



Gestion de la santé des arbres en ville et leurs rôles sur l'ambiance thermique urbaine



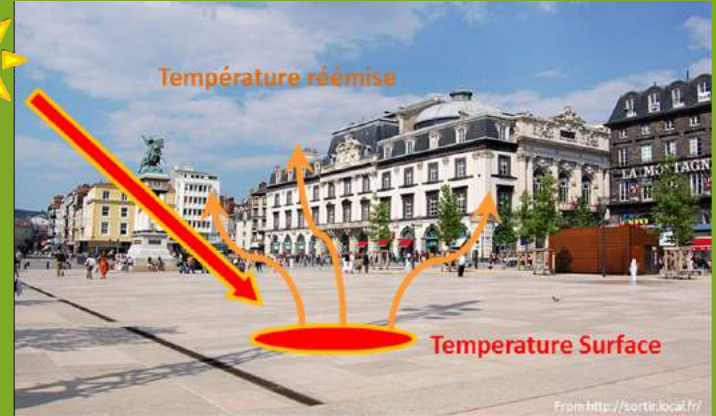
Thierry Améglio, Marc Saudreau et
Jérôme Ngao

thierry.ameglio@inra.fr



Le climat urbain ...

- Effet **Ilot chaleur urbain** = Surfaces urbaines stockent énergie pendant journée qui est réémise la nuit



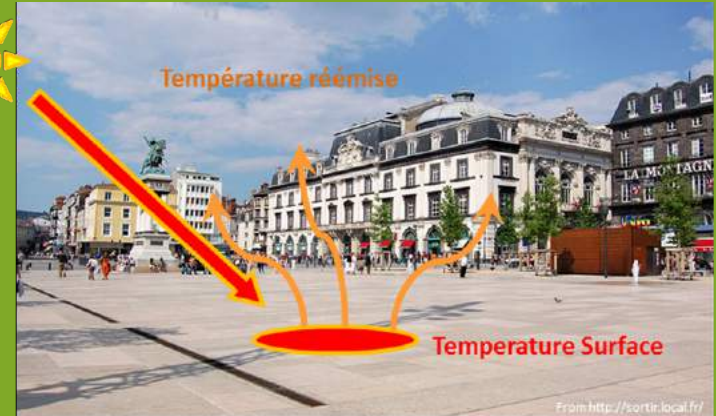
$$\begin{aligned} &\text{Température ressentie} \\ &\approx \\ &T_{\text{Air}} \\ &+ \\ &\text{Température réémise} \\ &\quad (\text{radiante}) \end{aligned}$$

Le climat urbain ...

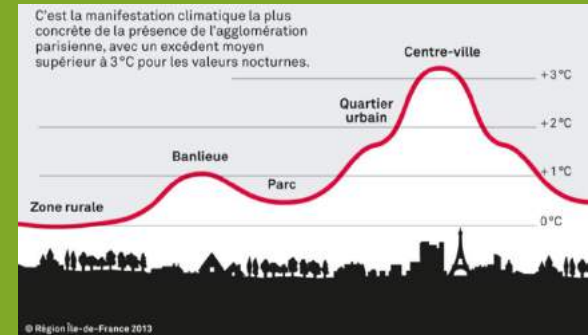
- Effet **Ilot chaleur urbain** = Surfaces urbaines stockent énergie pendant journée qui est réémise la nuit

$$T_{\text{urbain}} - T_{\text{rural}} \sim 3 - 4^{\circ}\text{C}$$

Jusqu'à 10°C !

