



# Conséquences des sécheresses sur le fonctionnement des forêts, l'adaptation et la niche des arbres forestiers

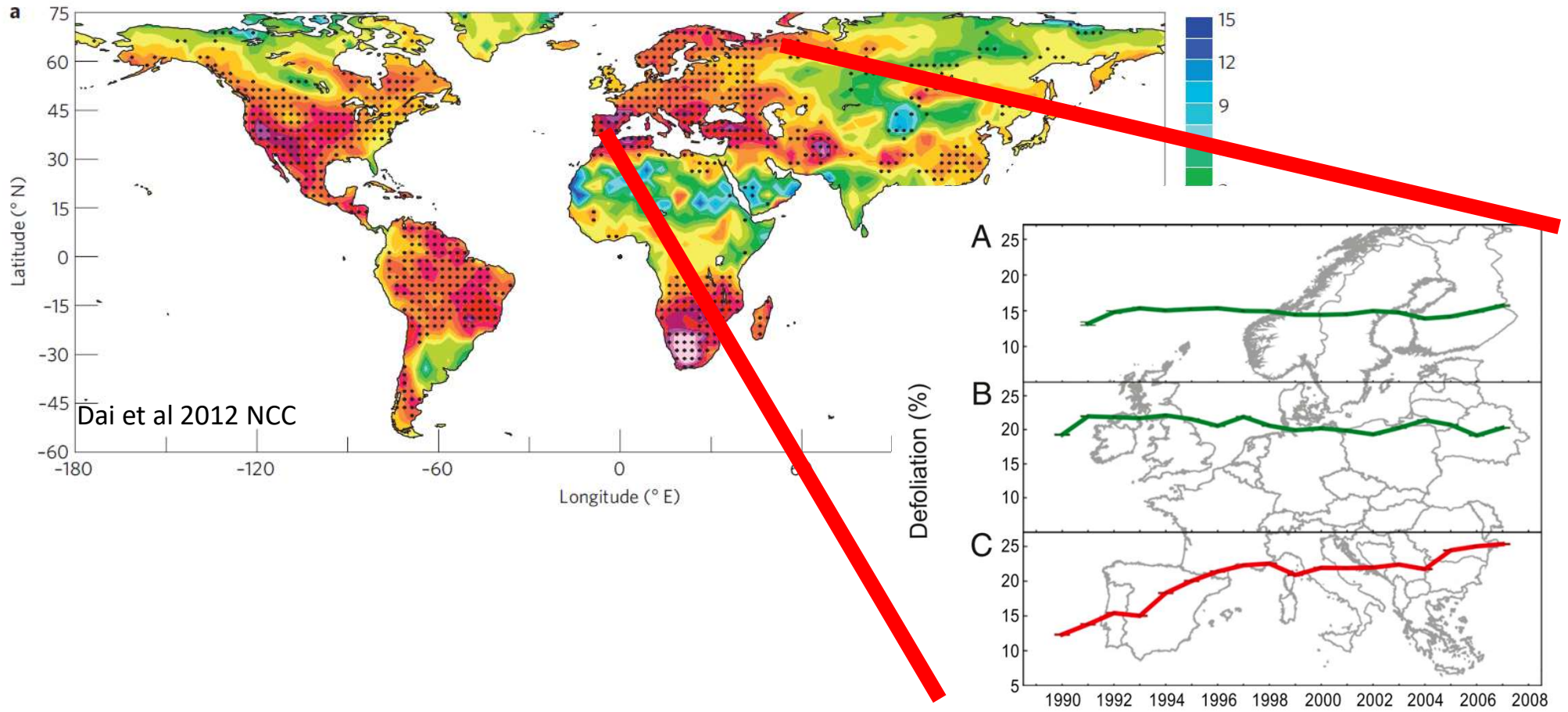


Nicolas Martin-StPaul, Davi H, Courbet, Simioni G, Pimont F, Dupuy JL

URFM

# Dépérissements forestiers causés par la sécheresse

Anomalie [1990-1999] [2090-2099] eau du sol (1m) Ensemble RCP 4.5



Dai et al 2012 NCC

Year  
Carnicer et al 2011 PNAS

# Evaluer les conséquences de la sécheresse sur le fonctionnement

**Sécheresse**



**Fonctionnement**

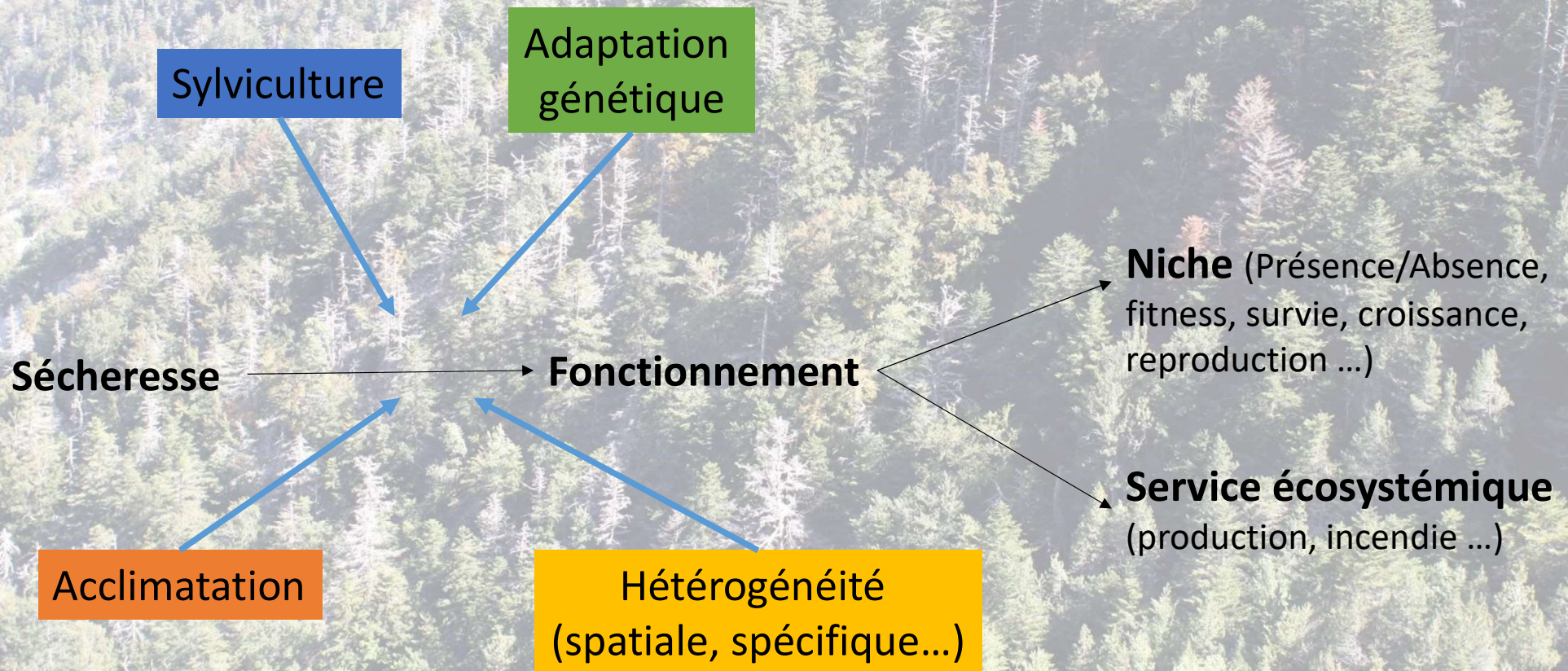


**Niche** (Présence/Absence, fitness, survie, croissance, reproduction ...)



**Service écosystémique**  
(production, incendie ...)

# Des questions scientifiques en lien avec l'adaptation



# Outils d'étude des réponses à la sécheresse à l'URFM

## *Empirique Labo.*

- Mesures de traits
- Expériences en serre



## *Empirique in situ*

- sites atelier  
Font-Blanche, Ventoux, Sylviculture
- sites partenaires opérationnels

Réseau-Hydrique (ONF, DFCI)  
Picausselle (ONF)

...



