

# PHENO 2015

**PHENOTOOLS : un suivi continu de la croissance assisté par capteur pour comprendre la phénologie et physiologie d'espèces exotiques «acclimatées» au climat méditerranéen.**

Améglio Thierry<sup>1,2</sup>, Marchal Cécilia<sup>3</sup>, Caraglio Yves<sup>4</sup>, Bellanger Richard<sup>3</sup>, Heinz Christine<sup>5</sup>, Mellerin Yannick<sup>3</sup>, Chevallier Joëlle<sup>3</sup>, Ducatillion Catherine<sup>3</sup>



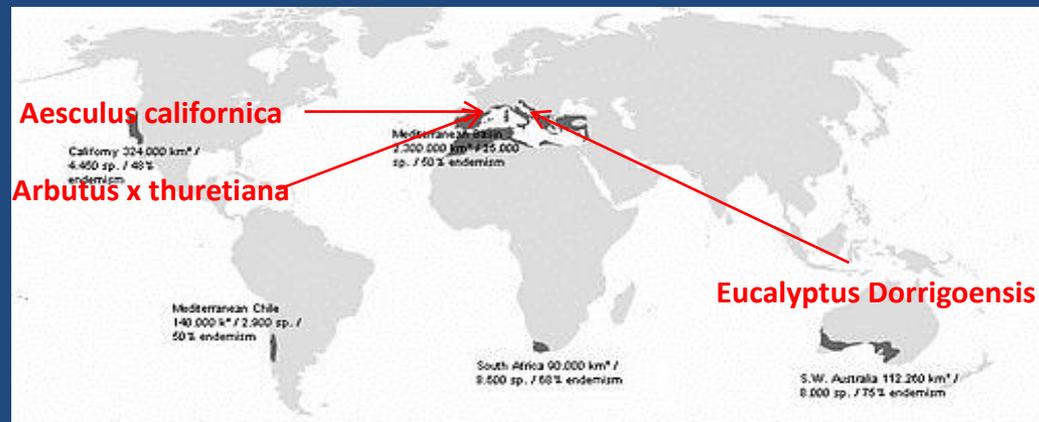
## PERPHECLIM



# CONTEXTE

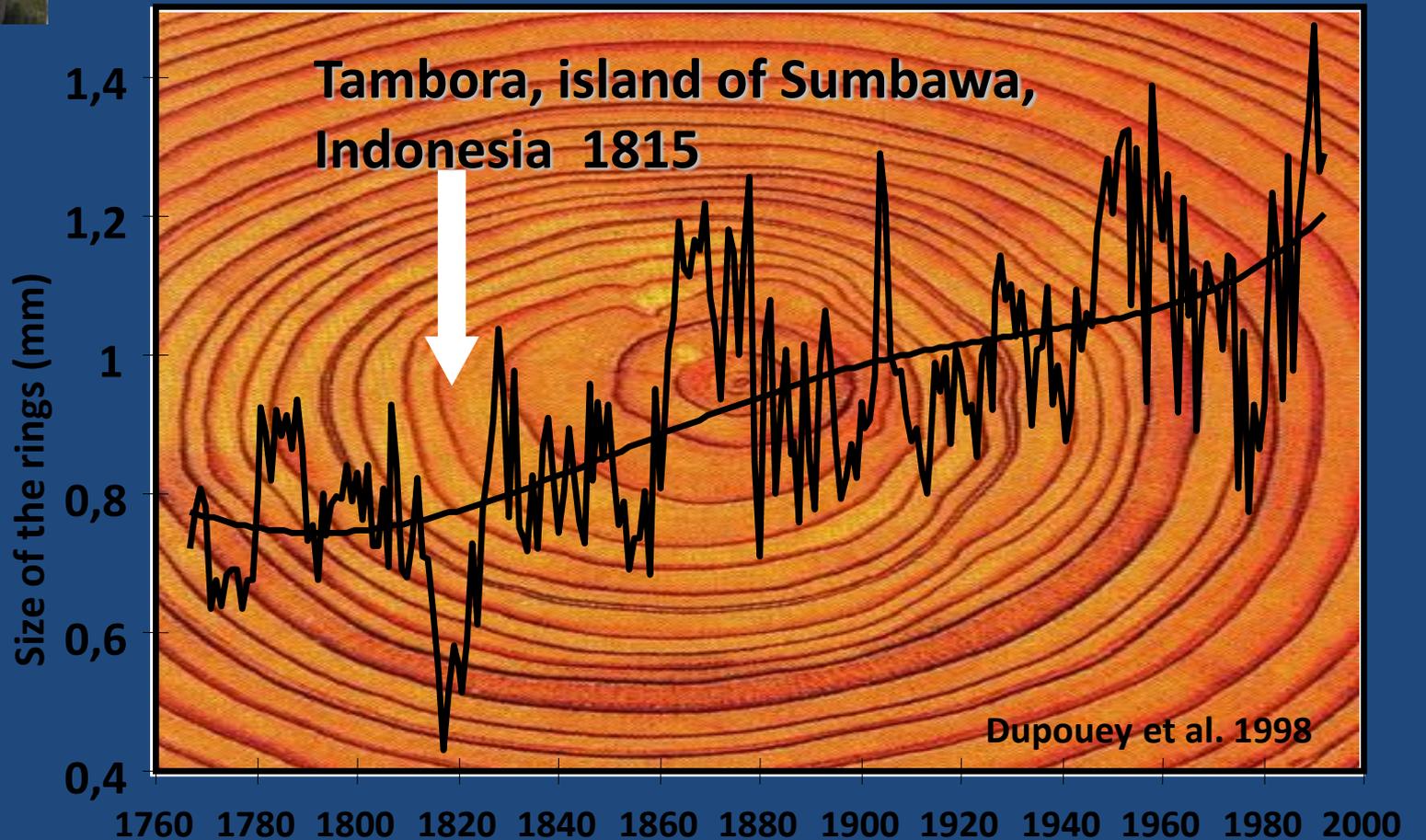
- Perphéclim (métaprogramme Accaf de l'INRA)
- **Méthodes alternatives** de suivi de la phénologie (**croissance I<sup>ère</sup> et II<sup>ère</sup>**)
- Villa Thuret, jardin botanique et arboretum d'acclimatation, **ouvert au public.**
- « **espèces orphelines de recherche** » - 1000 espèces en collection depuis 1857, 1-5 individus au maximum par espèce
- Observations phénologiques régulières depuis une dizaine d'années (GDR et ODS, RNSA), plus aléatoires ou « accidentelles » depuis 150 ans

