



## ➤ Contraintes et Services de l'Arbre en ville :

Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

Thierry Ameglio, Jérôme Ngao, Marc Saudreau  
thierry.ameglio@inrae.fr



**INRAE**

**Arbres d'avenir  
en Méditerranée**

**12-13 Novembre 2020**  
**Premières  
Rencontres**

**INRAE**

**Villa  
Thuret**  
Jardin Botanique

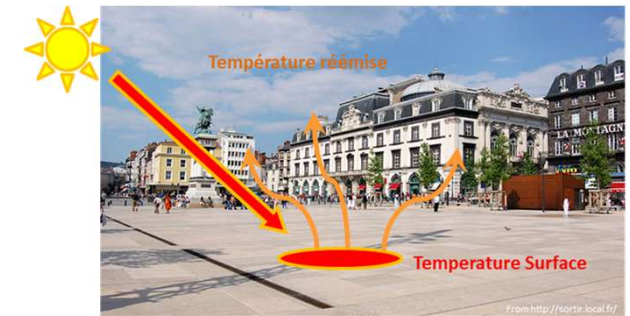
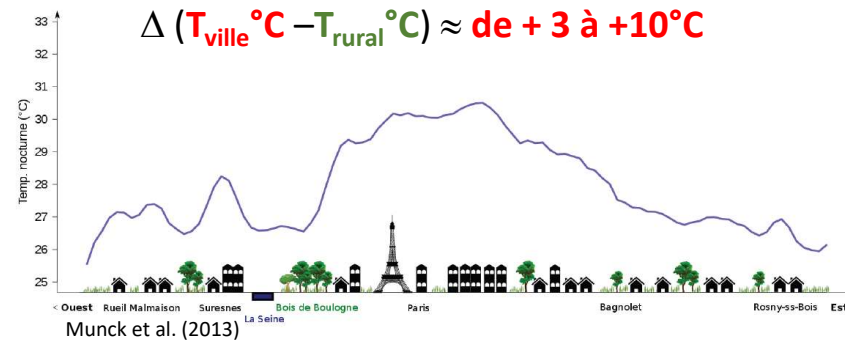
**pays Sages**  
agir pour les paysages d'avenir

**Hortis**  
Les responsables  
d'espaces nature en ville

**AITF**  
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS  
TERRESTRIELS DE FRANCE

# Climat Urbain et enjeux sociétaux

**Ilot de Chaleur Urbain (ICU) :** les bâtiments stockent l'énergie la journée et la restituent la nuit



**Changement climatique**  
⇒ vagues de chaleur plus fréquentes

**Climat de Lyon l'été**

⇒ en 2050 ≈ Madrid

⇒ en 2100 ≈ Alger



Luce Ponsar (2016)

**Canicule de 2003** forte augmentation du nombre de décès (> + 20 000 morts en juillet et août)!

En 2050, les 2/3 de la population mondiale vivra en ville!



INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.  
12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

# Atténuer les Ilots de Chaleur Urbain (ICU) : les Arbres en bonne santé savent le faire !



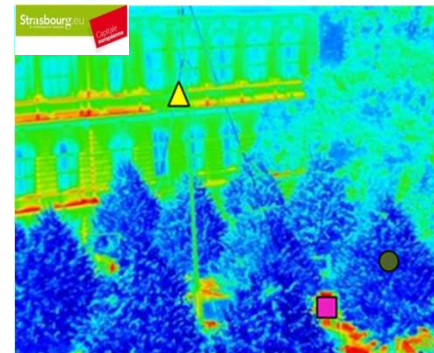
- **1) OMBRAGE**

et

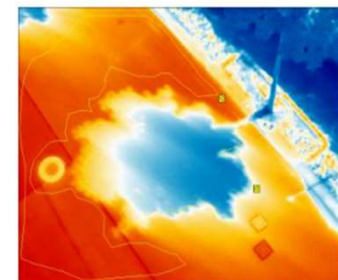
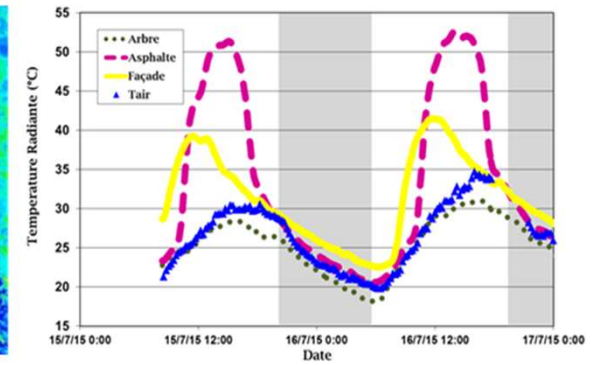
- **2) RAFRAICHISSEMENT**