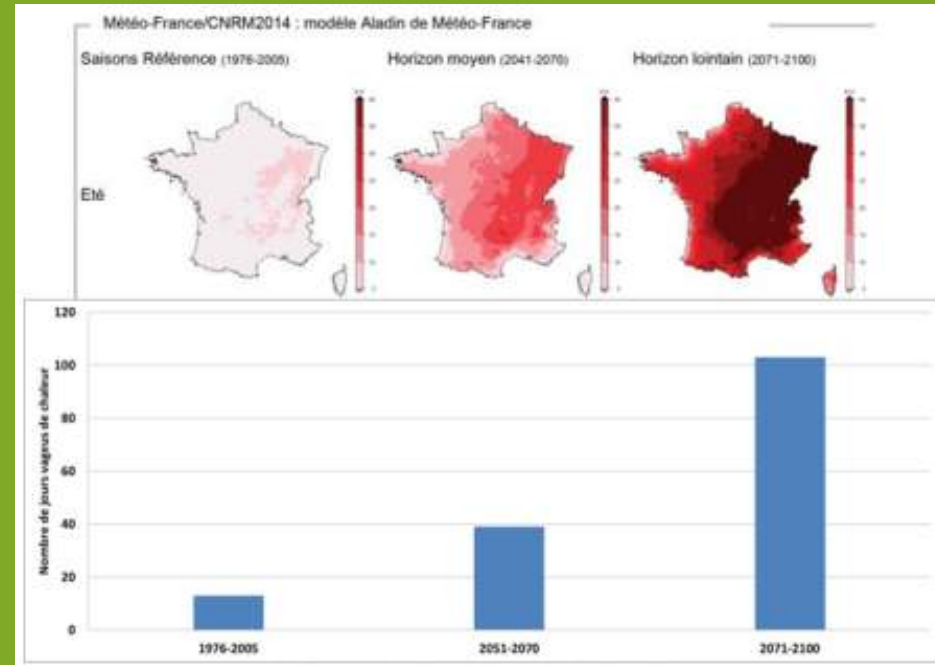


- Enjeu sociétal fort
 - En 2030 $\Rightarrow$ **80% population mondiale sera urbaine** !



Le climat urbain ...

- Effet **Ilot chaleur urbain** = Surfaces urbaines stockent énergie pendant journée qui est réémise la nuit
- Enjeu sociétal fort
 - En 2030 **80% population** mondiale sera **urbaine** !
 - **Changement climatique** - Vagues chaleur vont être plus fréquentes



Evolution du nombre de jours de vagues de chaleur en France (RCP8.5 et modèle Aladin)

* Les vagues de chaleur sont définies ici comme 5 jours consécutifs avec une température maximale supérieure de 5 degrés à la normale 1976-2005, selon le « rapport sur les scénarios climatiques pour la France »

Le climat urbain ...

➤ Réduction stress thermique - Leviers ...

1. Préventifs :

Supprimer/diminuer les sources d'énergie:
rues plus étroites, ombrage, matériaux
stockant moins d'énergie

2. Symptomatiques :

Rafrâchir la masse d'air : climatiser,
points d'eau, arrosage chaussée



Le climat urbain ...

➤ Réduction stress thermique - Leviers ...

Les arbres peuvent remplir ces deux fonctions

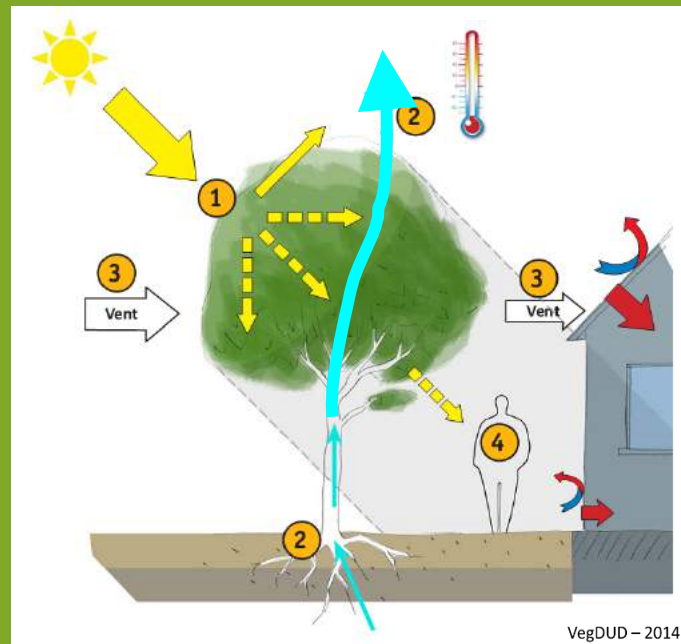
Ombrage

Et

Rafrâichissement

... en plus de tous les autres services

Séquestration CO ₂	Dépollution de l'air	Production	Barrière Vent
	Barrière de bruit	Biodiversité	Bien - être