## Espèces du Biome méditerranéen





# Croissance et climat passé



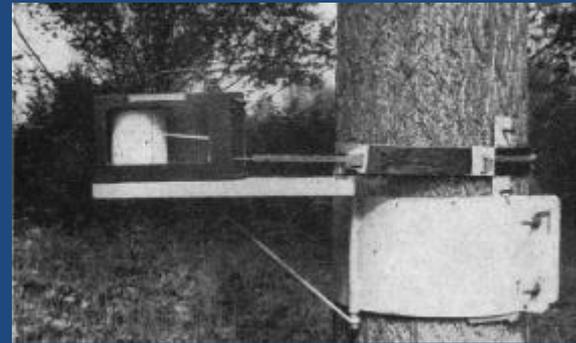
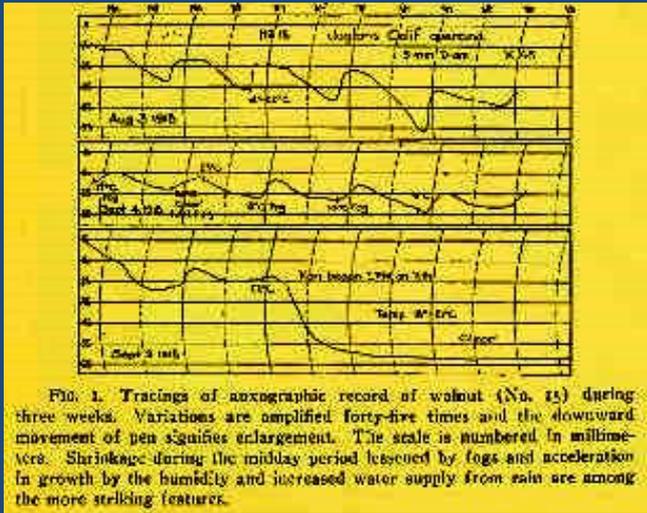
*Pinus uncinata*

- Dendrochronologie
- Impact des CC sur la croissance des arbres

# Mesures continues de la croissance radiale



Noyer

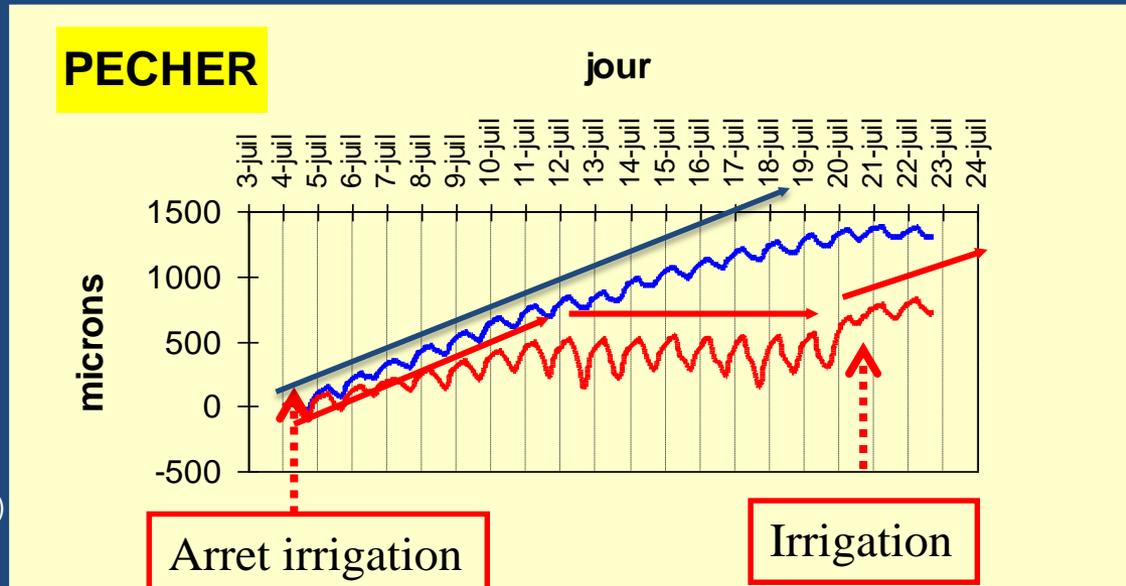


Dendrographe: Fritts HC (1955)

Daniel Tremblay MACDOUGAL (1919) Hydration and growth. Proc. Amer. Phil. Soc. 58: 346-372.



Patent INRA "Pepista", JG Huguet (1985)



Licence INRA "PepiPIAF" (UMR PIAF, Lycée Lafayette)

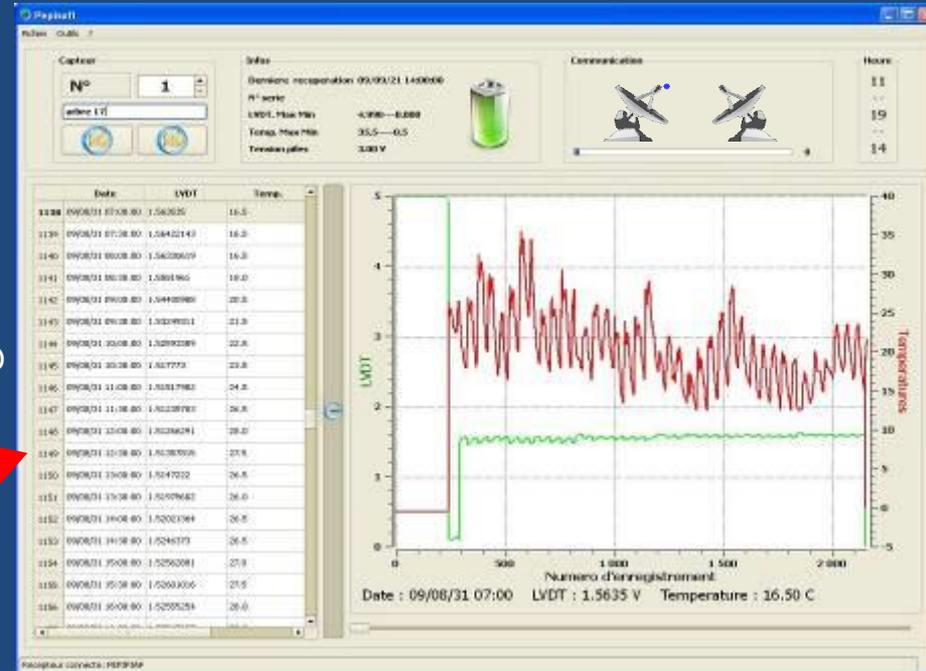
# Qu'est ce que le PériPIAF?



