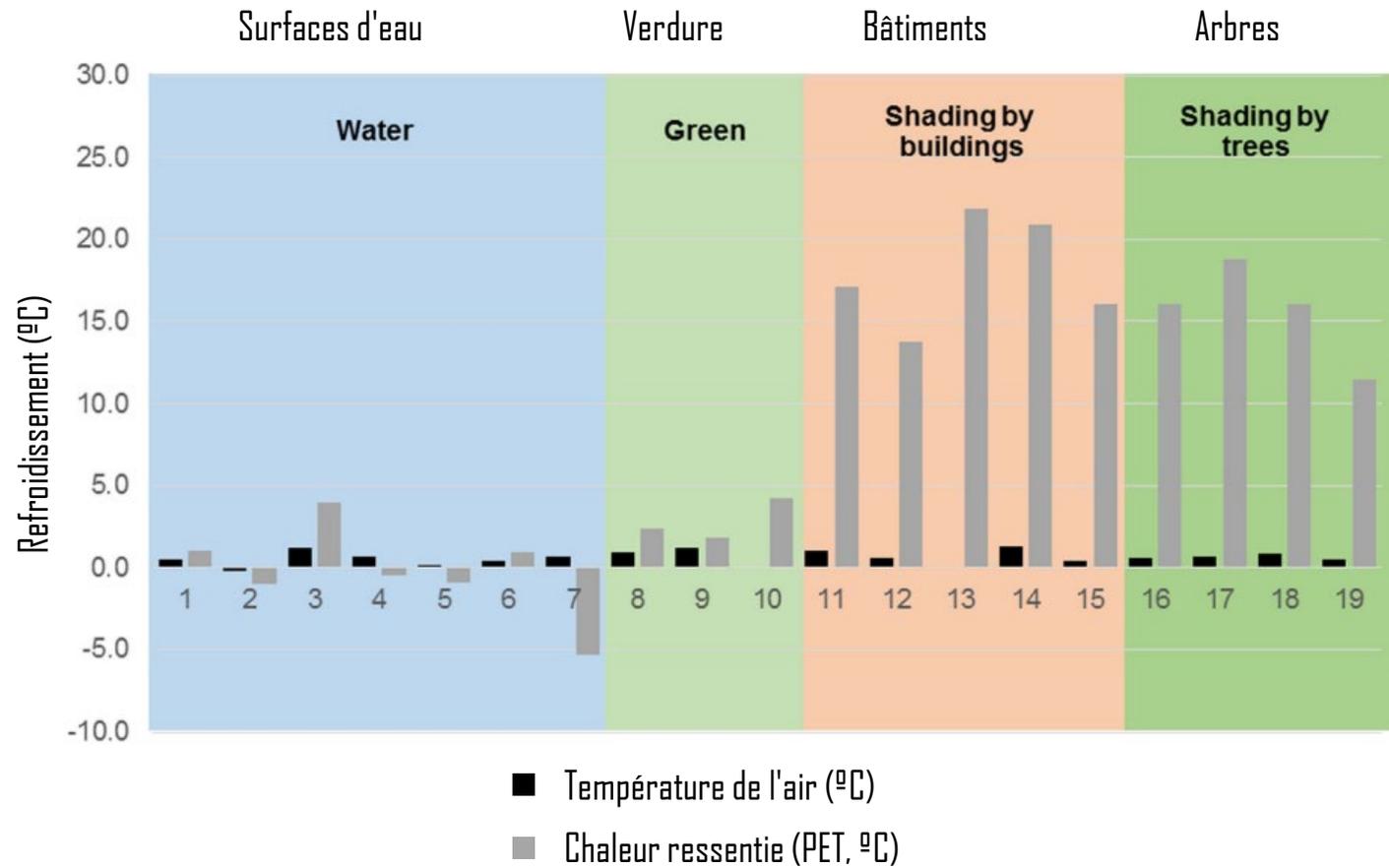


Paquis



Parc La Grange

PET, température de l'air et végétation



Amsterdam, Klok et al. 2019





Comment est-ce que les arbres diminuent la chaleur urbaine?