## *Modélisation fonctionnelle*

- CASTANEA
- NoTG
- SurEau
- PDG

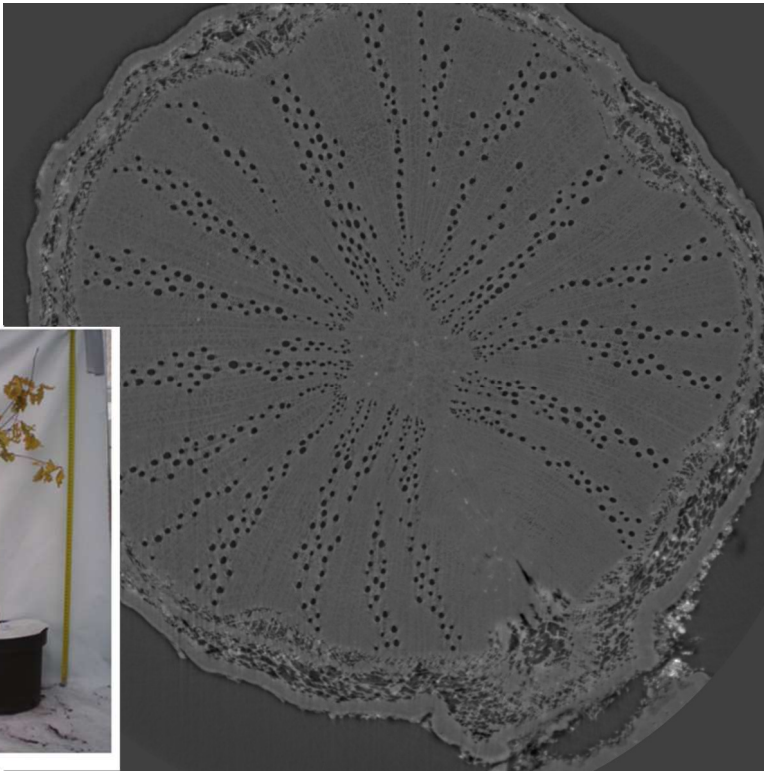


**Intégrations des approches pour réaliser des projections à différentes échelles spatiales, changement climatique**

**Laboratoire** : cavitation mène à la mortalité lors des sécheresses extrêmes



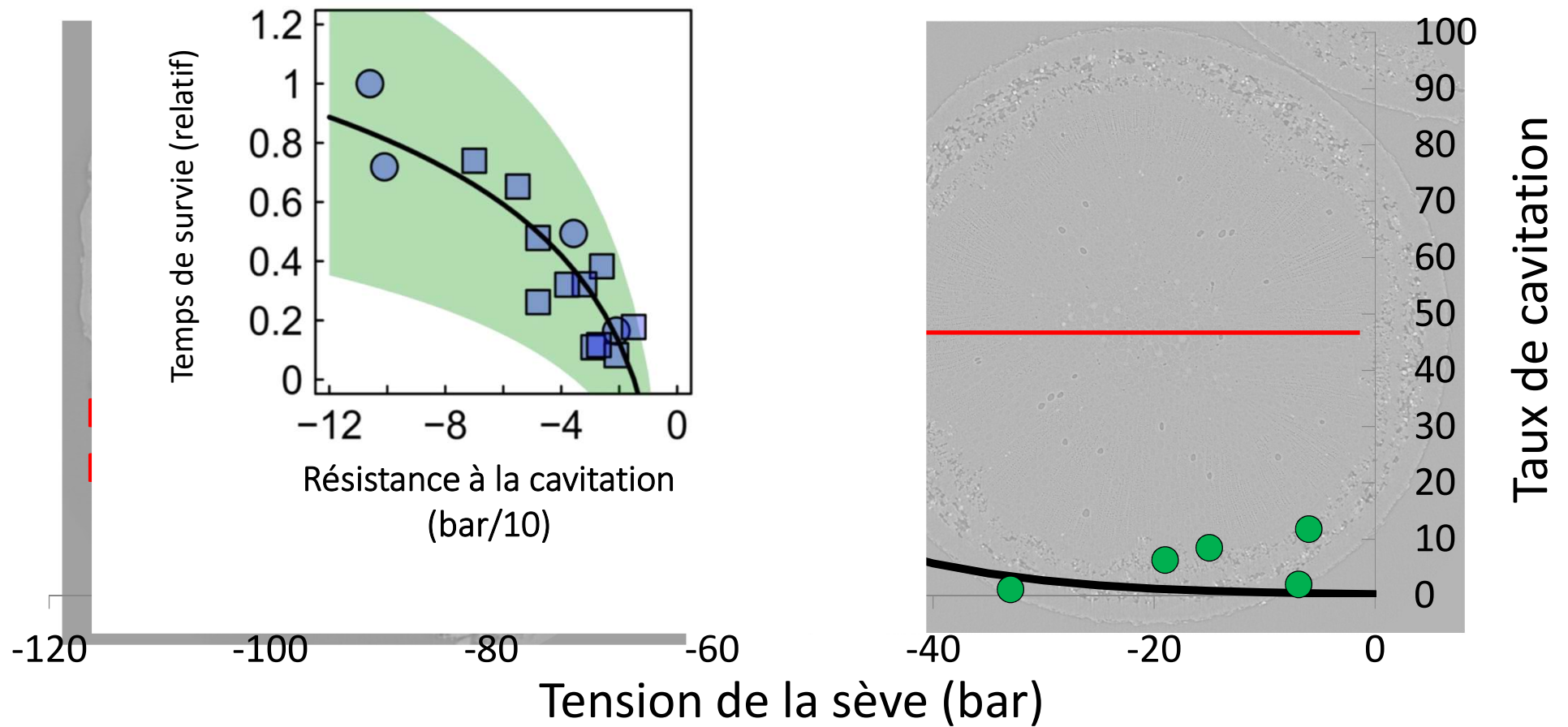
90% de cavitation  
Potentiel = - 80 bars