Un capteur LVDT  
et un porte-  
capteur (invar)

Acquisition de donnée  
Mesure de T°C  
Alimentation électrique (2 AA)  
Emetteur Radio/GSM

Receveur USB  
Logiciel PériSoft

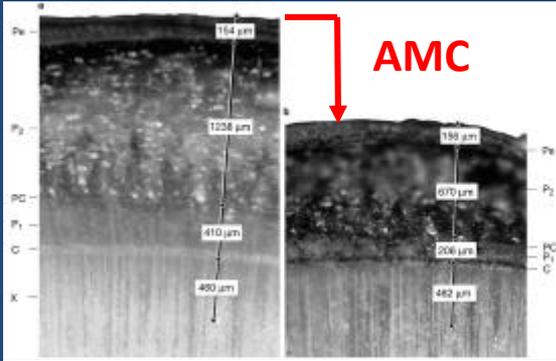


## Mini data logger intègre :

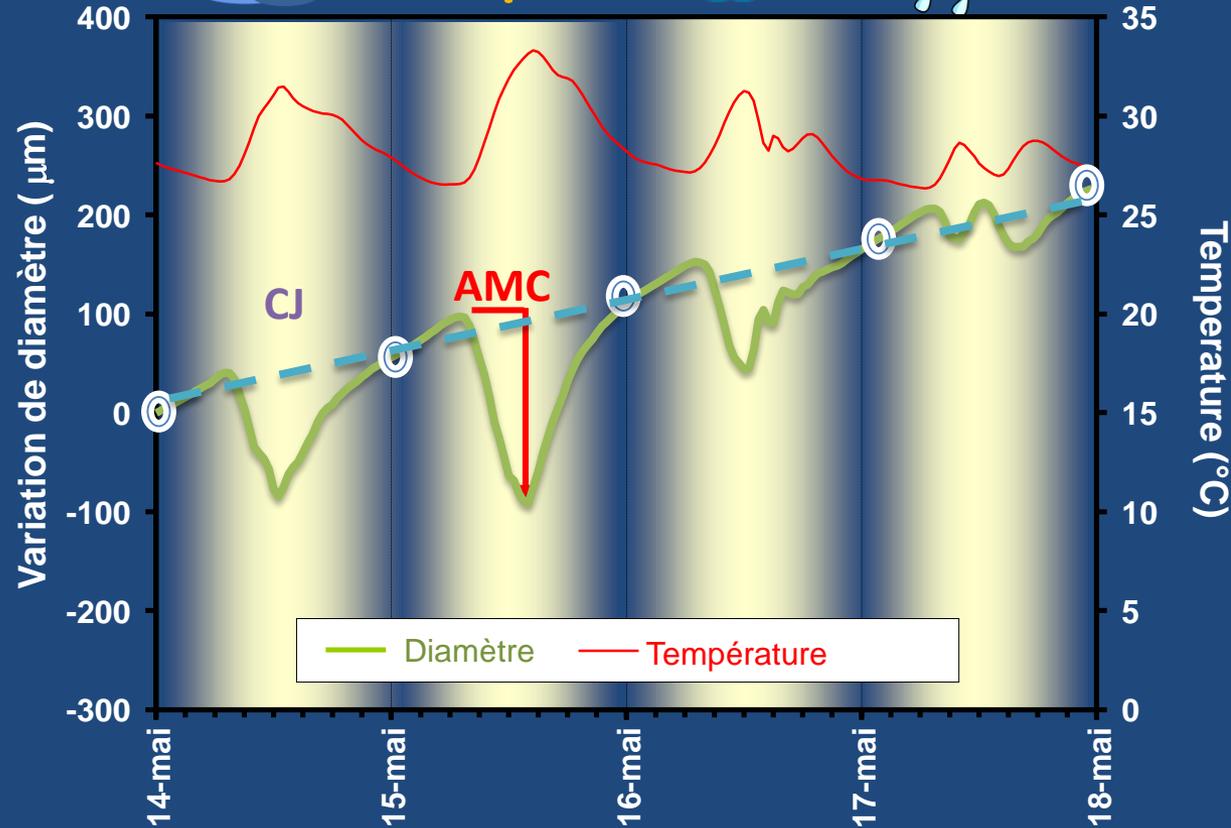
- LVDT (>1  $\mu\text{m}$  on ~17 mm) & capteur de Température ( $\pm 0.5^\circ\text{C}$ )
- Une acquisition de données sans fil (Radio ou GSM) : (2,4 GHz, range ~ 80 m, 16 bits, stockant de 2160 à 10 800 data toutes les 1' à 3h (ex pour une data toutes 30' stockage sur 225 jours).
- 2 AA alkaline pour 8-12 mois
- un logiciel de téléchargement à distance (40-80m) PériSoft, permettant de visualiser et dialoguer avec le PériPIAF et d'éditer les données au format txt ou excel)



# Fluctuation journalière du diamètre de tronc ou branche



Zweifel et al. 2000



PépiPIAF sur un hévéa au Brésill (P.E.Michelin , Mato grosso)

- Croissance journalière est liée à la capacité de l'arbre à photosynthétiser : **CJ**
- L'amplitude maximale de contraction est liée à l'état hydrique : **AMC**

- Et à la demande climatique
- **AMC** = f(☀️)



# Des espèces contrastées

## ❖ 3 catégories:

### ❖ **Feuillage persistant**, croissance rythmique:

#### ❖ **Arbutus x thuretiana**

- ❖ Hybride (A. canariensis x A. andrachne)
- ❖ Feuillage persistant, floraison terminale
- ❖ Chute d'écorce brutale



### ❖ **Feuillage persistant**, croissance apériodique:

#### ❖ **Eucalyptus dorrigoensis**:

- ❖ Espèce Australienne
- ❖ Feuillage persistant, floraison axillaire et terminale Chute d'écorce brutale