Les arbres interceptent 70 à 90 % du rayonnement solaire en été



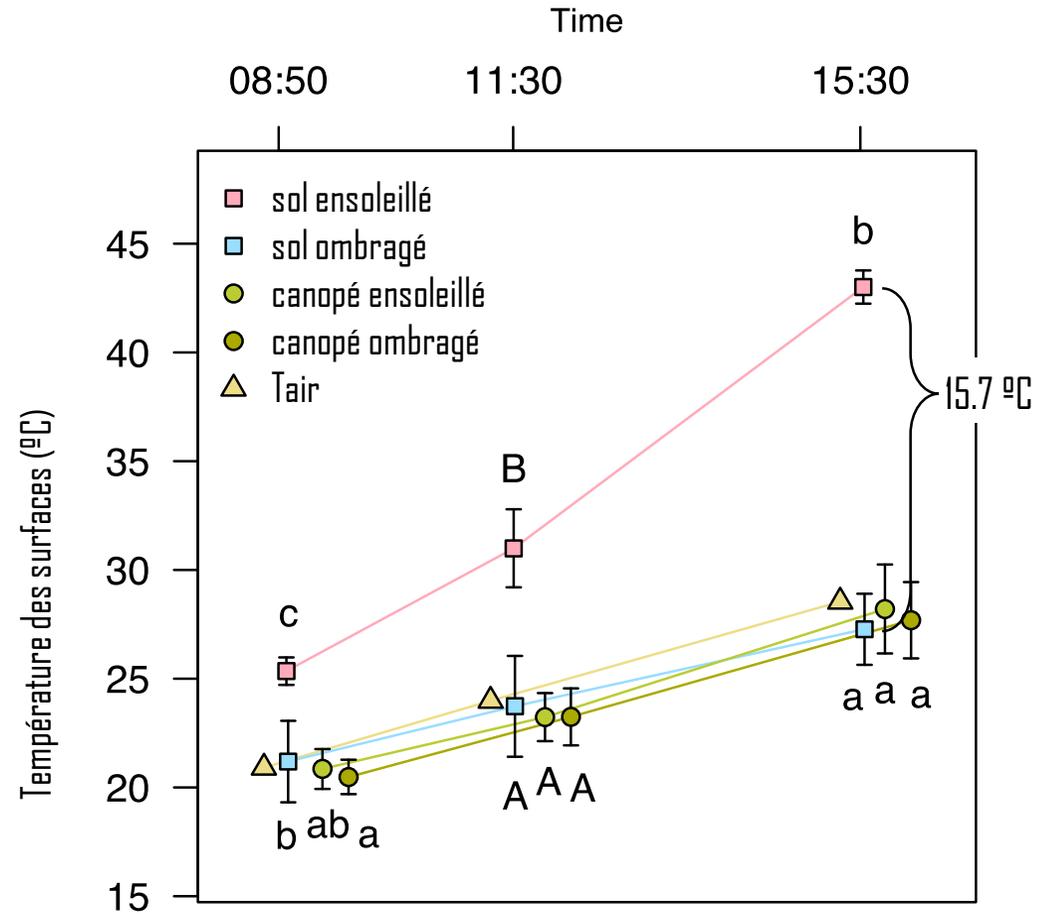
Image thermique sur le campus de l'EPFL juillet 2024

Ombre et essences d'arbres

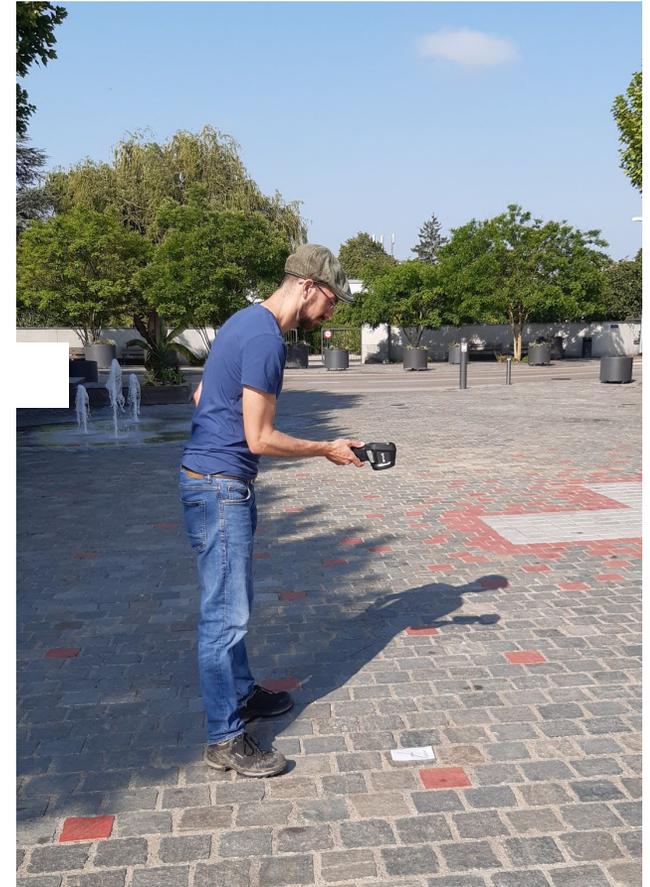
- La canopée dense du Tilleul a baissé la LST plus que la canopée clairsemée du Robinier
- Arbre dans l'herbe: 3 °C diminution de LST par unité de LAI (densité de canopée)
- Arbre sur l'asphalte: 6 °C diminution de LST par unité de LAI