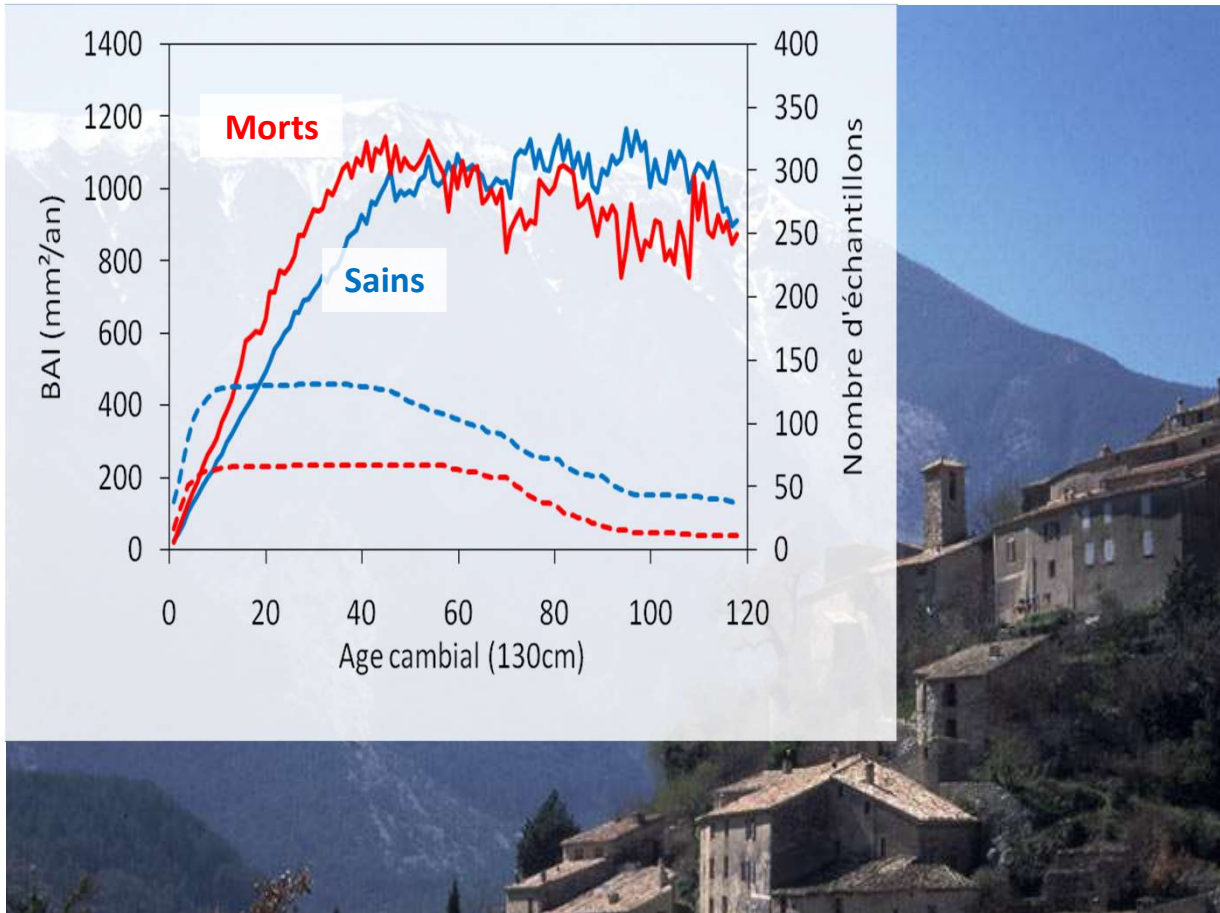
10% de cavitation  
Potentiel > - 40 bars



**Laboratoire** : cavitation mène à la mortalité lors des sécheresses extrêmes



# Site atelier du Mont-Ventoux : Etude de la mortalité *in situ* du sapin post 2003

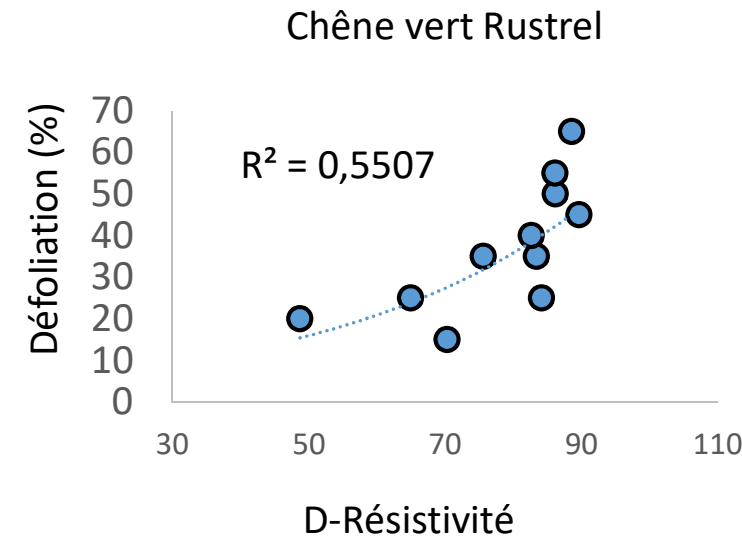
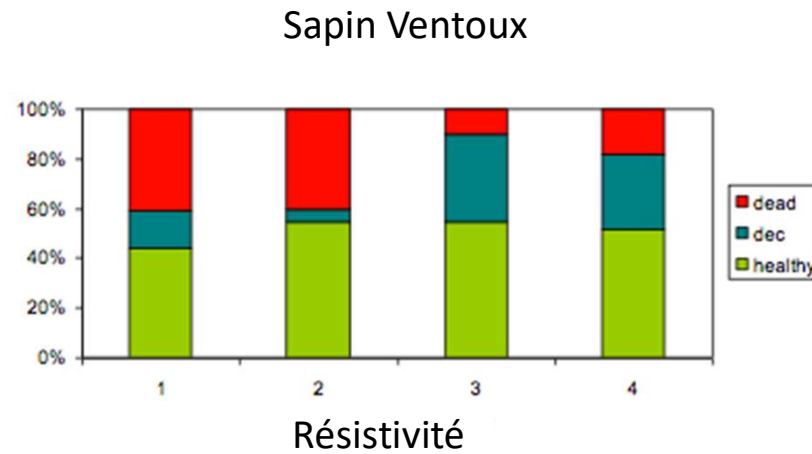
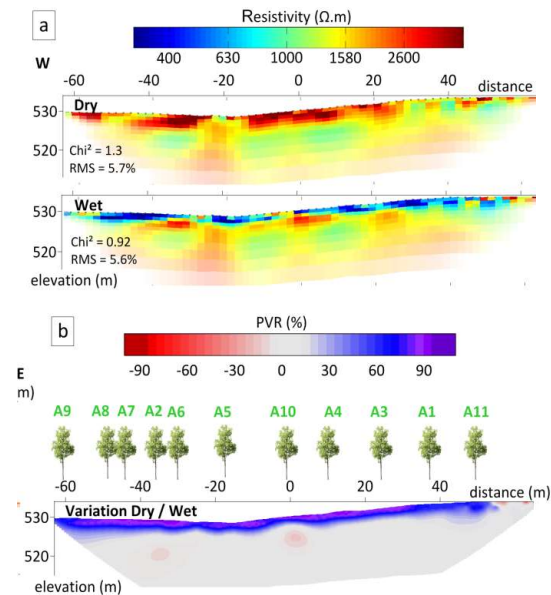


In situ la mortalité est un phénomène complexe:

Des mécanismes long terme sont en jeu , impliquant les réserves et les conditions de croissances des individus



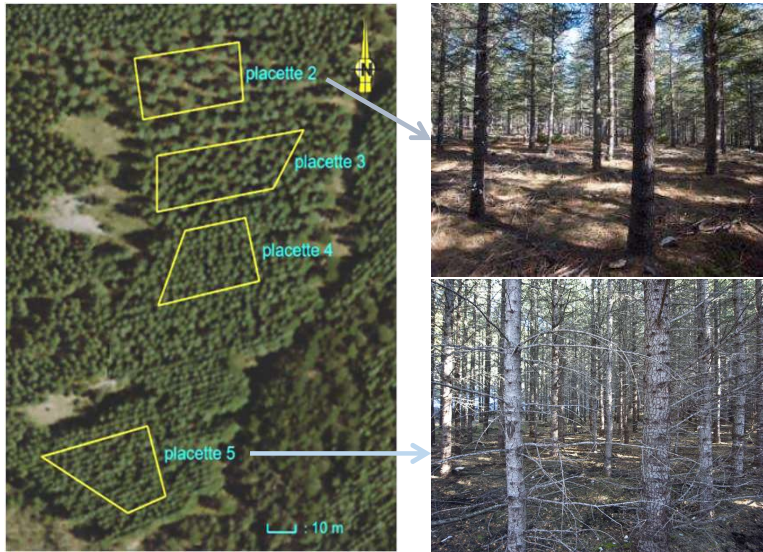
# Rôle de l'hétérogénéité du sol: Tomographie des résistivités électriques



- Résistivité  $\rightarrow$  + de sol  $\rightarrow$  + de mortalité/défoliation