VegDUD - 2014

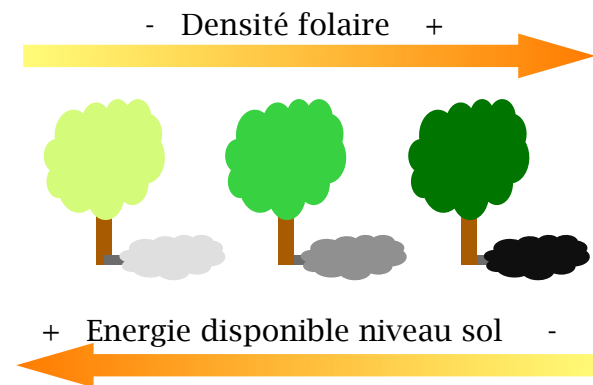
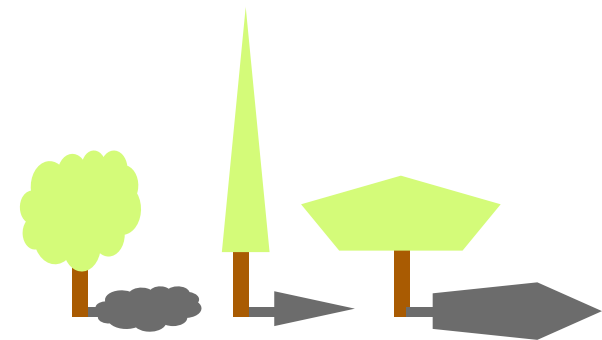
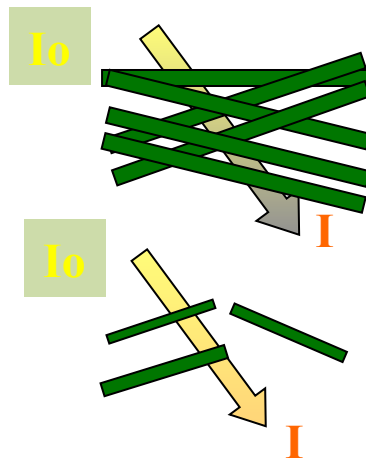
Ombrage ...

- Forme de l'arbre -> surface projetée (m²)



- Densité foliaire -> Capacité à intercepter la lumière (Coefficient extinction : k)

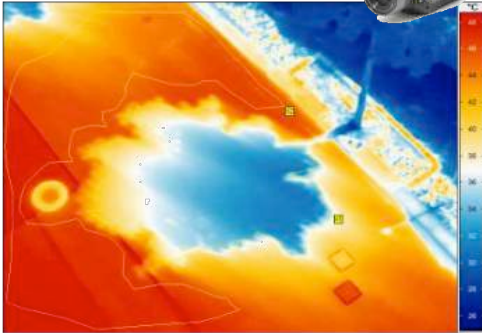
$$I \approx I_0 \exp(-k.L)$$



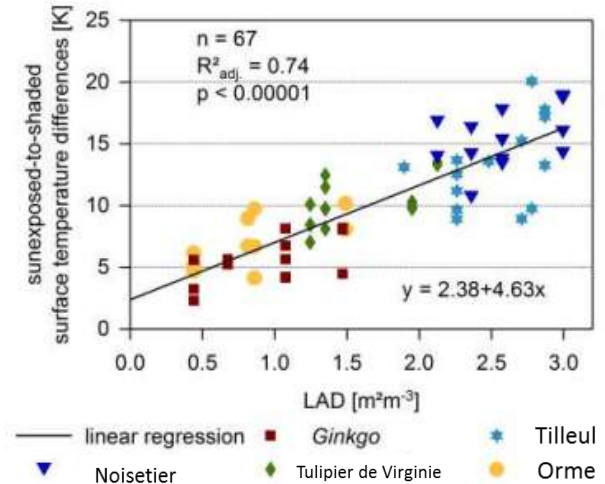
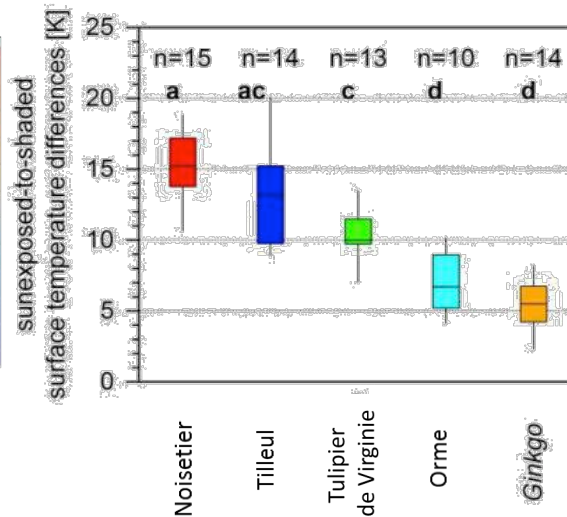
Ombrage ...