.... En plus de tous les autres services

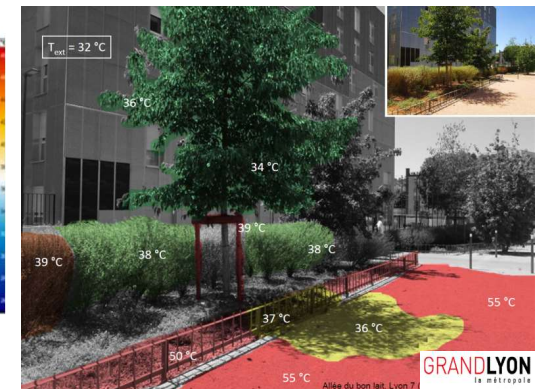
Biodiversité	Bien - être	Barrière de bruit
Production Puits de Carbone	Dépollution de l'air	Barrière Vent



ICUBE Crédit: L. Roupioz



Gillnet et al., 2015



INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

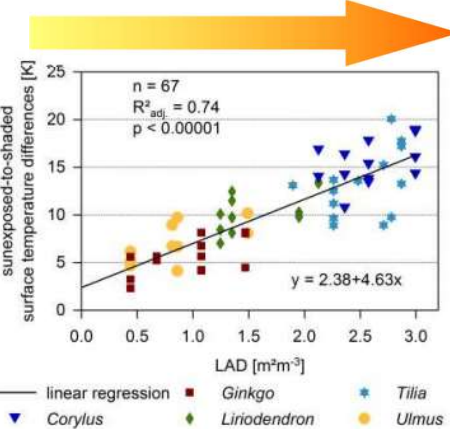


# OMBORAGE : ANR en cours CoolTrees (2017-2021)

► Forme de l'arbre ⇒ surface projetée (m<sup>2</sup>) = LAI (Leaf Area Index)

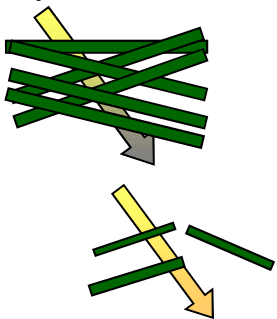


- Densité foliaire +

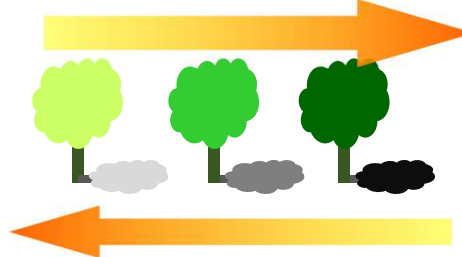


► Densité foliaire ⇒ Capacité à intercepter la lumière

Rayonnement solaire incident



- Densité foliaire +



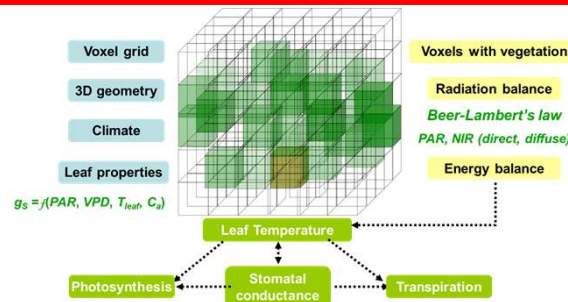
+ Energie disponible niveau sol -

Rayonnement absorbé

**Diminution 5°C ↘ température du sol lorsque densité foliaire augmente 1m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> ↗**

Modélisation 3D du Rayonnement Absorbé, de la Transpiration et Photosynthèse : modèle RATP

Sinoquet *et al.* (2001)



Acquisition de l'architecture 3D d'arbres réels



Sinoquet & Rivet . (1997)



Bournez *et al.* (2016)



INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

## RAFRAICHISSEMENT : ANR en cours CoolTrees (2017-2021)

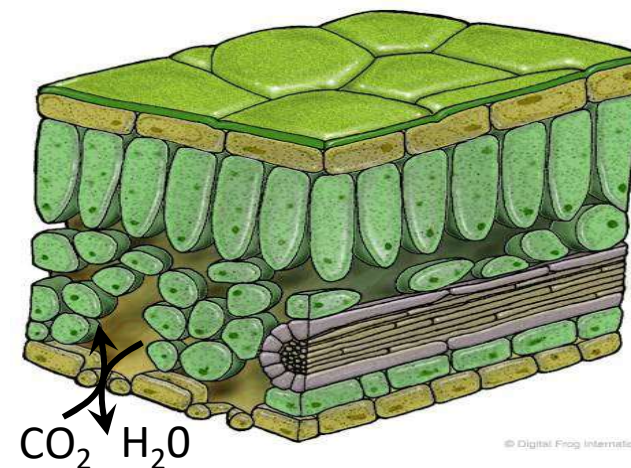
**Transpiration** = évaporation de l'eau au niveau des feuilles (passage de l'état liquide à l'état gazeux).