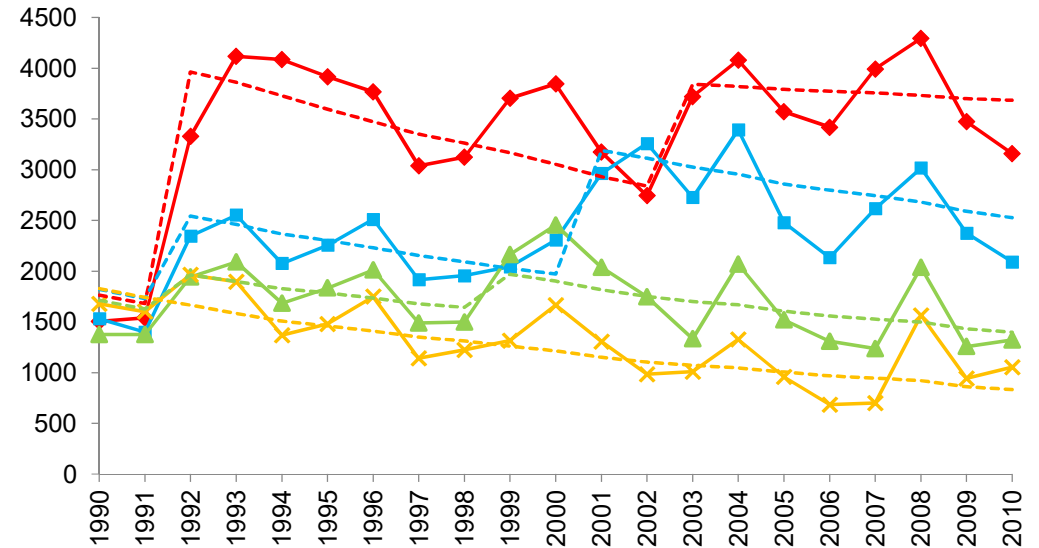
Les conditions locales de sol influencent les dynamiques de stress hydrique et les défoliations dans des directions contre intuitives!

# Adaptation par la sylviculture: dispositif Cèdre

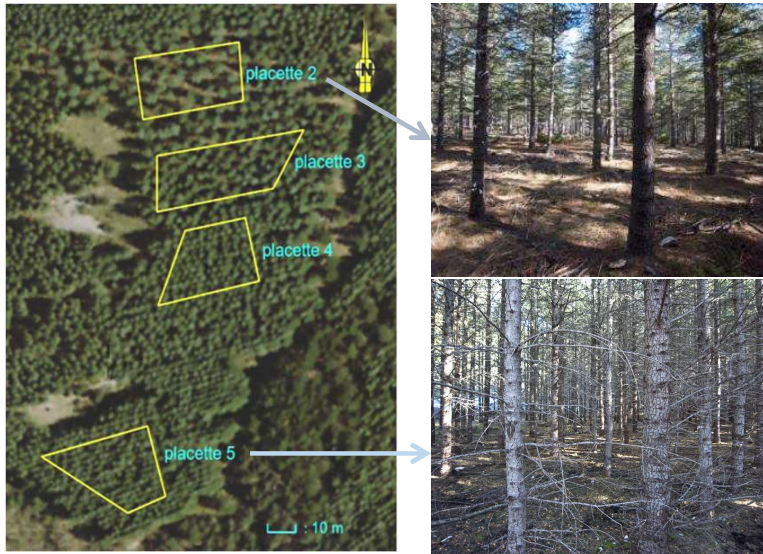


Effet de la sylviculture

Instantané sur la croissance des peuplements

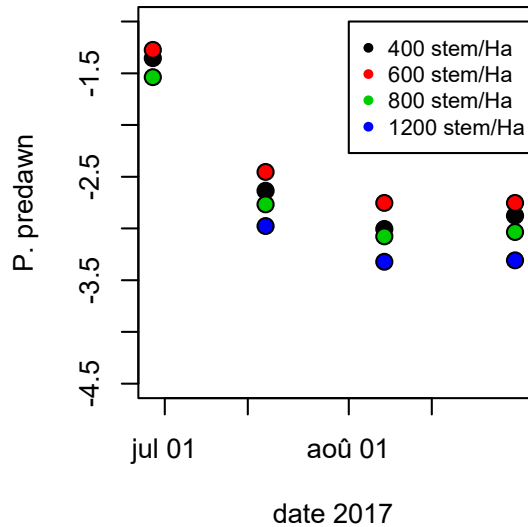


# Adaptation par la sylviculture: dispositifs Cèdre

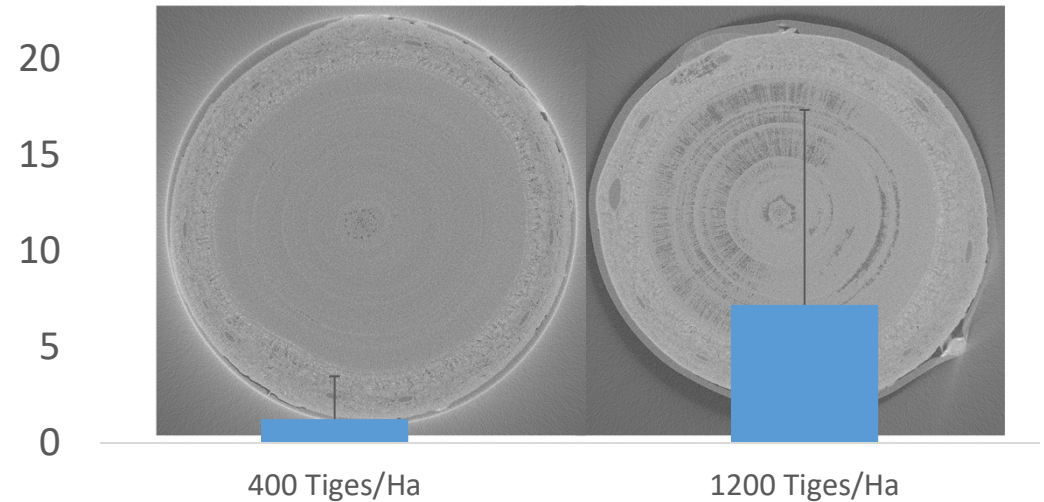


Effet d'une éclaircie de 1996 sur la réponse à la sécheresse

Effet positif se maintient au long terme !!



% Cavitation native Tomographie X-Ray post sécheresse 2017



# Acclimatation, suivi et hétérogénéité : le site atelier de Font-Blanche



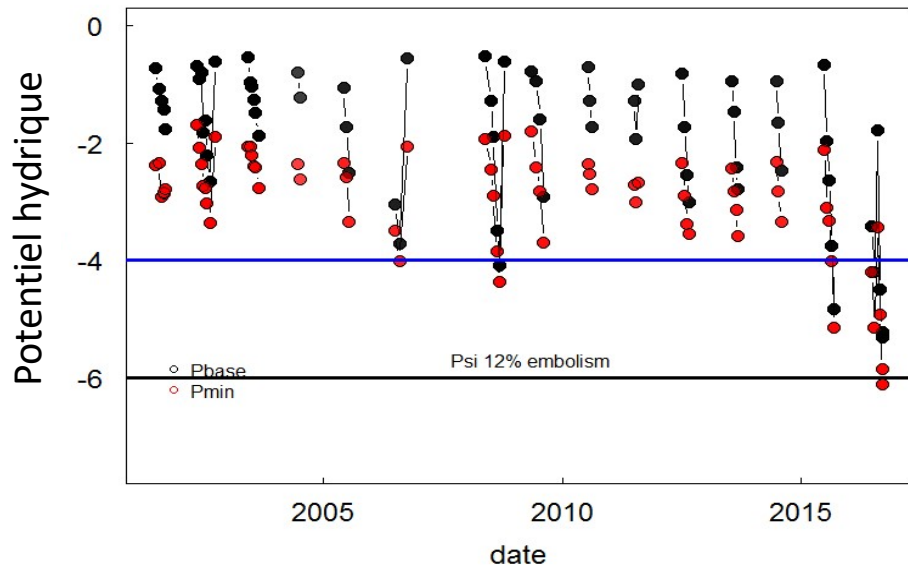
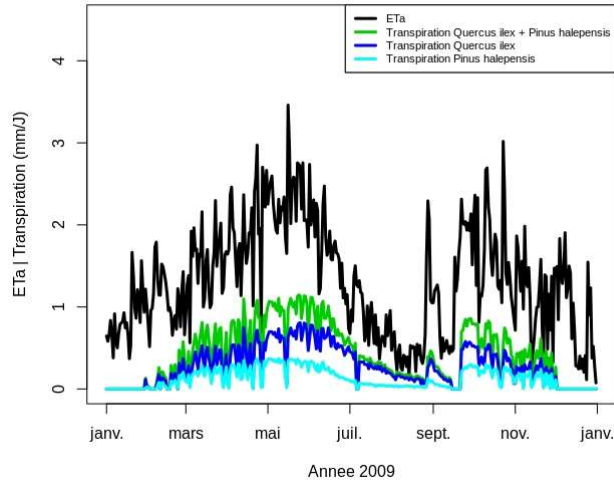
- Hautement instrumenté: environnement, écosystème, arbre
- **Variabilité naturelle** de la sécheresse et de ses effets au long terme
- **Acclimatation** à la sécheresse aggravée :
  - Exclusion de -30% Irrigation + 30%
- **Effet de l'hétérogénéité** sur le fonctionnement des arbres et de la forêt
- **Evaluation des modèles**