► Température de surface et Densité foliaire

Caméra Infrarouge Thermique



Gillnet et al., 2015



Diminution de 5°C la température de sol lorsque la densité foliaire augmente de 1 unité

Rafrachissement ...

- **La transpiration** = processus de vaporisation de l'eau (passage de l'état liquide à l'état gazeux) au niveau des feuilles.

- **Processus consommateur d'énergie = pouvoir rafraîchissant**

- **Conditionnée par le climat proche ET réponse en fonction de l'espèce**

$$\text{Transpiration} \approx g_s * \frac{\text{Potentiel Evaporation}}{\text{Demande Climatique}}$$

**Réponse
Physiologique**



HR (%)
T (°C)

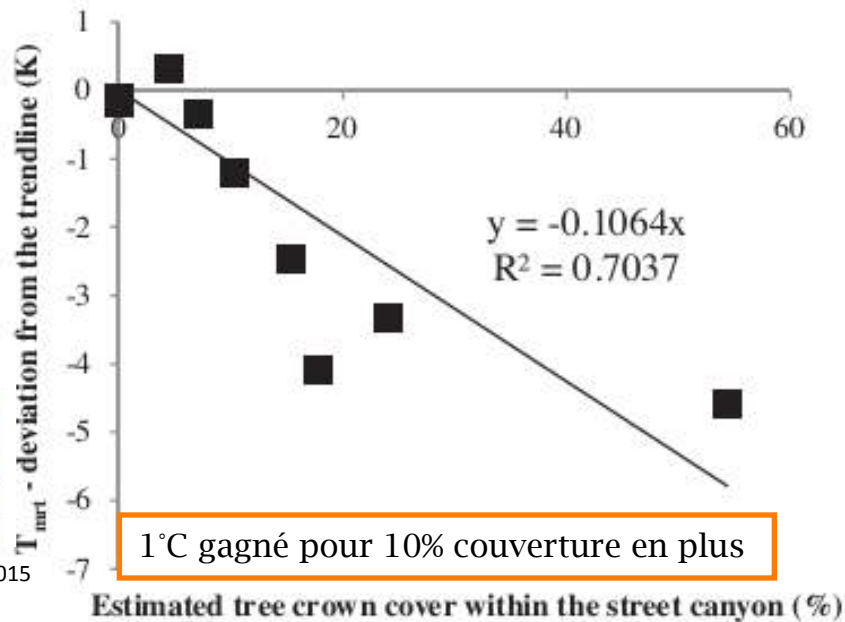
**Demande
Climatique**

Rafrachissement ...

► Température vs couverture aborée



Klemm et al., 2015

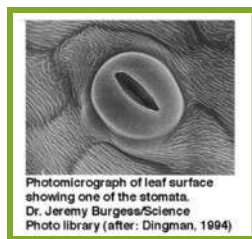


Rafrachissement ...

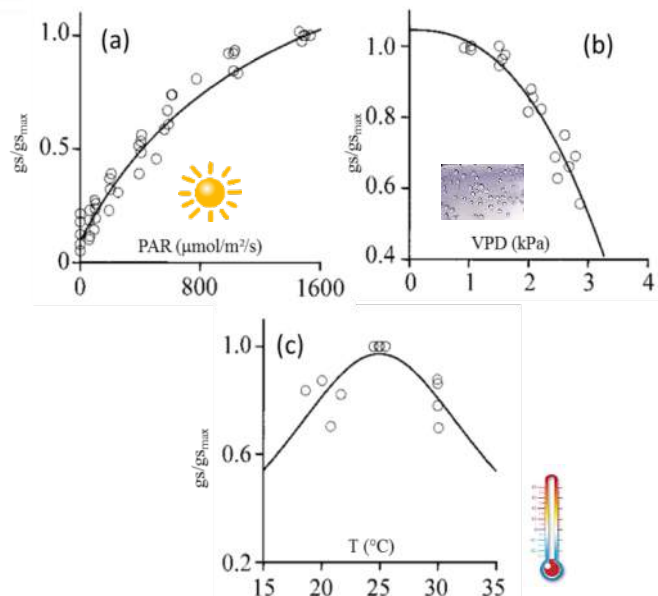
► Echelle Foliaire – Régulation stomatique