28.10.2022 Munich, Rahman et al. 2019

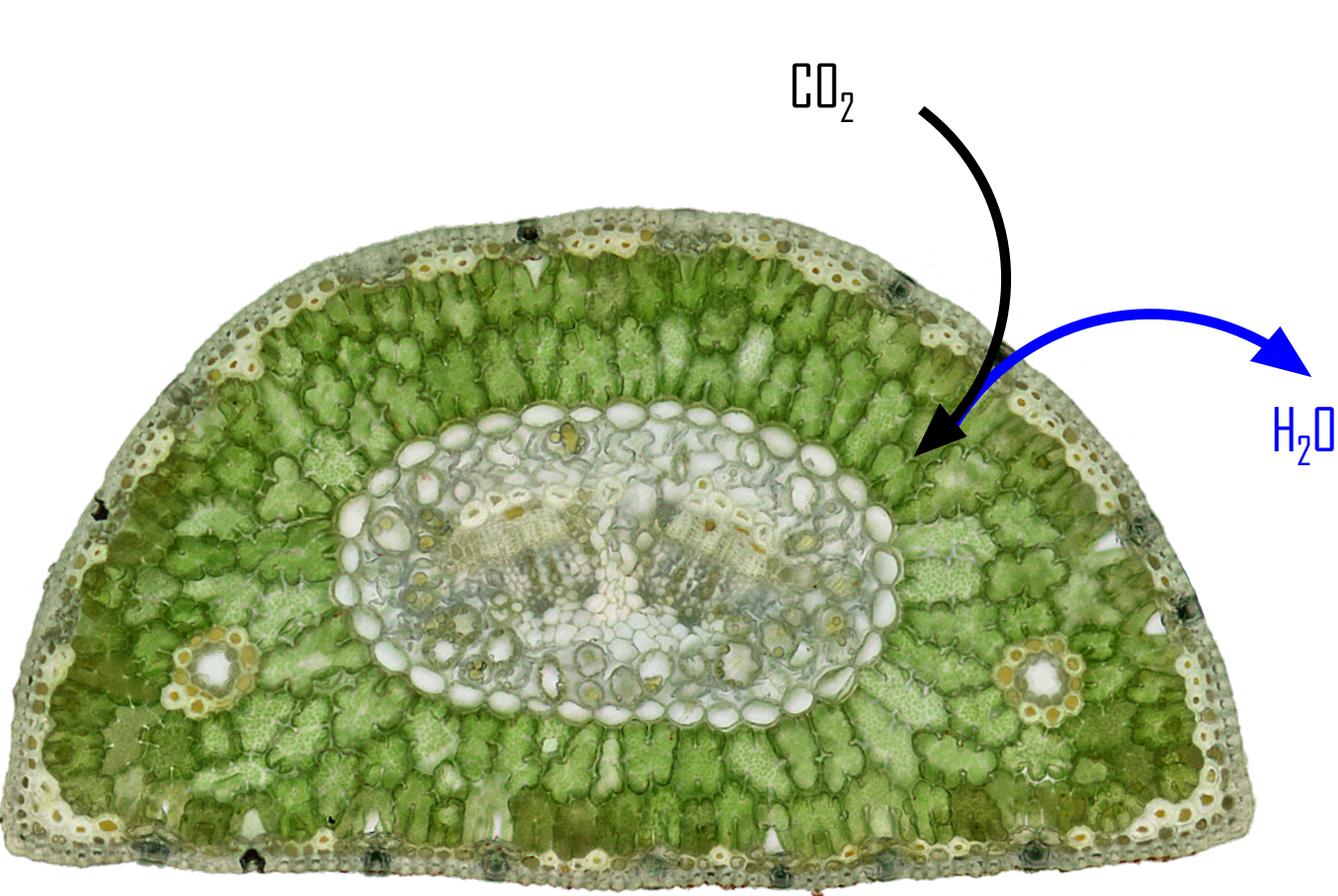


Forum Suisse Romande 2024 Bachofen

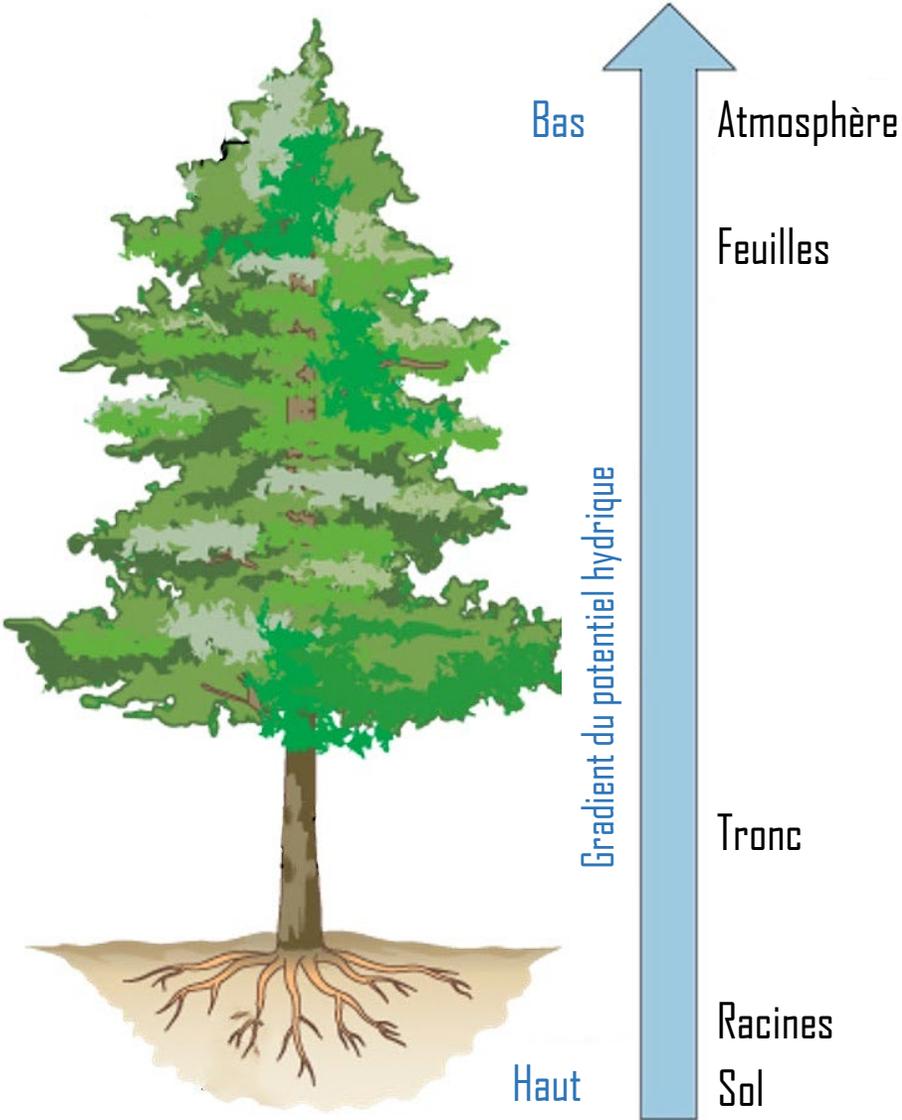


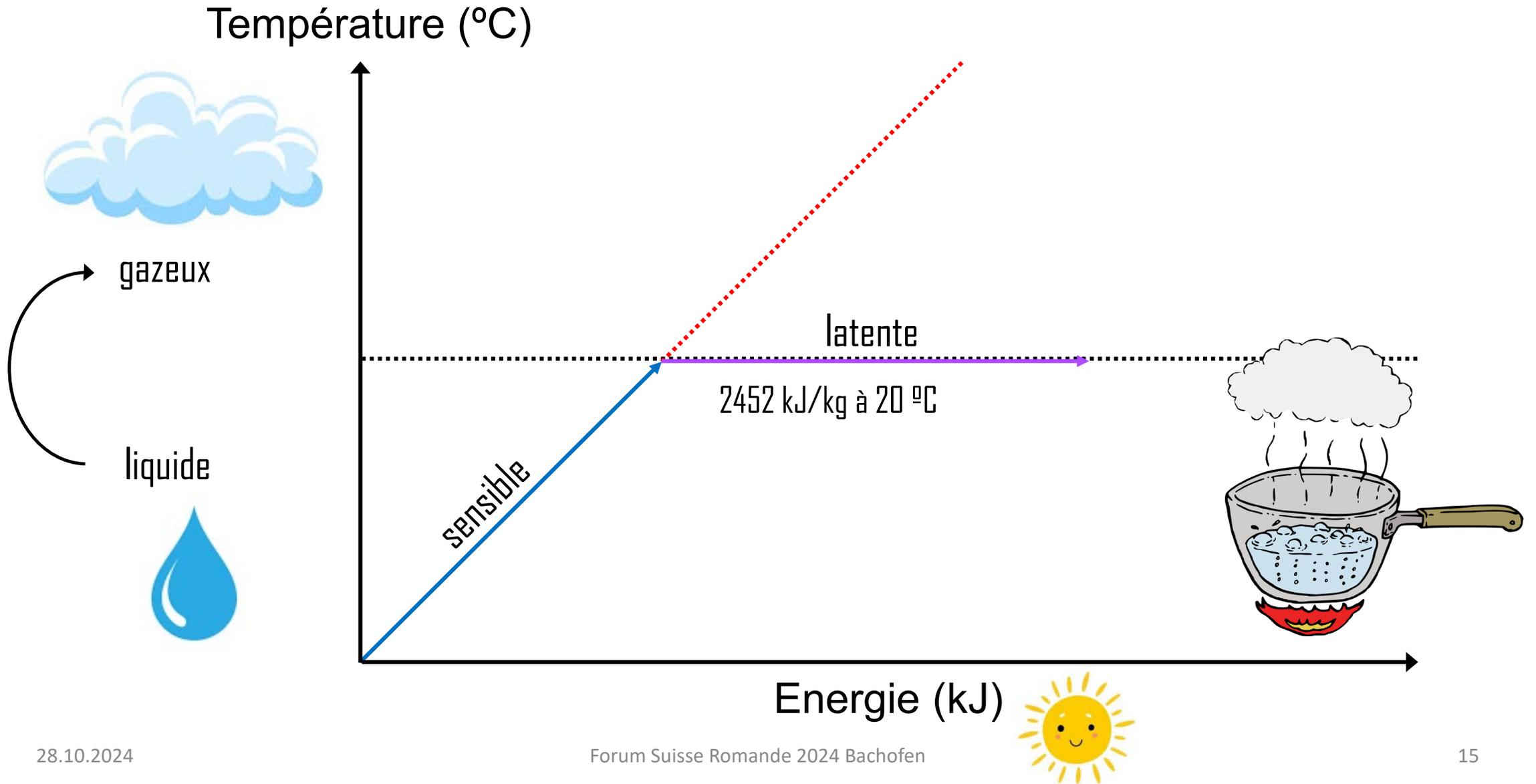
Genève 2023