Processus qui permet de réguler la température de l'arbre

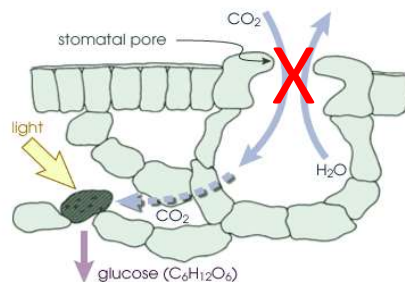
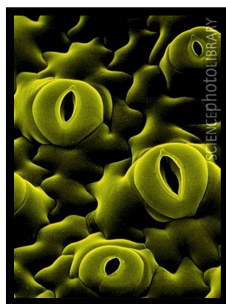
1g d'eau évaporée consomme 600 calories !

=

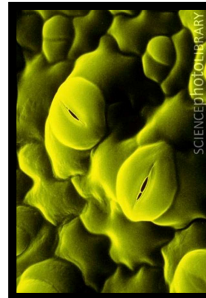
la même quantité d'énergie qu'il faut pour élever 1g d'eau de 600 °C



### Stomates ouverts



### Stomates fermés



**Stratégie d'évitement de la sécheresse** : Fermeture stomatique  $\Rightarrow$  Diminution de la transpiration

- Economise l'eau du sol
- Mais diminue l'entrée de CO<sub>2</sub> : diminue la production (photosynthèse).
- Stoppe la régulation thermique!