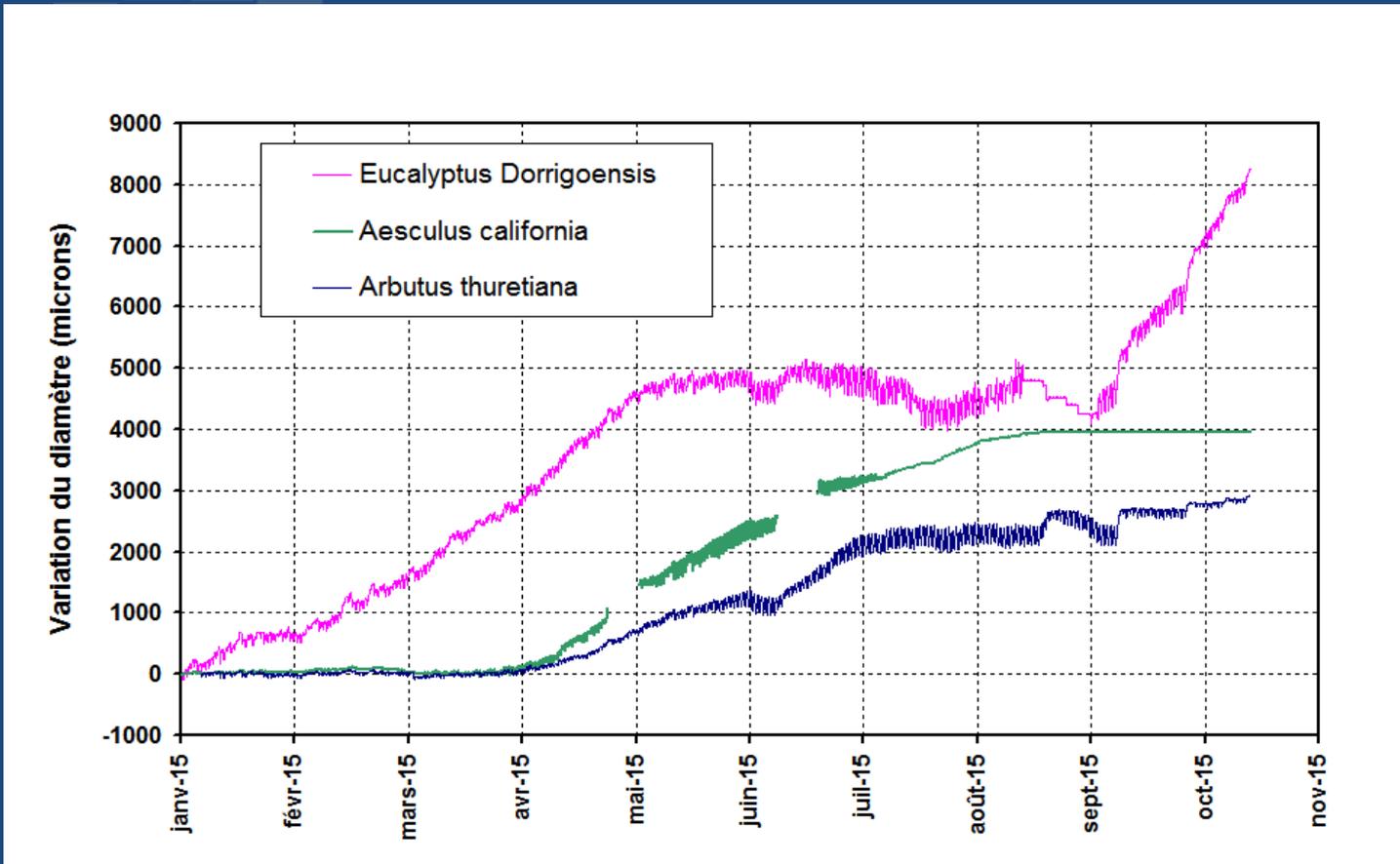
### ❖ **Feuillage caduque**, croissance rythmique:

#### ❖ **Aesculus californica**:

- ❖ Provenant du biome méditerranéen (Californie)
- ❖ Feuillage caduque, floraison terminale
- ❖ Chute d'écorce progressive