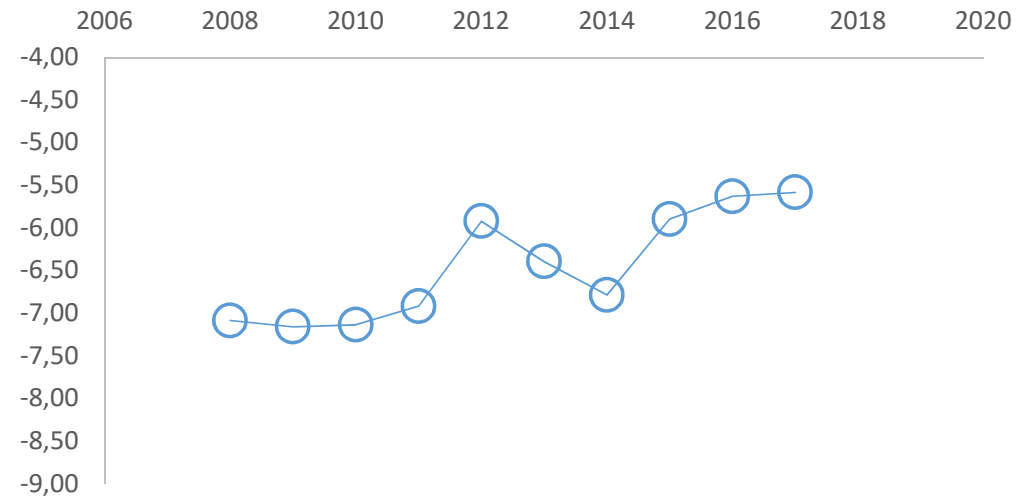
Bouches-du-Rhône près d'Aubagne  
Précipitations annuelles ~625 mm  
Forêt **mélangée** pin d'Alep/chêne vert  
Lancé en 2007  
Réseaux SOERE F-ORE-T & ICOS  
INRA IRSTEA AMU CNRS

# Font-Blanche : variations temporelles des effets de la sécheresse

Evapotranspiration réelle et transpiration du peuplement



Bilan de C (NEE en tC/ha/an)



## Fontblanche : Acclimatation à une exclusions de pluie

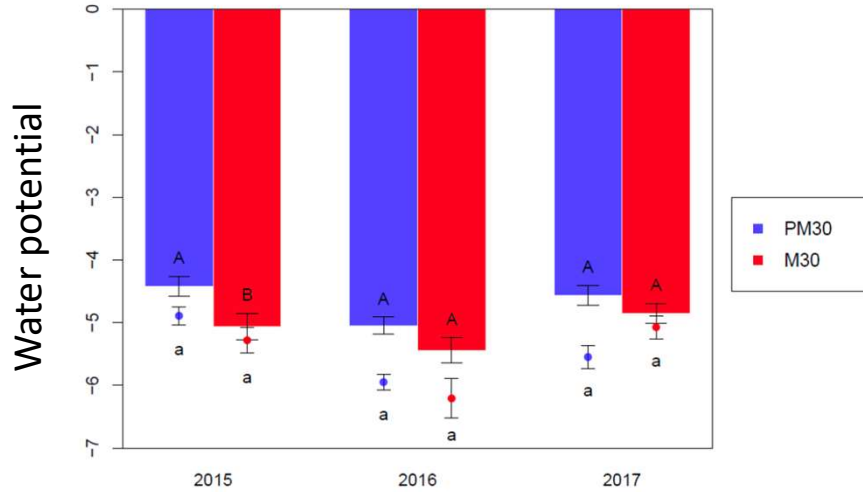
Long term acclimation to drought  
-30 % depuis 2008



Amélie Roussel M2 Orleans, M. Moreno (thèse URFM)  
Collab Jean-Marc Limousin CEFE CNRS, Montpellier

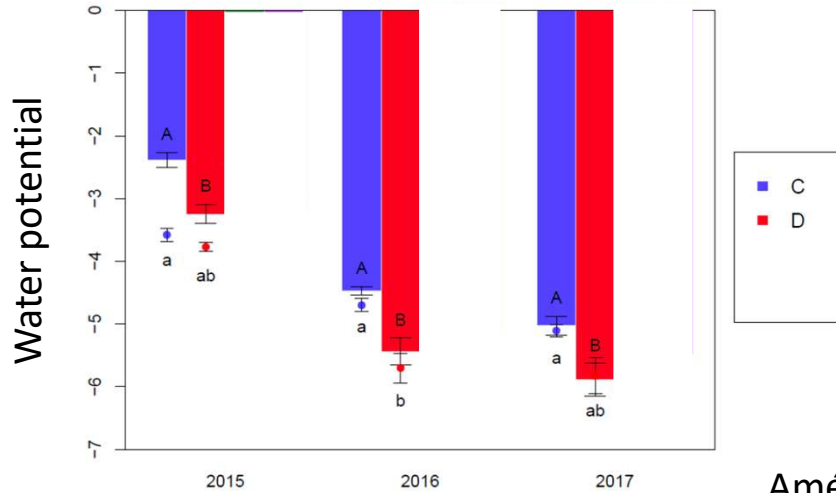
# Site de Font-Blanche: acclimatation des arbres