**Le dilemme des plantes : mourir de faim ou mourir de soif !**

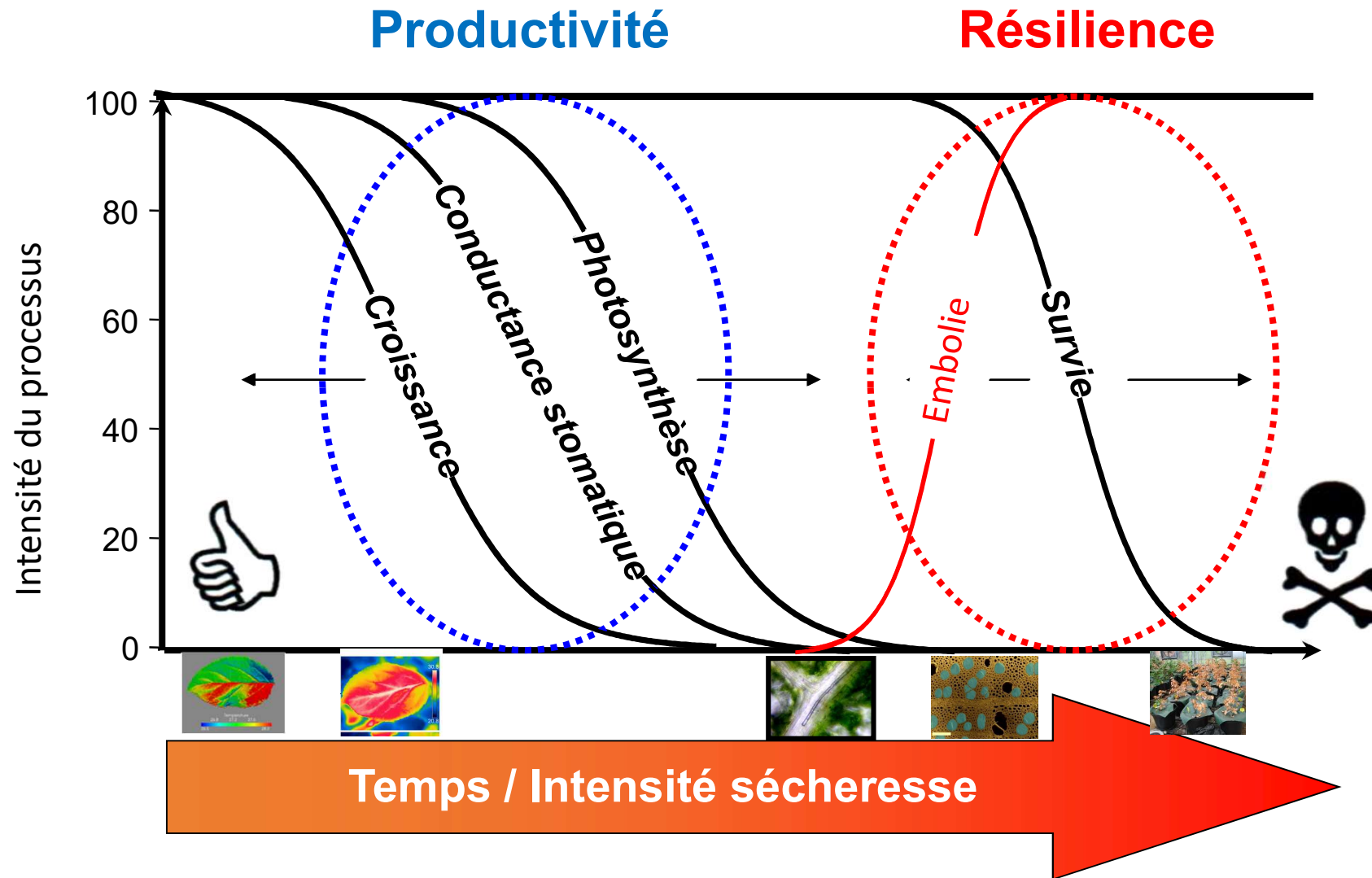


INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

# ➤ Problématiques liées à la sécheresse des Arbres



Implications des traits de sureté hydraulique dans la Résistance à la Sécheresse ?

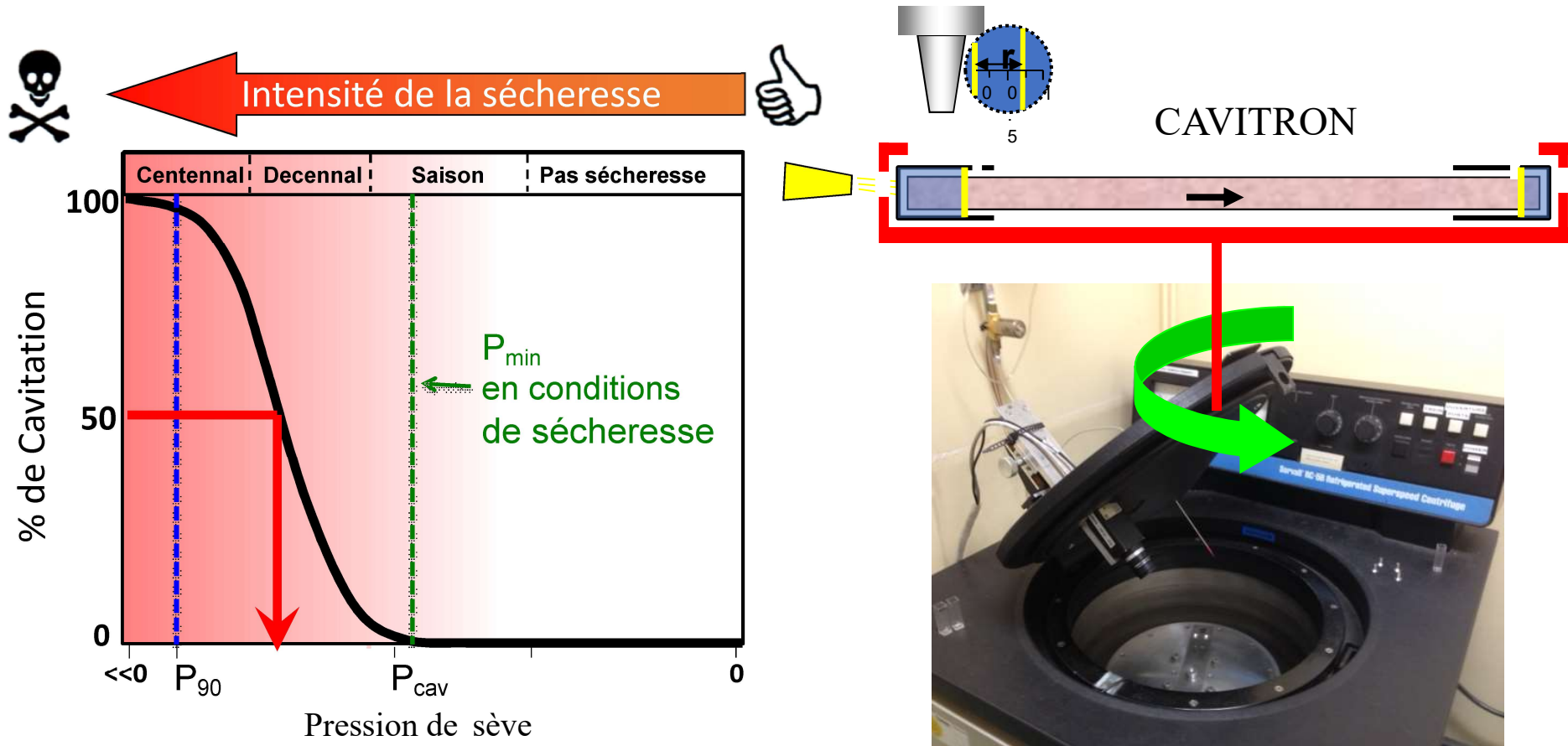


INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

# Vulnérabilité du xylème à la cavitation et à l'embolie gazeuse



Développement de méthodes de phénotypage de la vulnérabilité à la cavitation

(Cochard et al 2005)