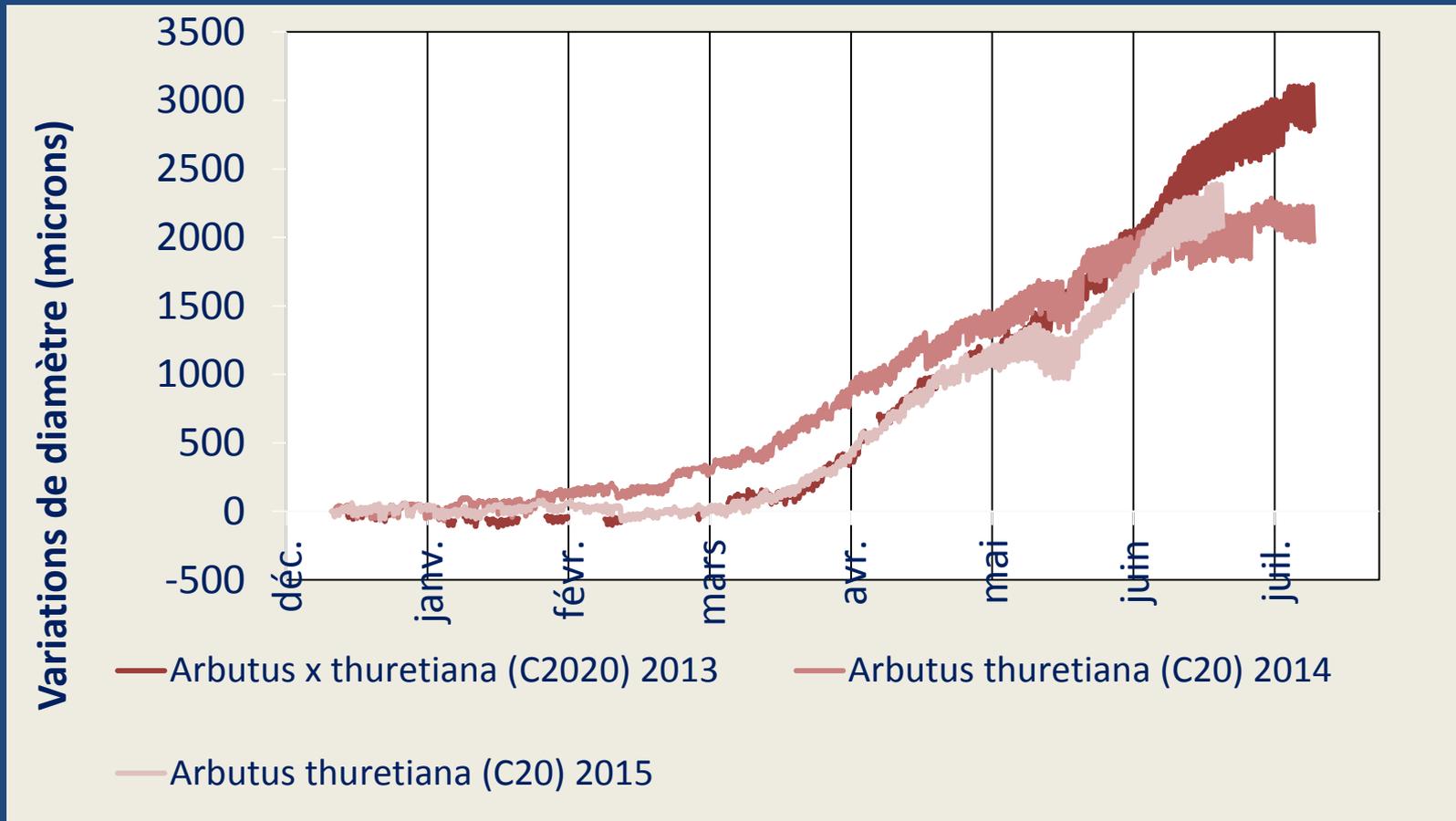
# Croissance secondaire



## ❖ *Diversité de la croissance secondaire*

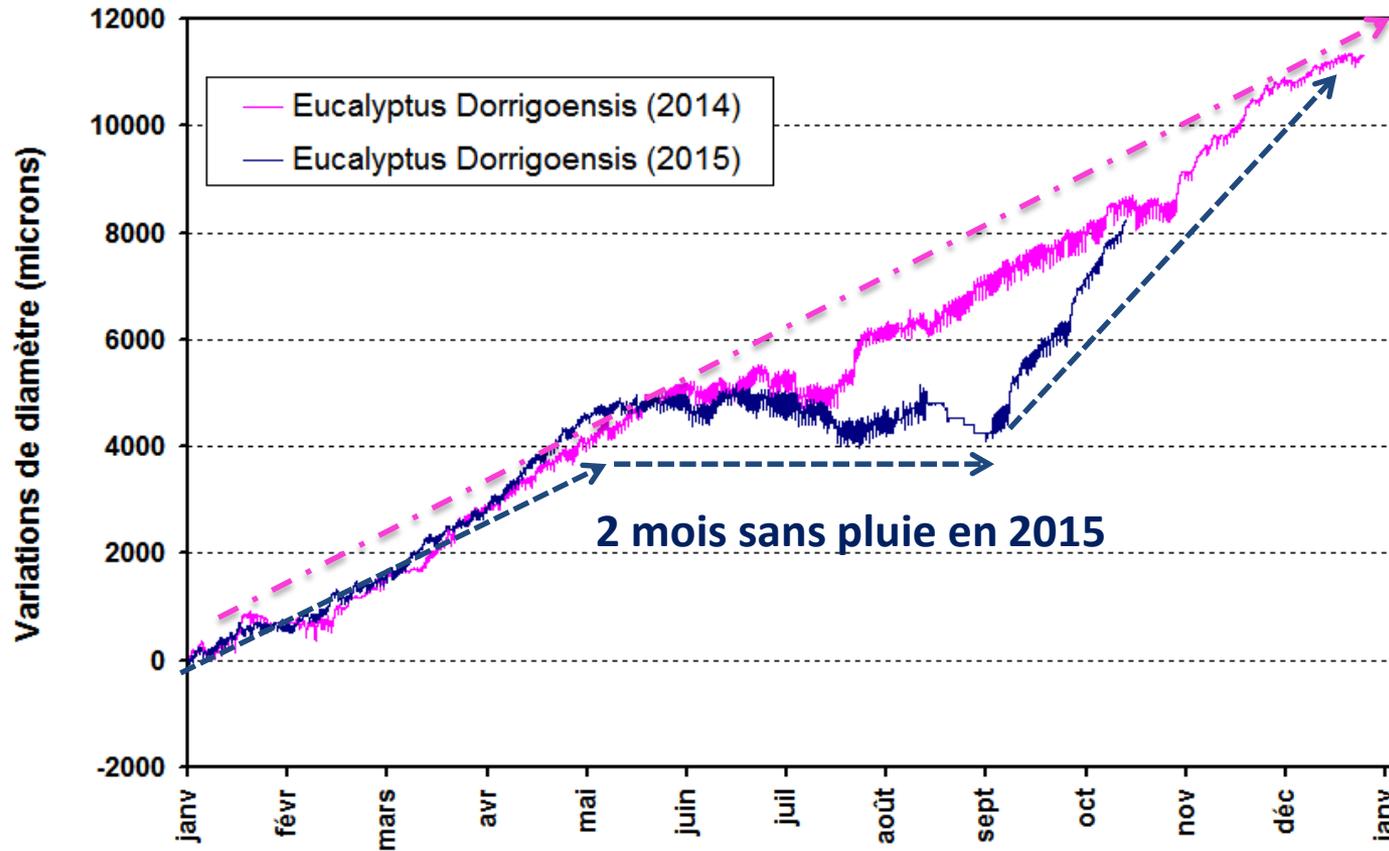
- ❖ *Arbutus/ Eucalyptus = croissance continue*
- ❖ *Aesculus = 4 mois*

# Croissance secondaire : *Arbutus x thuretiana*.



- ❖ *croissance secondaire mars à décembre*
- ❖ *Facteur limitant = la température hivernale et état hydrique estivale*

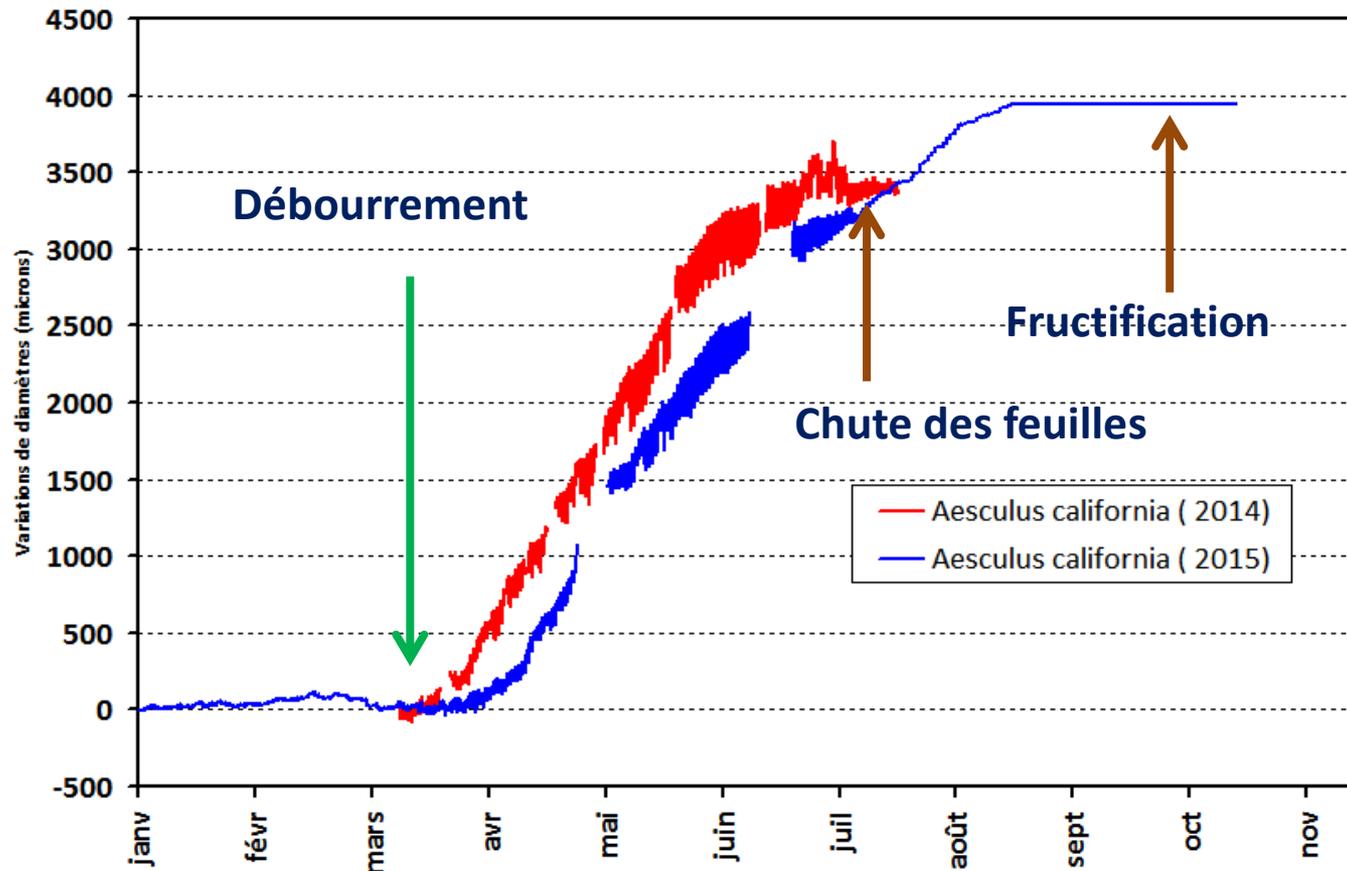
# Croissance secondaire : Eucalyptus D.