Fontblanche



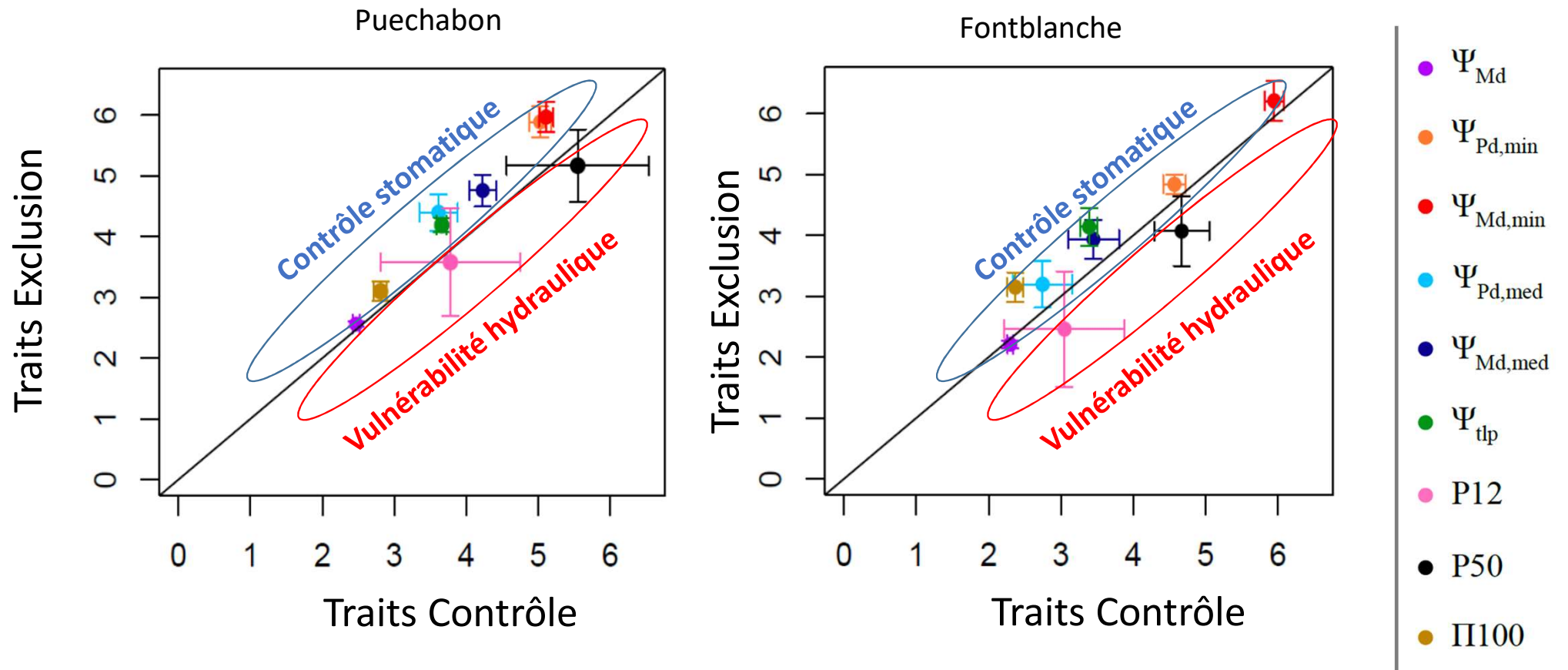
Lower water potential in dry treatments

Puechabon



Amélie Roussel M2 Orleans, M. Moreno (thèse URFM)  
Collab Jean-Marc Limousin CEFE CNRS, Montpellier

# Site de Font-Blanche: acclimatation des arbres



**Exclusion de pluie = Des arbres plus vulnérables**

Moins de contrôle stomatique et plus de vulnérabilité hydraulique sur les traitements secs !

**Quid de la surface foliaire ... ?**

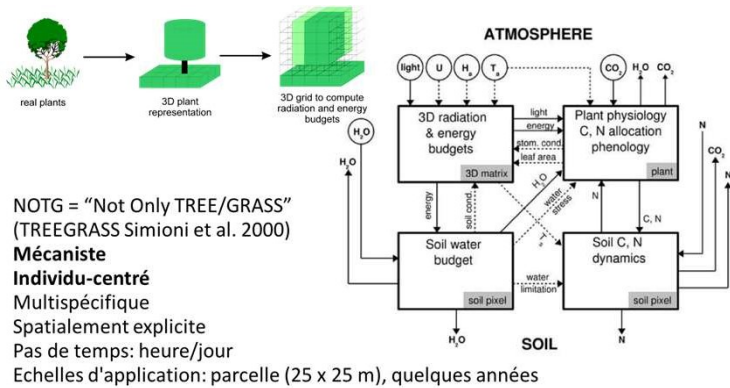




# Modélisation de l'effet de la sécheresse à l'URFM

## NoTG:

3D Individu centré:  
BilanC/Compétition/Croissance



## CASTANEA

1D peuplement:  
BilanC/croissance/mortalité/Demo-Genet

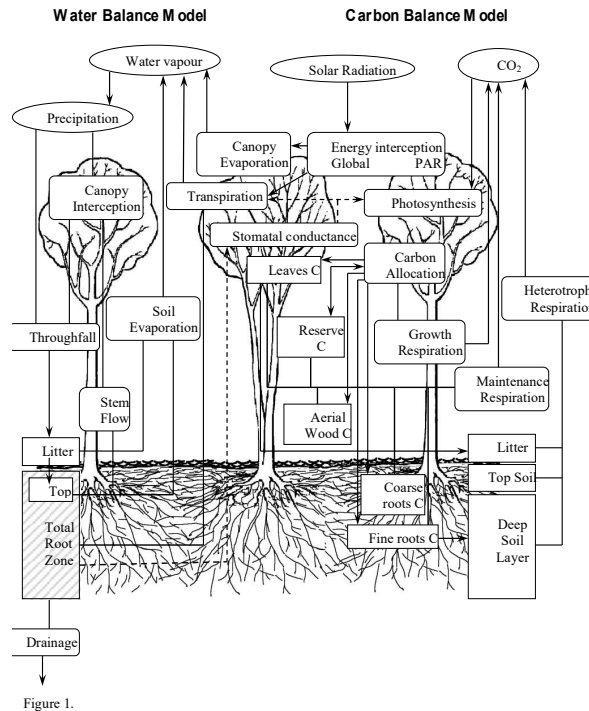
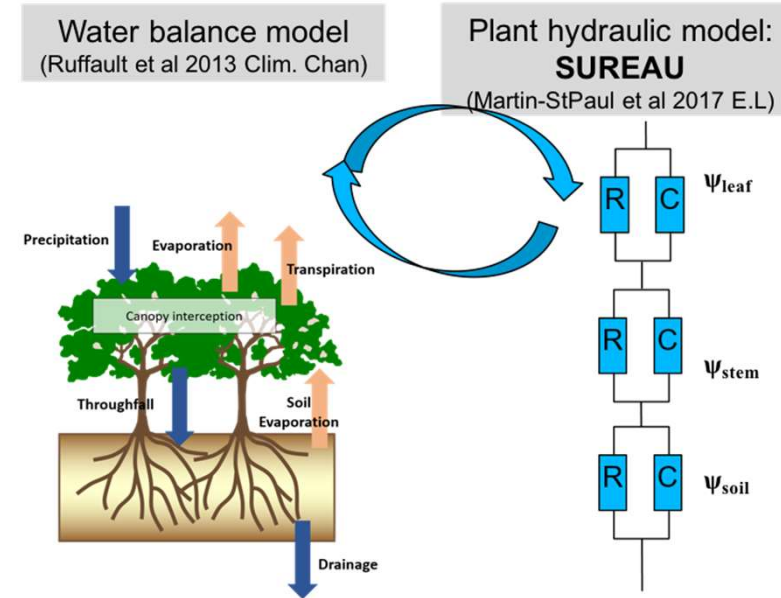


Figure 1.