Régulation
par l'arbre

Conductance
Stomatique (g_s)



Fonction conditions météorologiques



Pincebourde et al., 2007; Damour et al., 2010

Fonction état physiologique

Azote foliaire
 $g_s \nearrow$ avec N

Maladies - Ravageurs
 $g_s \searrow$

Stress hydrique
 $g_s \rightarrow 0$



Lien avec le sol
(densité, minéraux,
eau)



Gérer la Santé Des arbres : Une Surveillance électronique en continu de la croissance et des besoins en eau.

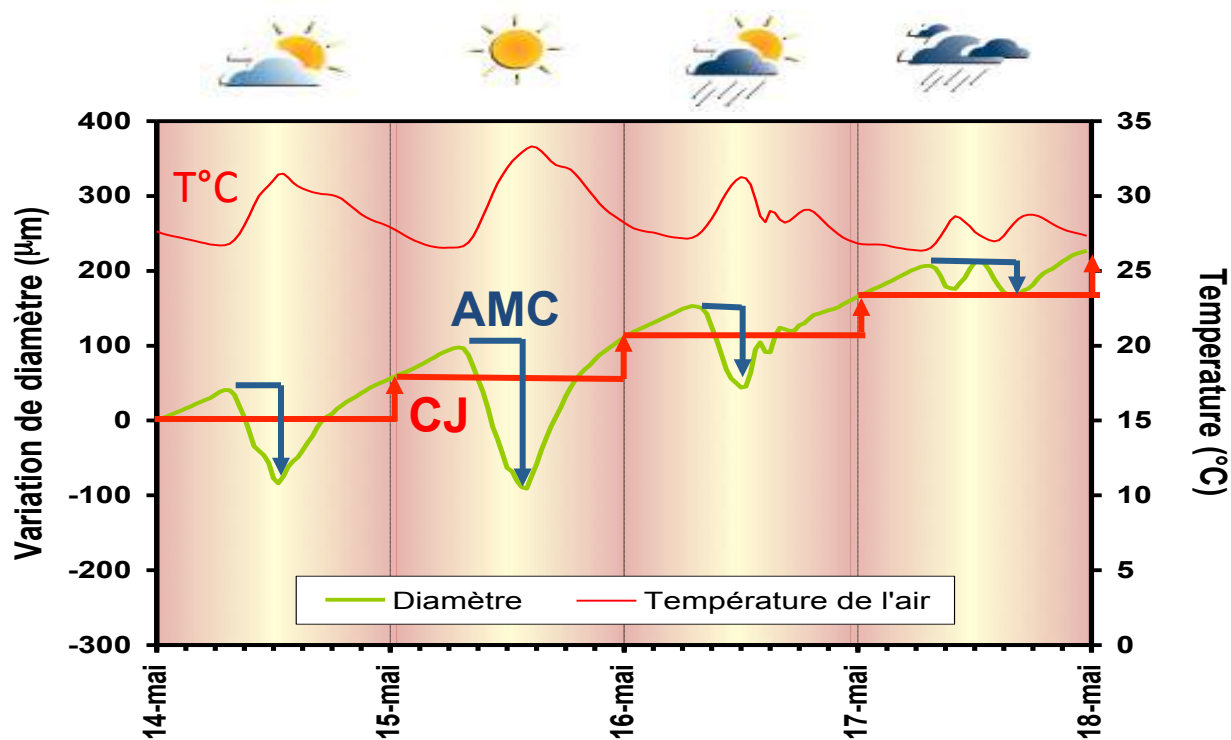