❖ *croissance secondaire continue*

❖ *Facteur limitant = l'eau (pluviométrie estivale 2014>2015)*

# Croissance secondaire : Aesculus C.



- ❖ *croissance secondaire limitée à la présence des feuilles = 4 mois max.*
- ❖ *Facteur limitant = le Carbone - gestion remarquable des réserves glucidiques (chute de feuille précoce)*

# Conclusion et perspectives

- Stratégie vis-à-vis de la sécheresse
  - Esquive : *Aesculus californica*
    - Faible durée de vie des feuilles
    - Tombent avant stress hydrique
    - Sensibilité à l'embolie ?
    - Résistance au froid faible ?
    - Fructification très tardive
    - Efficacité photosynthétique

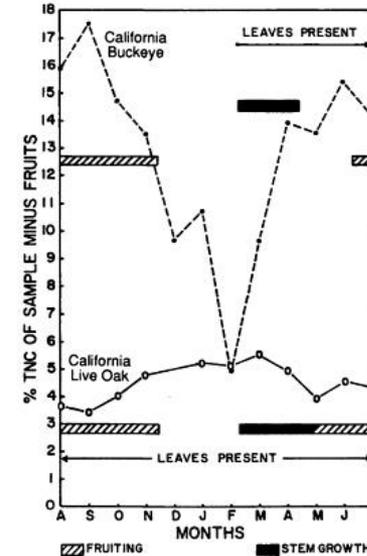
- **Tolérance assez forte : *Arbutus thuretiana***

- Pas de régulation stomatique marquée (AMC toujours forte)
- Pas de chute de feuille
- Réserve C ?

- **Tolérance moyenne : *Eucalyptus dorrigoensis***

- Fermeture stomatique (arrêt des AMC)
- Redémarrage de la croissance dès la première pluie
- Croissance forte même à basse température
- Réserve C faible ?

396 T. T. Kozlowski



**Figure 1** Seasonal cycles of total nonstructural carbohydrates (TNC) in twigs of the drought-deciduous California buckeye (*Aesculus californica*) and the evergreen California live oak (*Quercus agrifolia*). [Reprinted from Mooney and Hays (1973) with permission from Gustav Fischer Verlag.]

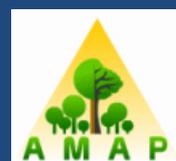
# Conclusion et perspectives

**Suivi continu de la croissance en diamètre par capteur = super outil de phénologie!**

- Débourrement / Chute des feuilles des feuillus
- Croissance cambiale vs. Débourrement

- **Fonctionnement hydrique et physiologique** (gestion du carbone, impact des températures, ....)
- Acquisition dans nombreuses situations (arbre isolé, arboretum, jardins d'acclimatation, vergers, forêt, vignes, arbres en ville ... Renecofor?)
- Contextualisant les différentes phénophases observées (environnement climatique : thermique ; environnement physiologique : contrainte hydrique.

# Merci de votre attention



[ameglio@clermont.inra.fr](mailto:ameglio@clermont.inra.fr)



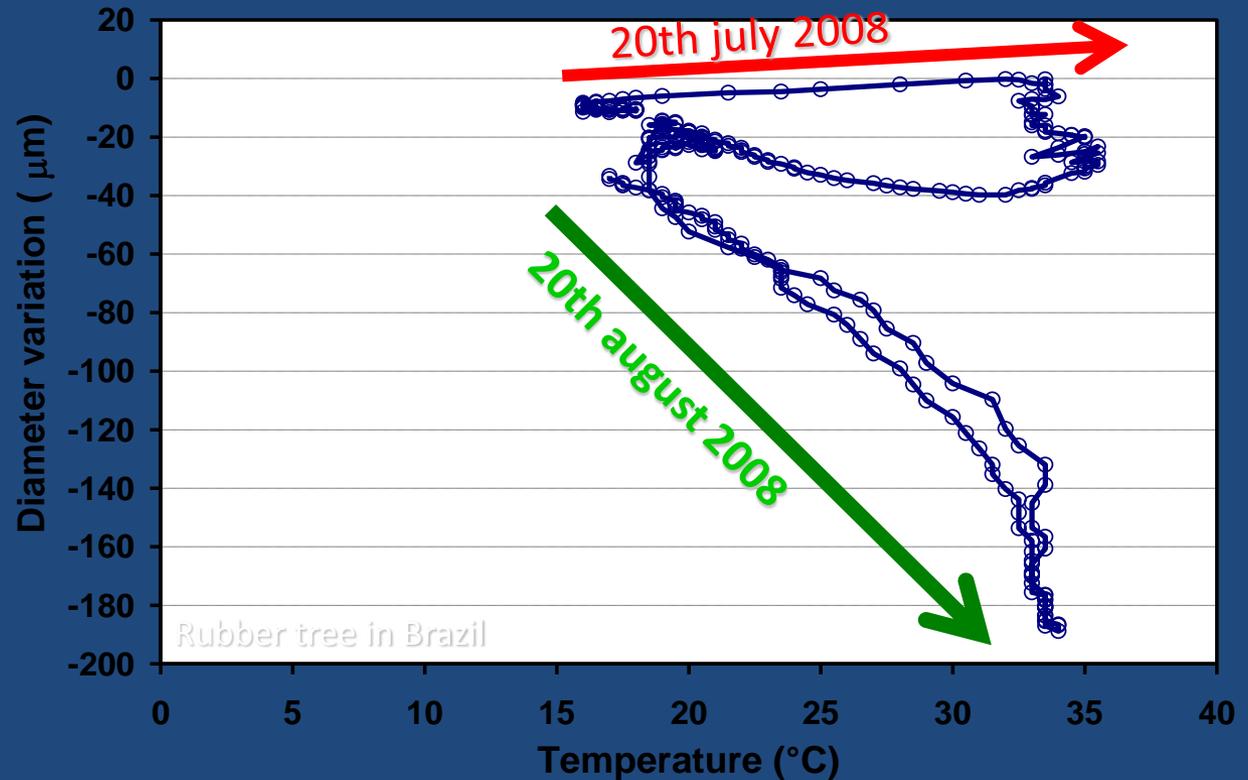
# Détermination de la date de re-feuillaison (débourrement)