## SurEau

1D plante/peuplement:  
Dessèchement plante

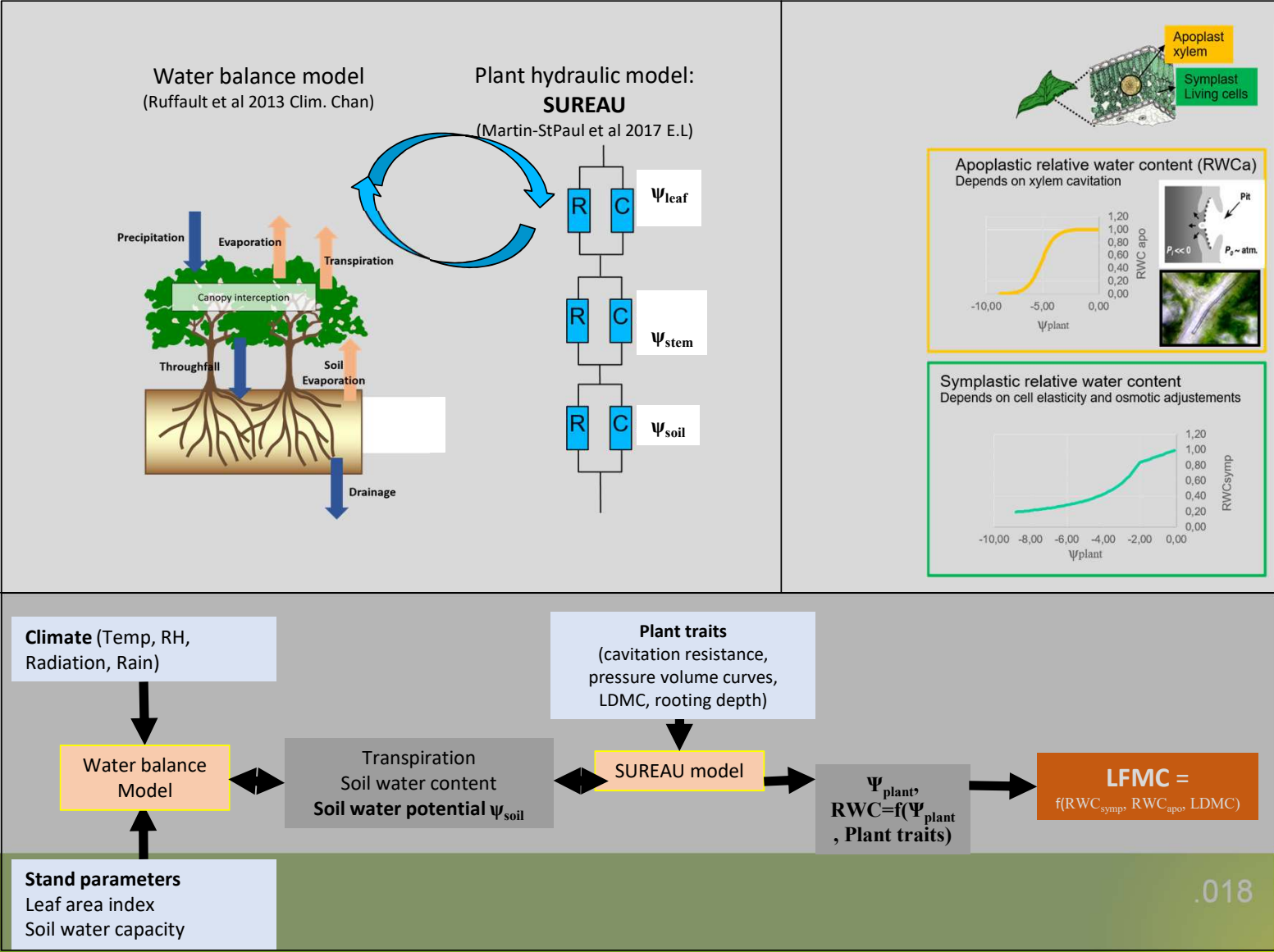


G. Simioni

H Davi

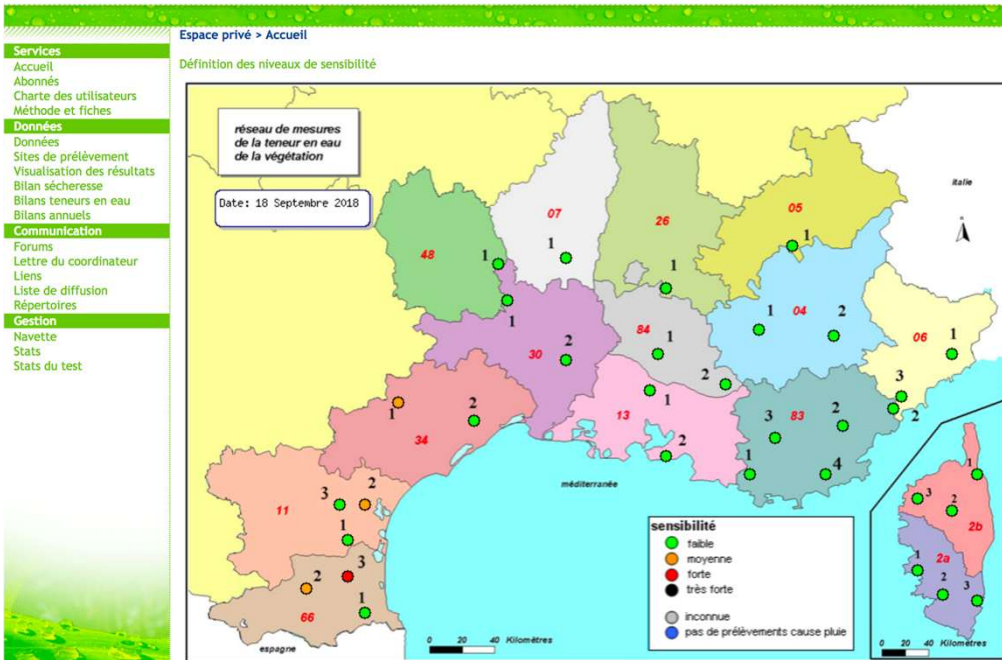
N Martin-StPaul

# Modélisation du dessèchement avec SurEau

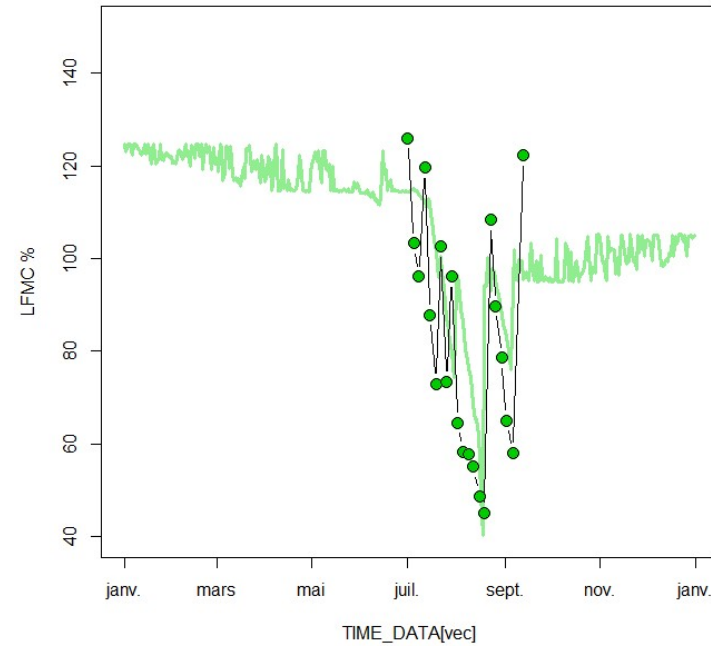


Martin-StPaul N, Pimont F,  
Ruffault J, Cochard H

# Prédire la teneur en eau du combustible : SurEau sur le «réseau hydrique»



rosmarinus 2010 D13S1



Rooting depth = 1 m  
 P50= -10.5 MPa  
 Pi0= -3MPa  
 LDMC= 400 mg/mg

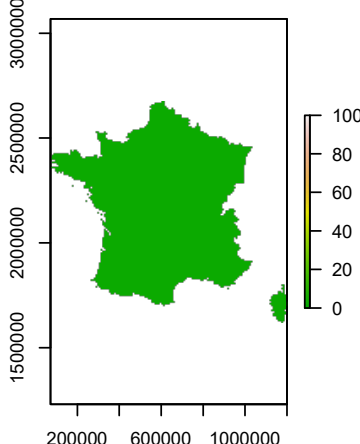
Martin-StPaul N, Pimont F, Ruffault J, Dupuy JL