PépiPIAF



Des arbres sous surveillance électronique

AMC : Amplitude maximale de contraction $\approx$ niveau de contrainte hydrique

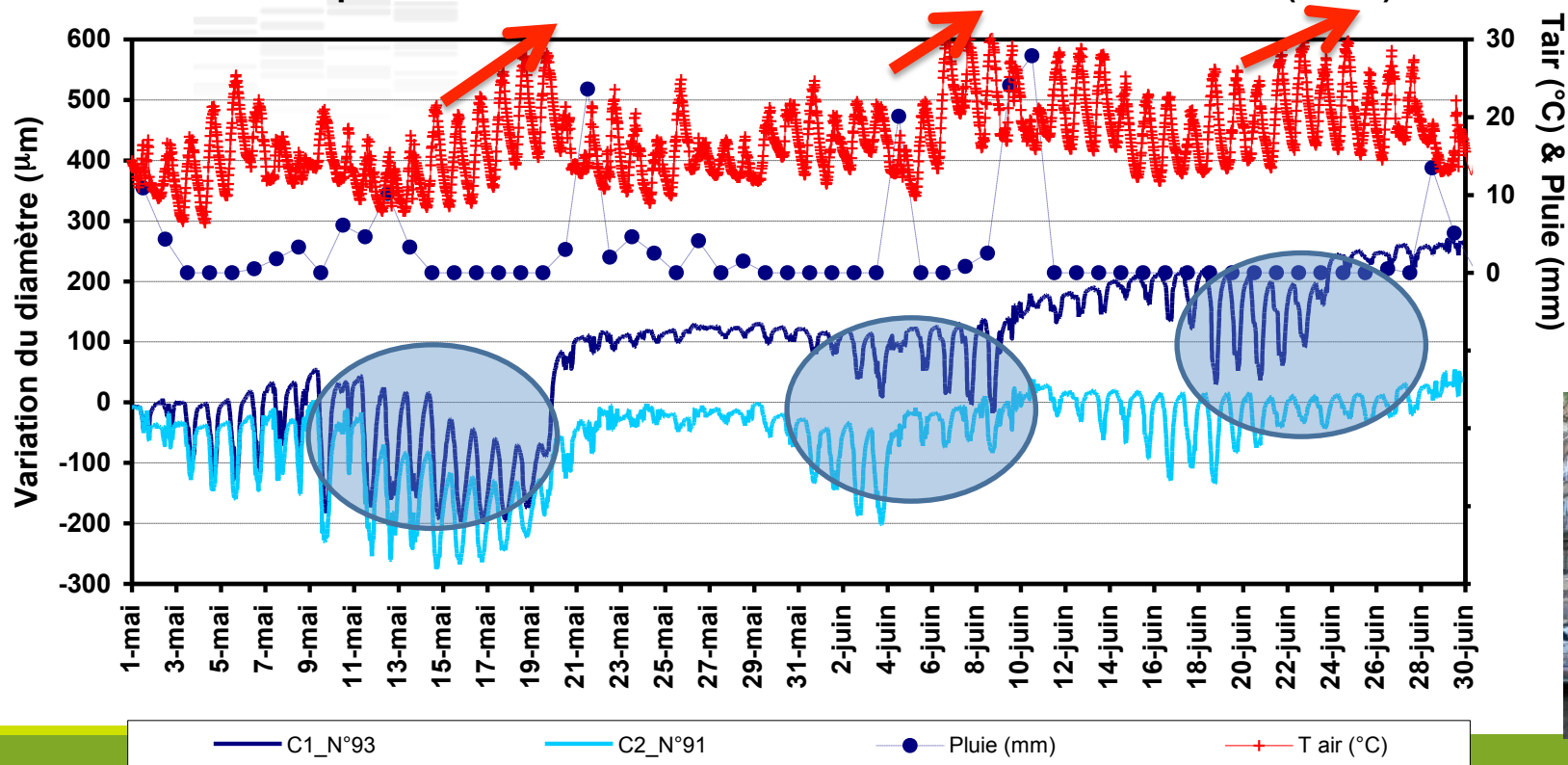
CJ : Croissance apparente Journalière $\approx$ activité de photosynthèse



PépiPIAF sur un hêvea au Brésil (P.E.Michelin , Mato grosso)

Quelques exemples : Gestion des nouvelles plantations

Nouvelle plantation - Platanes - Avenue Denfert Rochereau Paris (14^{ème})