Refroidissement par transpiration



Coupe transversale d'une aiguille de *Pinus nigra*





Comment quantifier le refroidissement par la transpiration?



Aktuelles Wetter

Geneva

Do. 15:50



39.5°C



© swisstopo



Wochenprognose

Donnerstag

24. Aug.



21° | 40°

<1 mm

Freitag

25. Aug.



21° | 31°

<1 mm

Samstag

28.10.2024

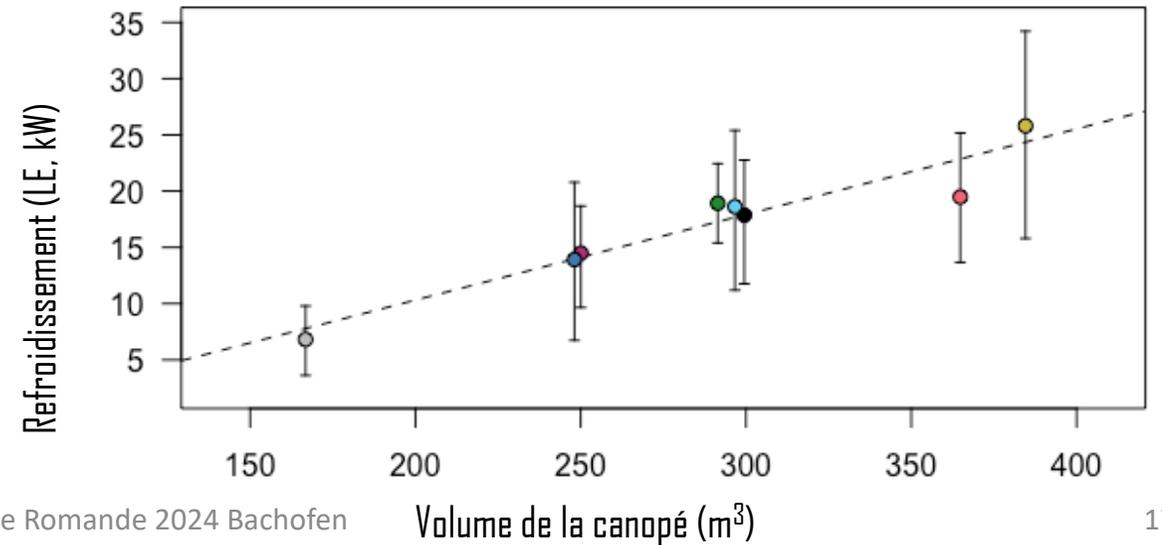
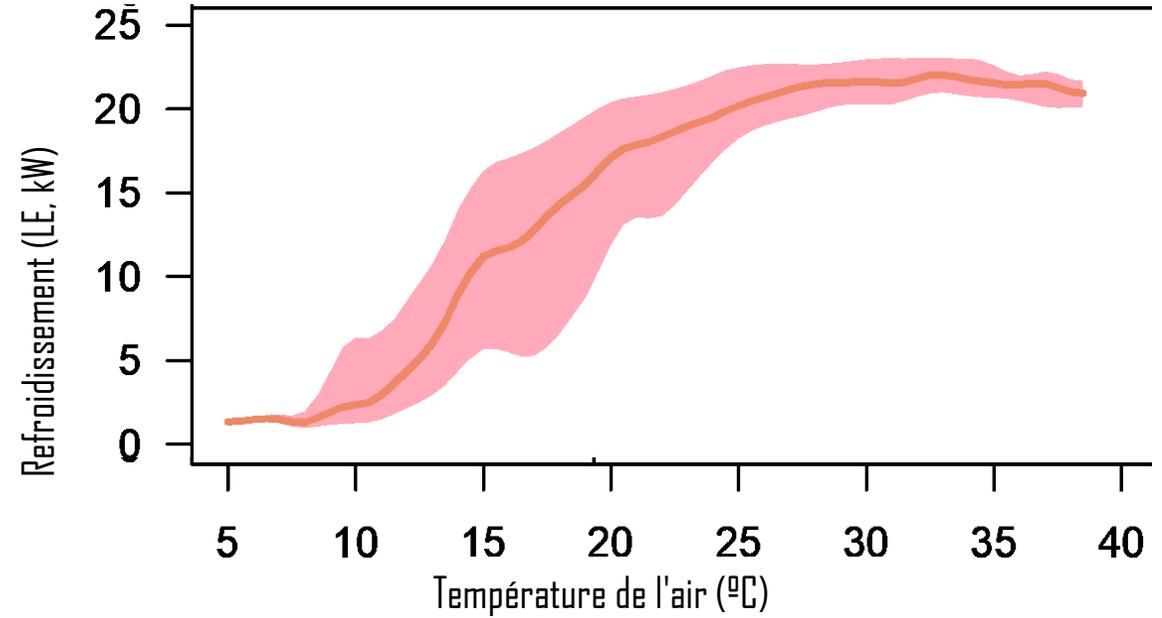
Förderung durch die Schweizerische Eidgenossenschaft 2024