**Méthodologie disponible** mais peu d'études encore sur les arbres urbains par manque de **projets financés** sur les espèces plantées en ville ...



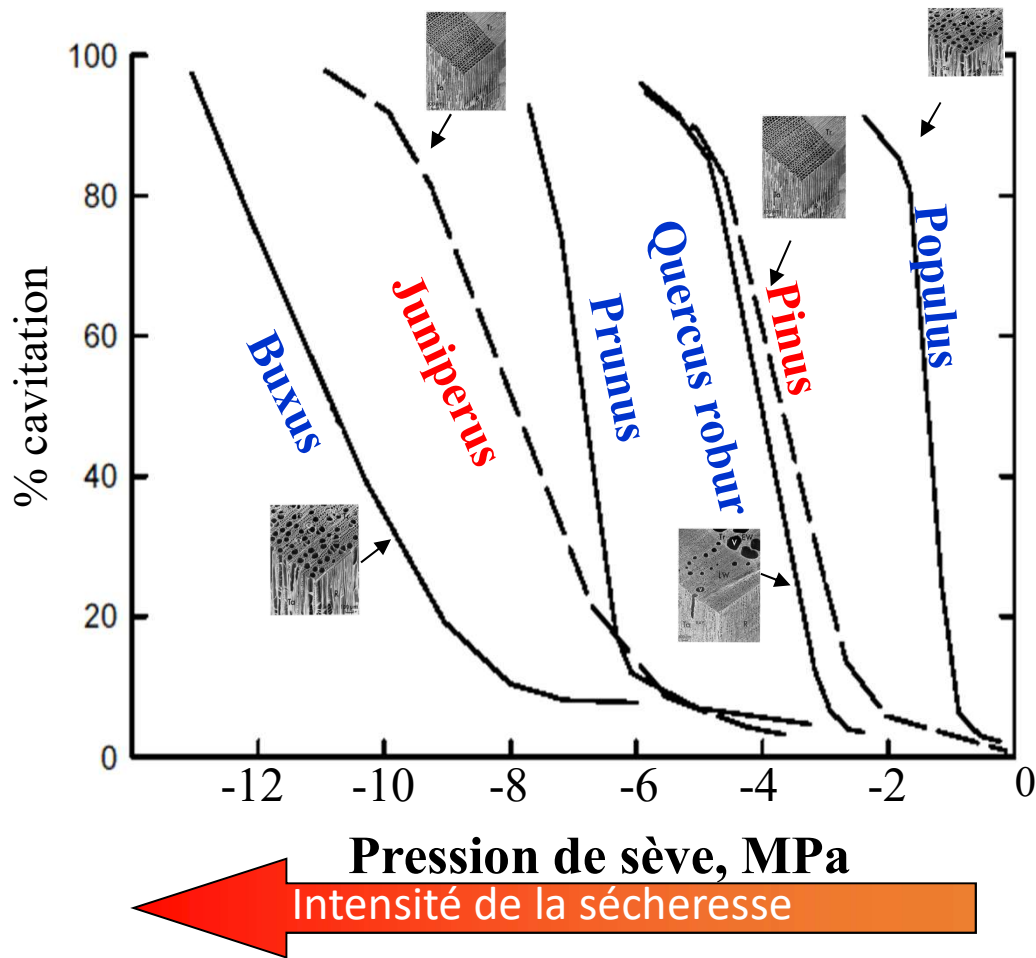
INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