# Modéliser la cavitation à échelle Nationale

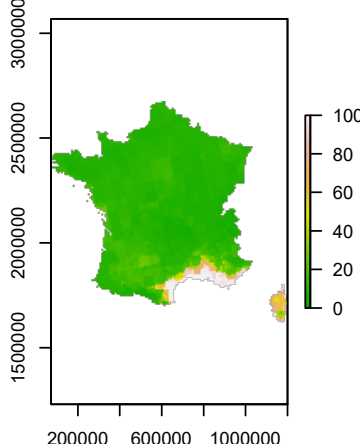
## *Quercus ilex*

PiTIp = -3.5  
P50 = -6  
Gmin = 4  
LAI = 3  
AWC = 160

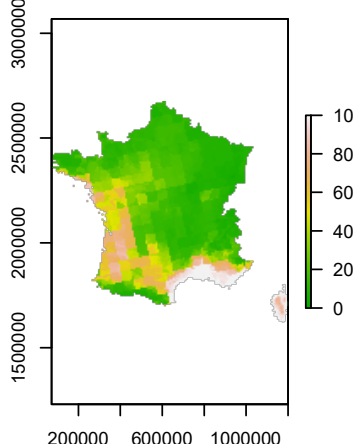
1990 (SAFRAN)



2060 (MPI-RCA4)

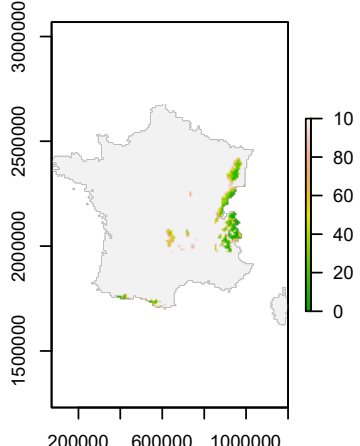
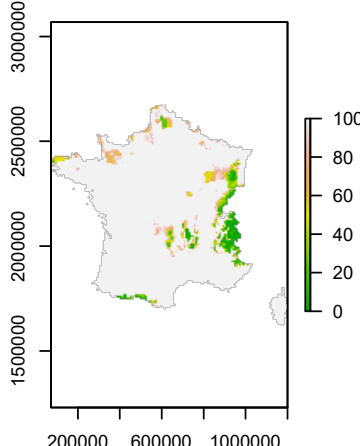
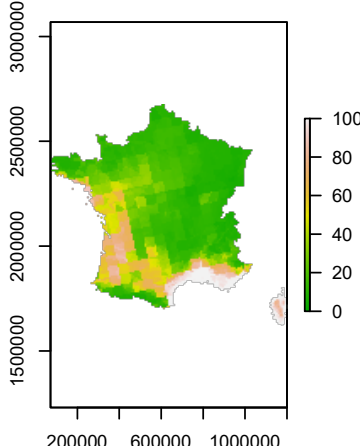


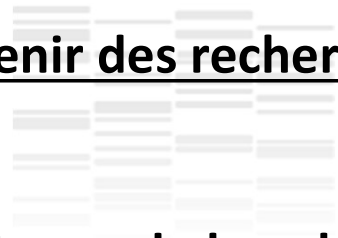
2090 (MPI-RCA4)



## *Fagus sylvatica*

PiTIp = -2 MPa  
P50 = -3.2 MPa  
Gmin = 8 mmol/m2/s  
LAI = 5 m2/m2  
AWC = 160 mm





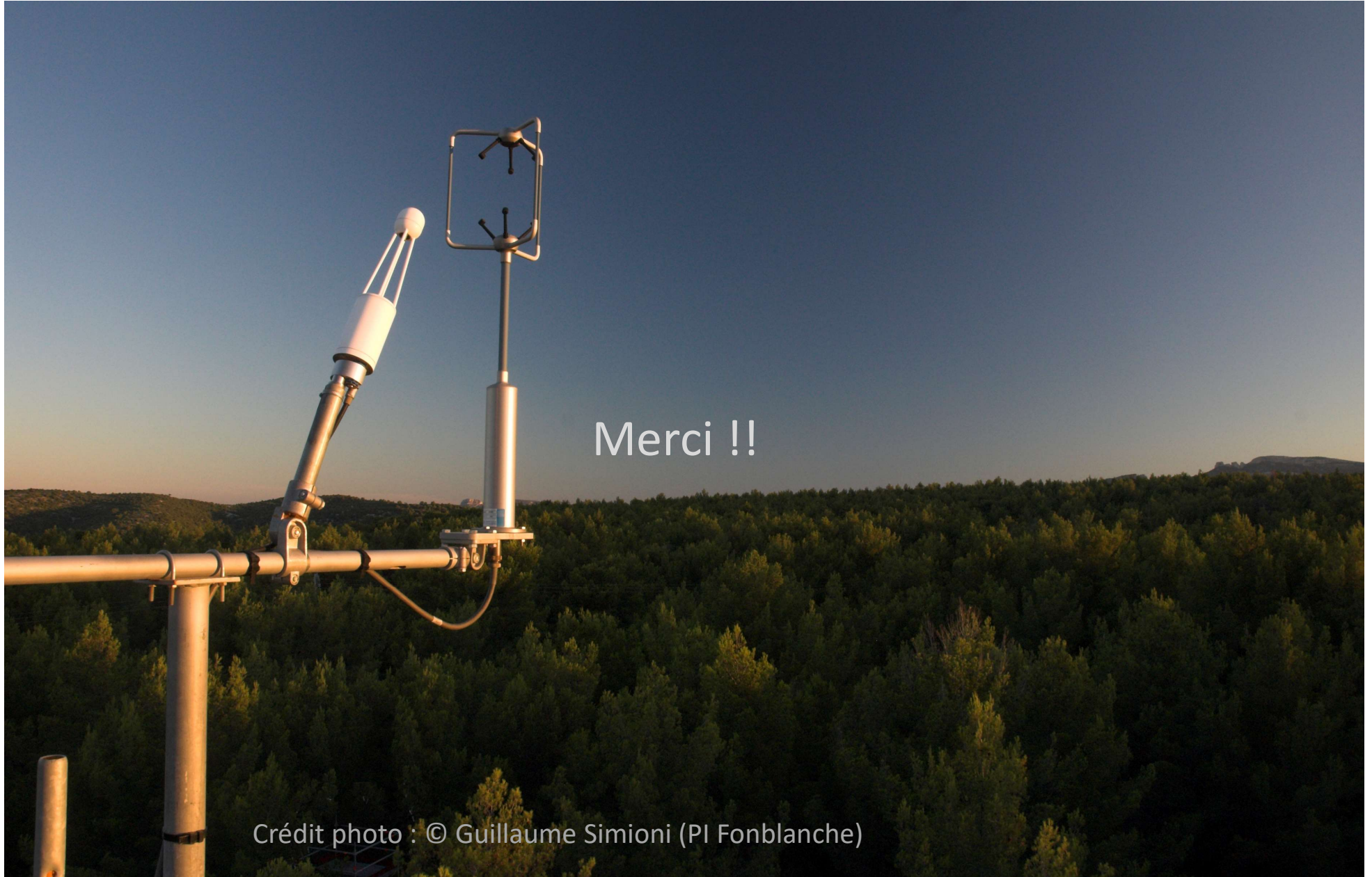
### 3 points à retenir des recherches sur la sécheresse à l'urfm

**Les mécanismes de la vulnérabilité des arbres à la sécheresse commencent à bien être identifiés au laboratoire : liés au système vasculaire et à la cavitation**

**Des traits ou paramètres « clefs de voute » associés peuvent être quantifiés au laboratoire et intégrés dans des modèles de fonctionnement.** Ils permettant de reproduire des patrons de répartition d'espèces ou de dessèchement lors des sécheresse extrêmes

**La survie et la productivité des peuplements *in situ* peut être modulée par différents facteurs/leviers agissant au long terme qui doivent être mieux compris :**

- *Acclimatation*
- *Diversité des conditions environnementales / spécifiques*
- *Sylviculture*



Merci !!

Crédit photo : © Guillaume Simioni (PI Fonblanche)