Refroidissement par transpiration

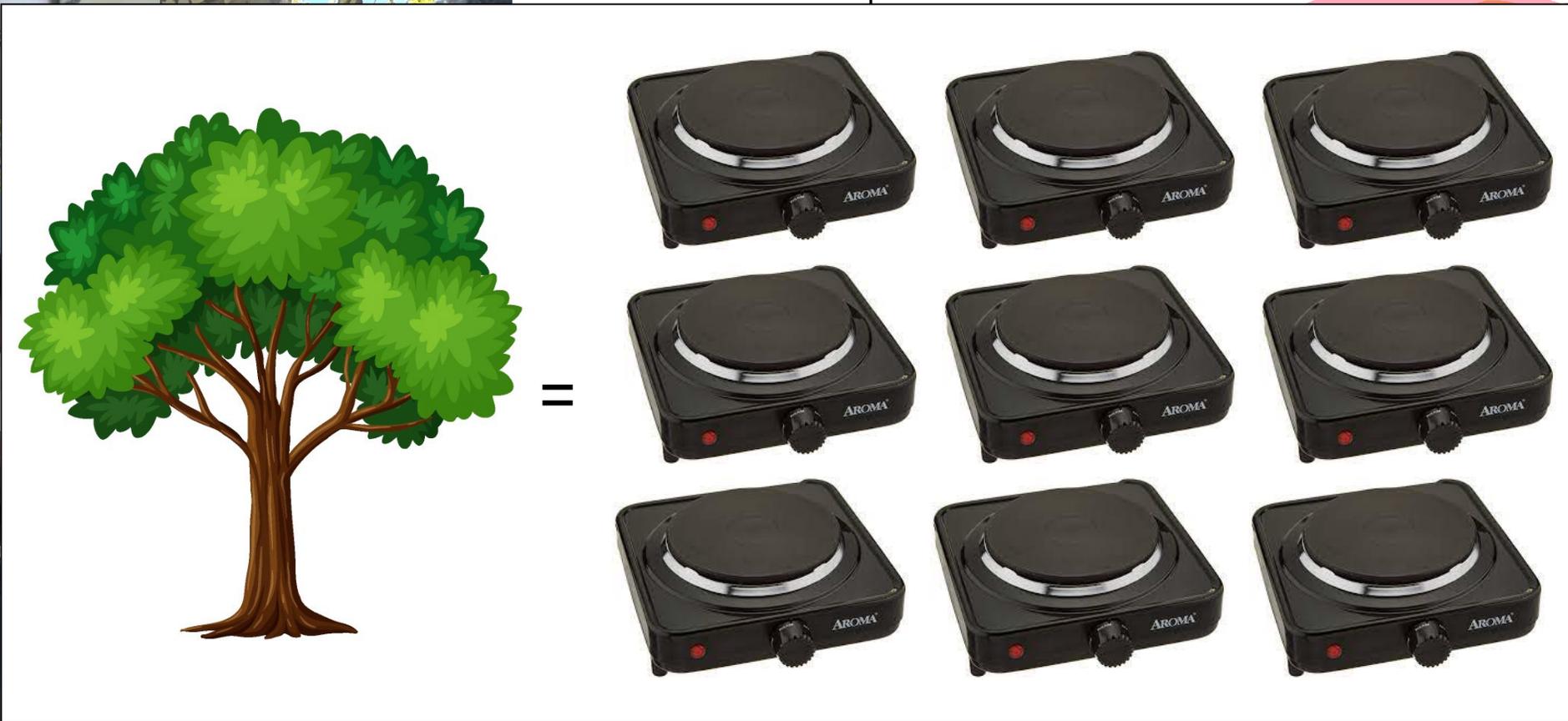


→ Un platane transpire jusqu'à 500 litres d'eau par jour

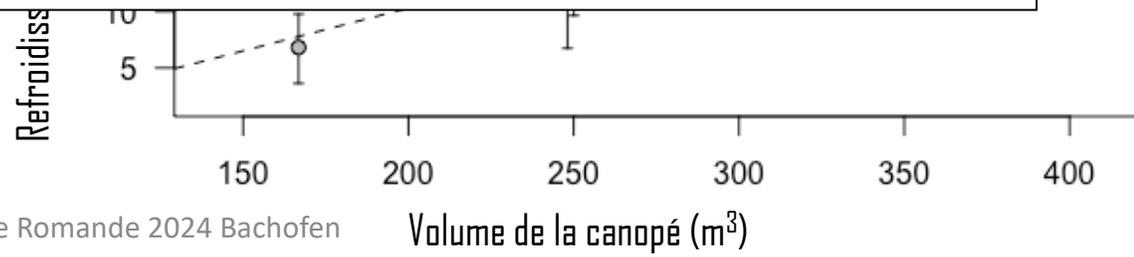
28.10.2024



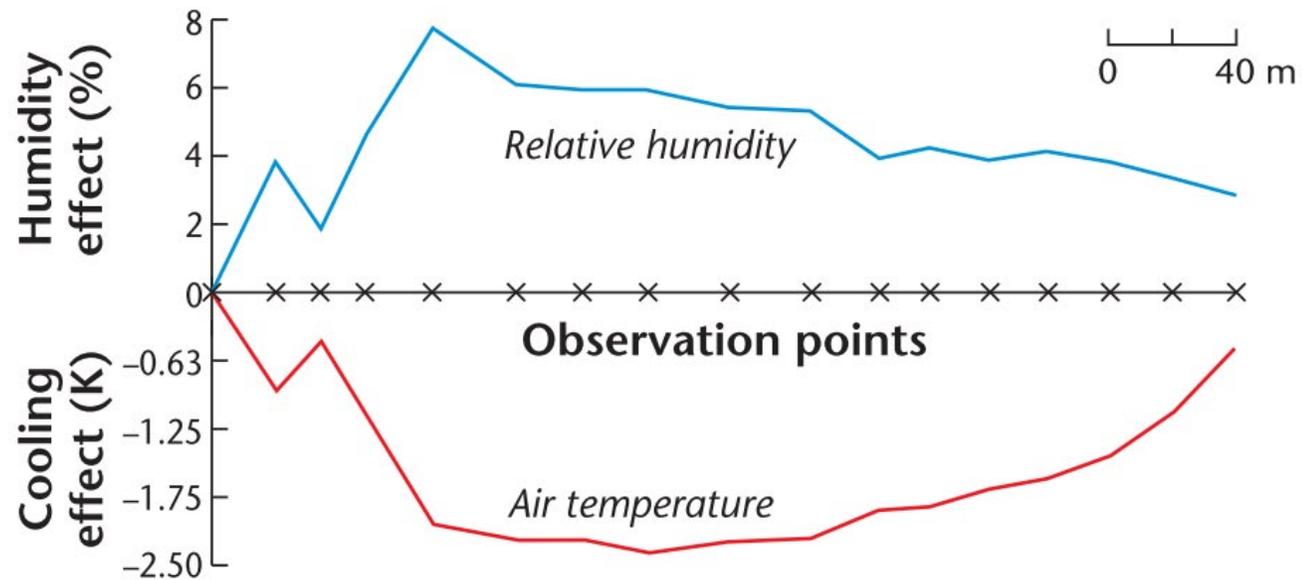
Refroidissement par transpiration



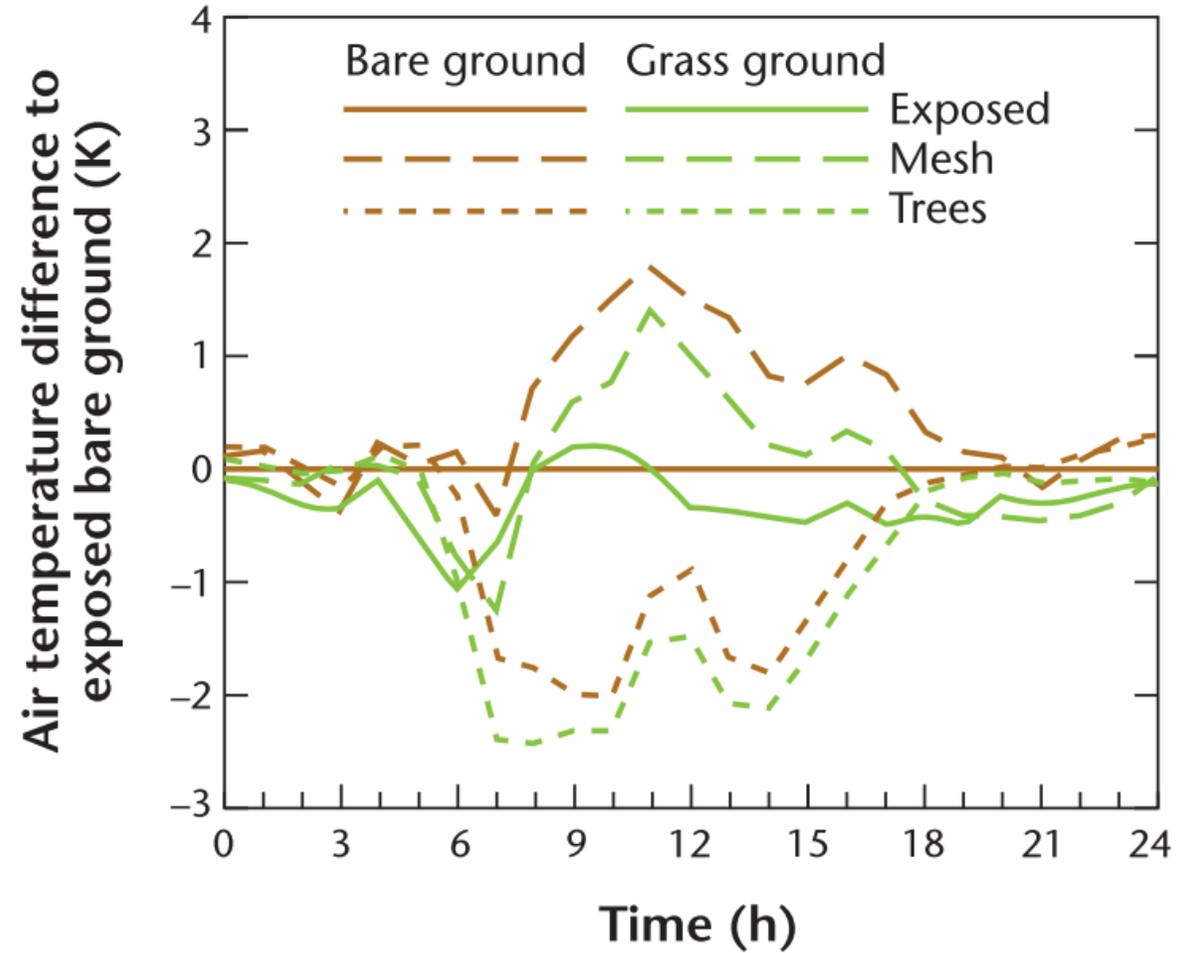
→ Un platane transpire jusqu'à 500 litres d'eau par jour



Études de cas: Ombre et transpiration des arbres urbains



Tel Aviv, Shashua-Bar & Hoffmann 2000



Negev, Shashua-Bar et al. 2009



Conclusion

- Il faut mieux caractériser la répartition spatiale de la chaleur urbaine
- On devrait mieux quantifier l'effet de la transpiration par rapport à l'ombre
- Au lieu des études de cas il faut comprendre les mécanismes de rafraichissement
- Les différences de rafraichissement entre essences d'arbre sont pas bien compris
- Plus l'arbre est grand, plus le rafraichissement est important



28.10.2024

Ceci n'est pas un arbre

22