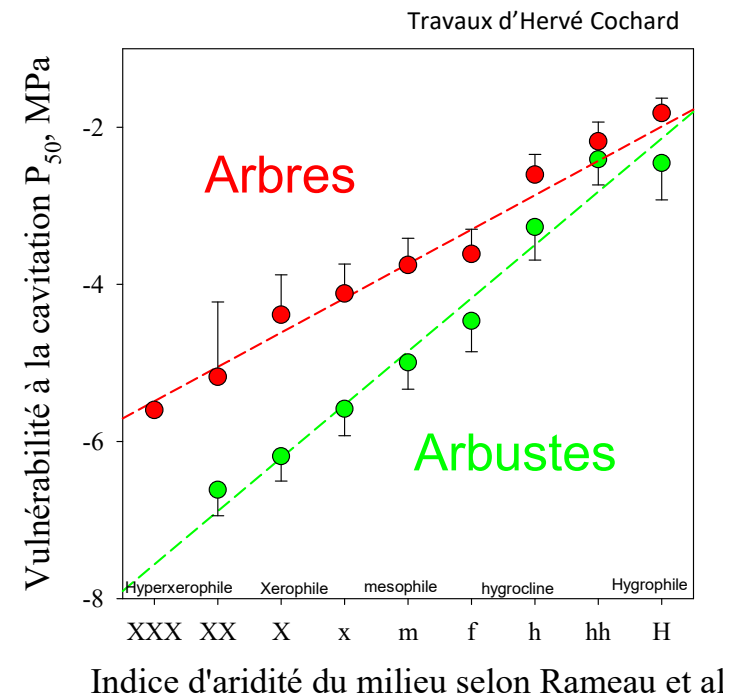
12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO



# Vulnérabilité à la cavitation des d'arbres



- La résistance à la cavitation varie fortement entre espèces.
- Embolie n'est pas liée à l'anatomie du xylème (pores des ponctuations).
- La vulnérabilité à la cavitation des ligneux est un trait adaptatif



XXX						
XX						
X						
x						
m						
f						
h						
hh						
H						
AA	A	aa	a	n	b	

Rameau *et al*, Flore Forestière Française



INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

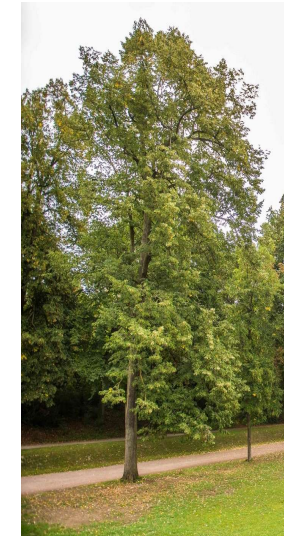
p. 8





## > Services de l'Arbre en ville

Nécessité de gérer la santé des arbres pour qu'ils puissent exercer correctement les services!



- Choix d'espèces adaptées, ...
- **Conditions de plantation,**
- **Choix d'infrastructures adaptées,...**

**Projet UrbanMycoServe : Understanding and Managing Urban Mycorrhizal Communities**  
(Mar. 2017-Oct. 2020) Leuven-Porto-Strasbourg

Il existe des outils pour suivre la vitalité des arbres!



Observer l'arbre plutôt que le sol



INRAE

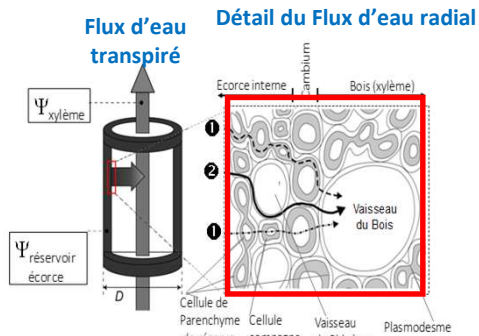
Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO

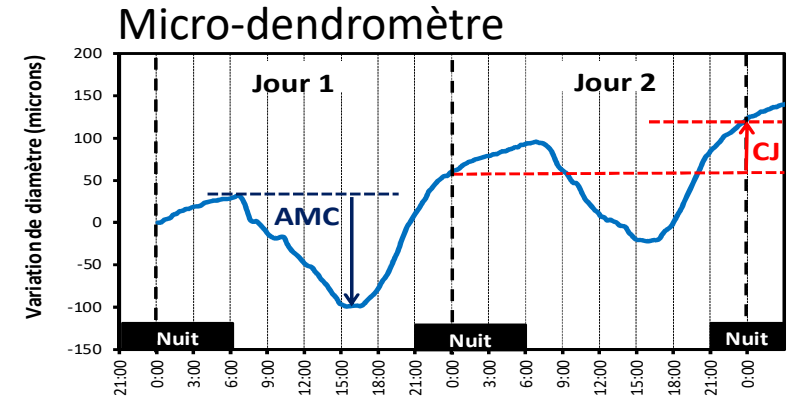
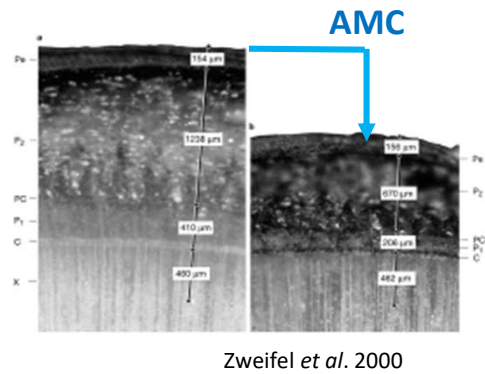
# ➤ Gérer la Santé des Arbres en ville