Re-foliation on Rubber tree



Picture:  Une meilleure façon d'avancer.



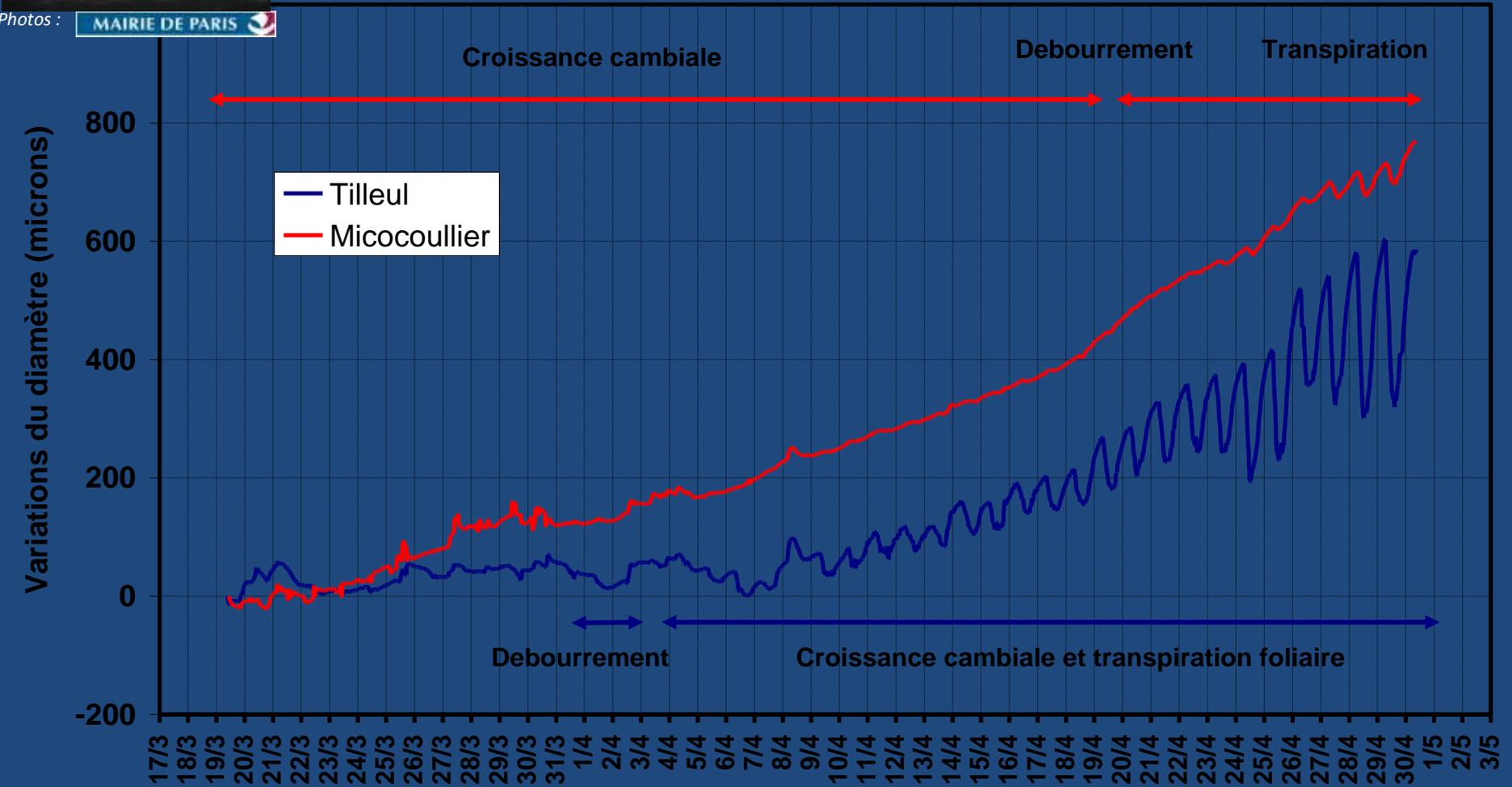
- Détermination du débourrement
- Détermination de la croissance cambiale vs. élongation des tiges
- Démarrage de la Transpiration chez les feuillus.