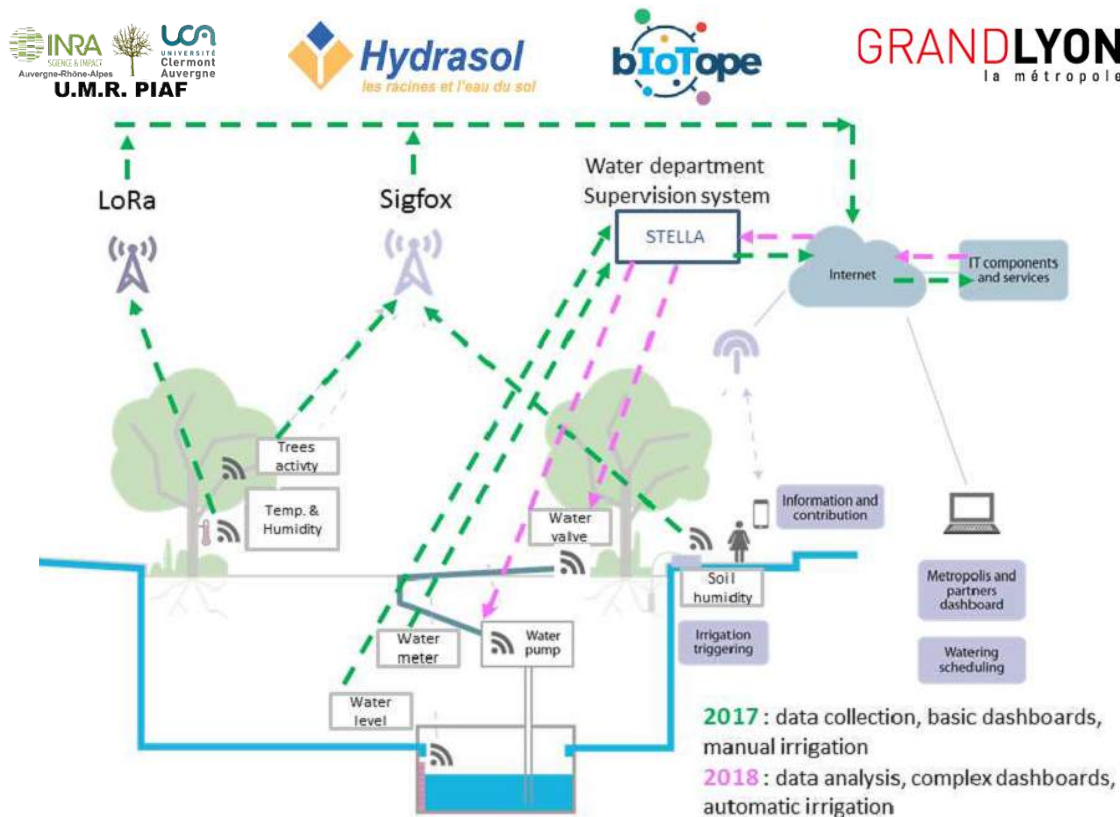


Un ex. de projet en cours ...

Projet bioTope

building an Internet of Things open innovation
ecosystem for connected smart objects
<http://www.biotope-project.eu>

- **Projet Pilot sur Lyon**
(2017-2018)
- : Atténuation des périodes de canicule par l'arbre
- **Démonstrateur et intégrateur des objets connectés IoT** (PépiPIAF, Tensiomètres, capteurs météo, qualité de l'eau, pilotage des électrovannes,,)



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



Merci pour votre attention



thierry.ameglio@inra.fr

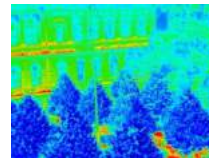
<http://www6.clermont.inra.fr/piaf/>

Autres Projets en cours ...

Projet UrbanMycoServe

(Mar. 2017-Feb 2020)

Leuven-Porto-Strasbourg



Projet ANR - COOLTREES

(Oct. 2017-Sept. 2020)

Strasbourg



Projet EarthWatch – Citizen

science (2018-2019)

Birmingham-Londres-Paris



Reading University

+ en attente de validation : AirQualiTree (Projet Primequal de l'Ademe) avec Clermont Métropole, Atmo, ICCF, Lamp, Geolab, Numtech.

Quelques exemples : Datation du débourrement – croissance cambiale

Arbres d'alignement - Ville de Paris