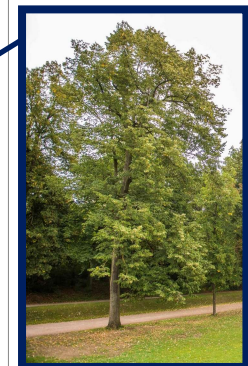
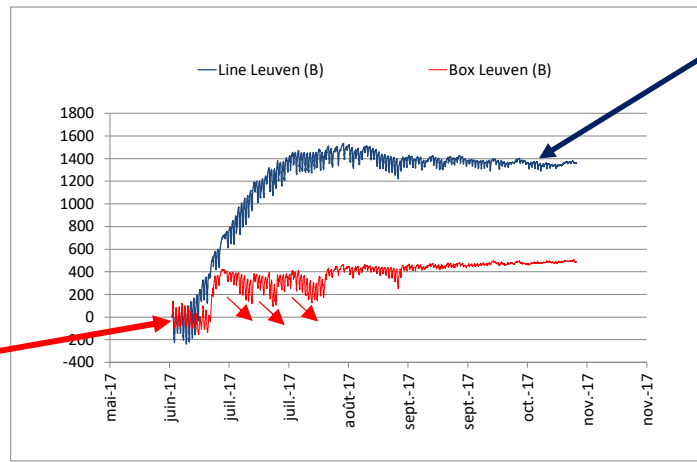
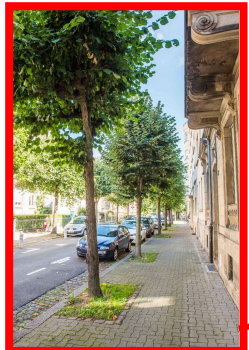
Il existe des outils pour suivre la vitalité des arbres!



- ① Voie Intra-cellulaire (symplesme) ou trans-cellulaire
- ② Voie extérieure aux cellules (apoplasme)



**AMC** : Amplitude maximale de contraction  
 ≈ niveau de contrainte hydrique  
**CJ** : Croissance apparente Journalière  
 ≈ activité de photosynthèse



INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.  
 12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO



## ➤ Gérer la Santé des Arbres en ville

L'UMR PIAF sait le faire! avec la Métropole du Grand Lyon : Projet bloTope Garibaldi

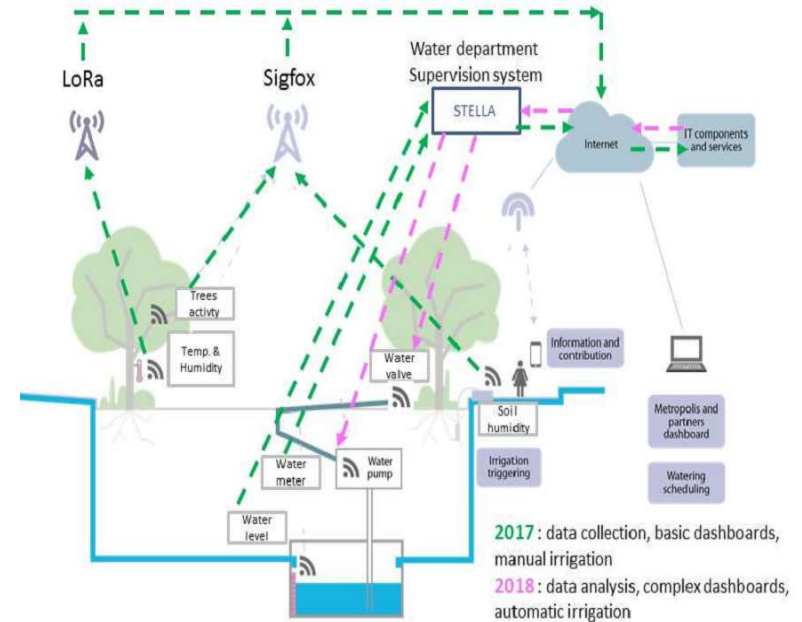
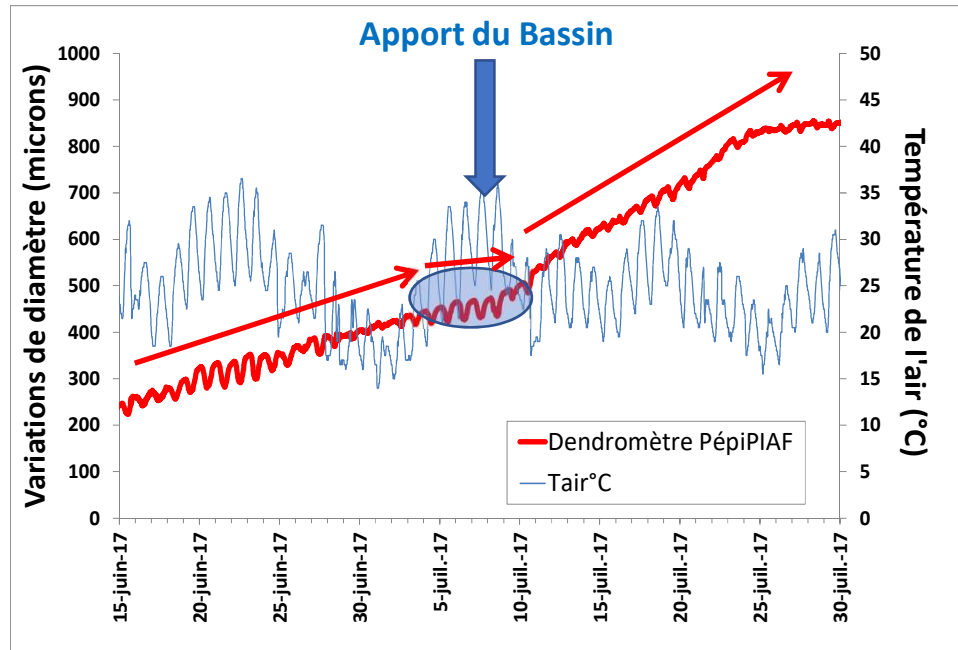