# Débourrement - Croissance cambiale

## Arbres d'alignement - Ville de Paris



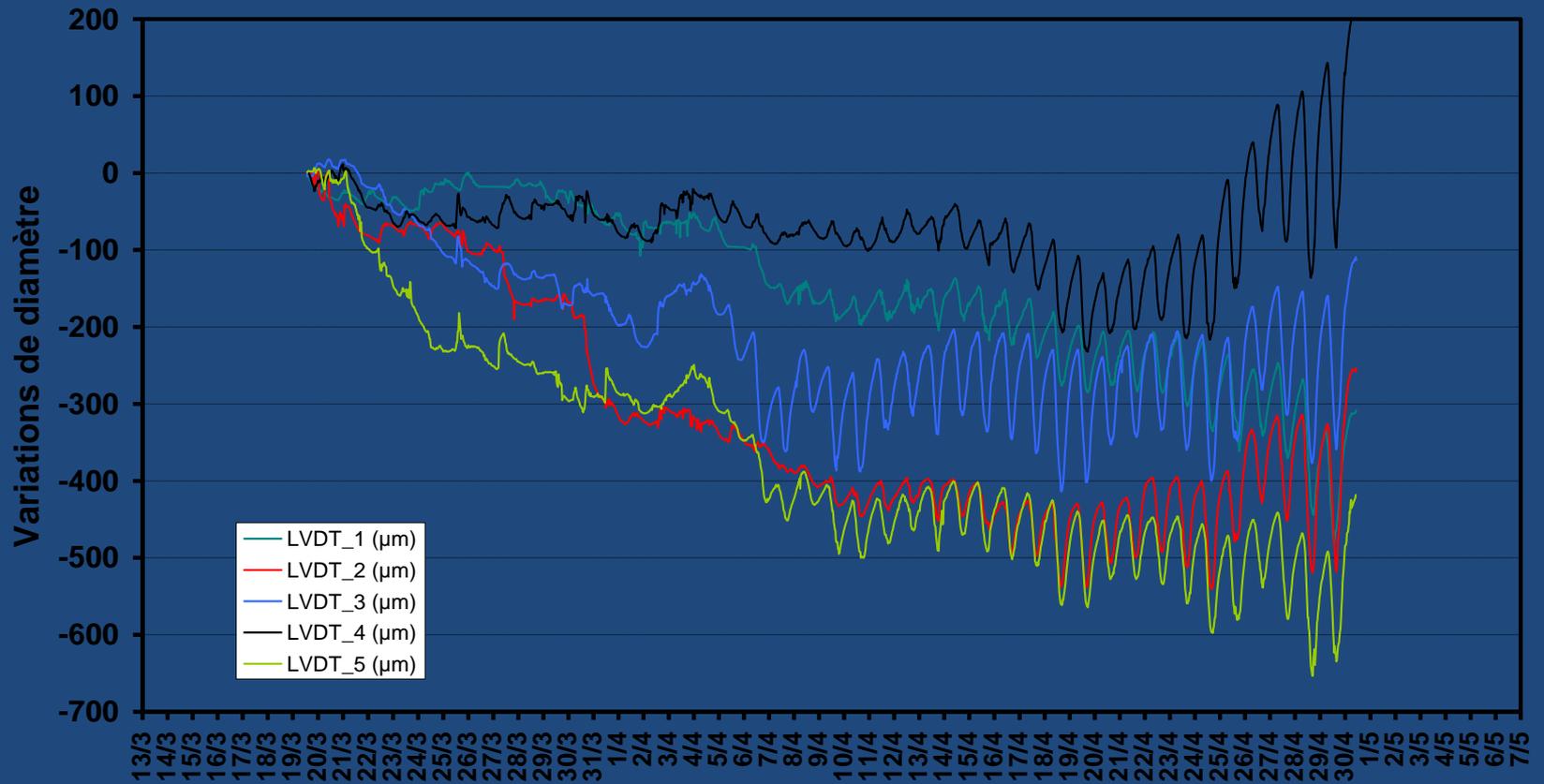
Photos : MAIRIE DE PARIS



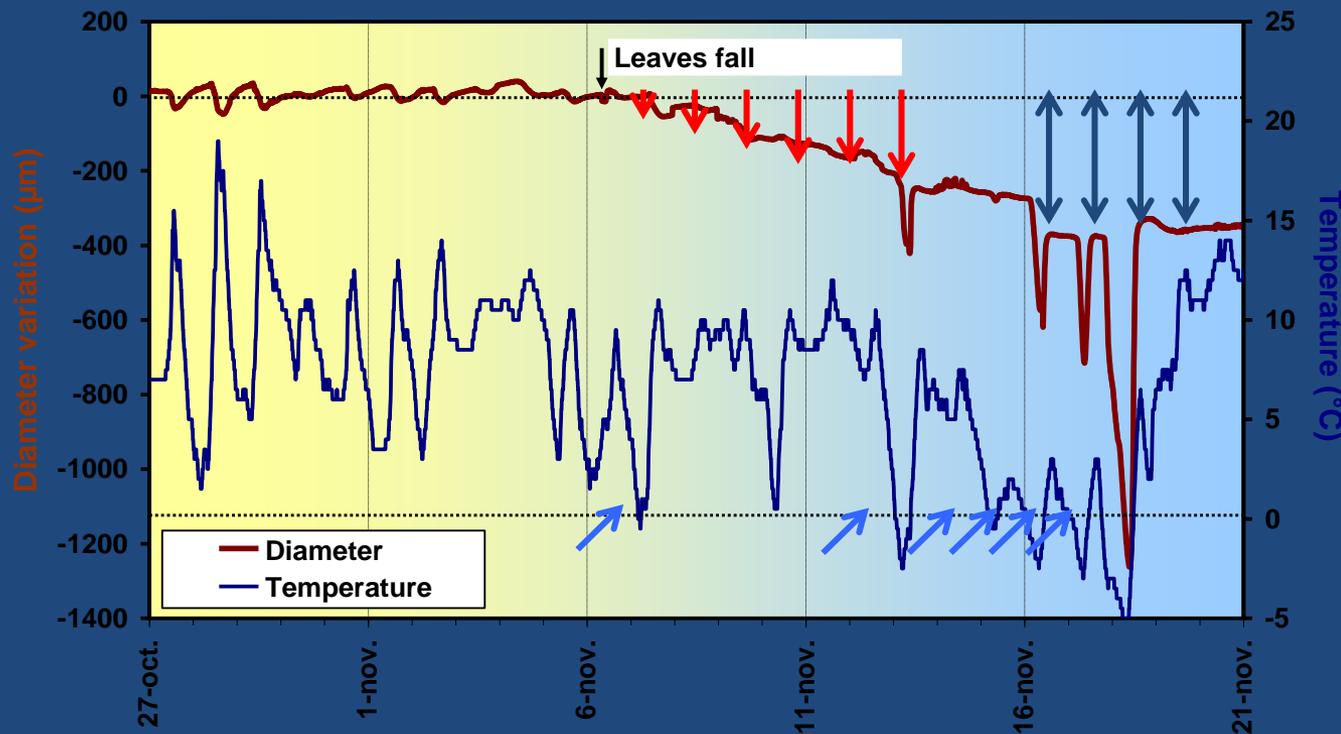


# Impact de la floraison sur la croissance en diamètre du Marronnier

Marronnier- Ville de Paris



# Détermination de la Phénologie



Noyer à Clermont-Ferrand (France)

- Détermination de la phénologie : ( $\approx$  sénescence,  $\approx$  chute des feuilles)
- Dommages des arbres au gel
- Acclimatation des arbres au gel