PésiPIAF



# Infrastructure verte pour atténuer les Ilots de Chaleur Urbains

L'UMR PIAF et la **Métropole du Grand Lyon** savent le faire rue Garibaldi



LYON Open Call 2: Heat wave mitigation – Sensors deployment and steps

**Apport d'eau** en période de **forte** température de l'air  $\Rightarrow$  diminution des contraintes hydriques et reprise de la **croissance** et de la **Transpiration**  $\Rightarrow$

**Optimisation du service de rafraîchissement de la ville par la végétation.**

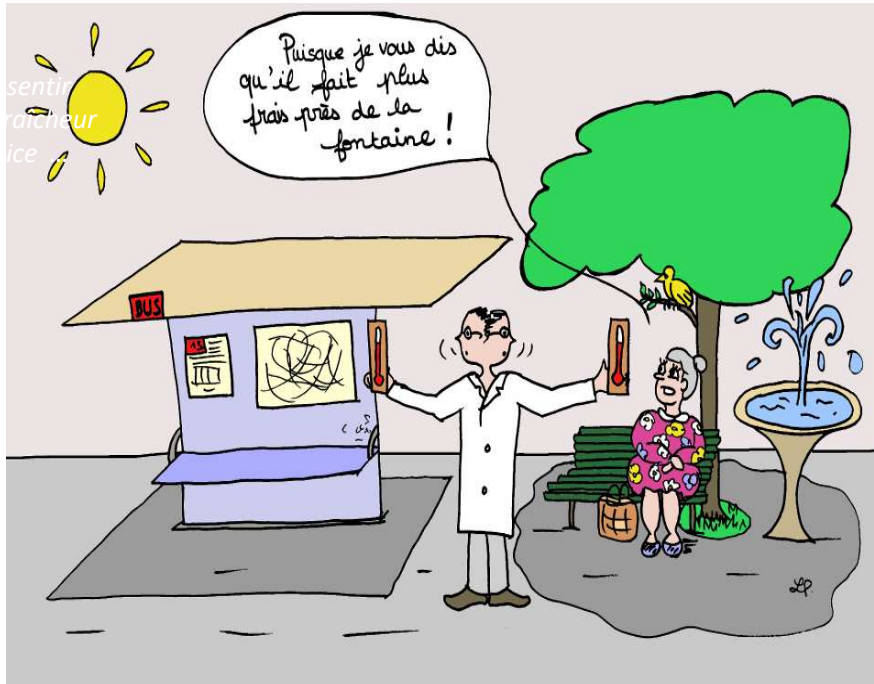


INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO





Merci pour votre attention



[thierry.ameglio@inrae.fr](mailto:thierry.ameglio@inrae.fr)



INRAE

Contraintes et Services de l'Arbre en ville : Les atouts du suivi physiologique pour atténuer les changements climatiques.

12-13/11/2020 / 1<sup>er</sup> rencontre AAM / T. AMEGLIO