

JEUDI 24 OCTOBRE 2019 À CLERMONT-FERRAND

COLLOQUE :  
LE SAPIN PECTINÉ, OÙ EN EST-ON ?



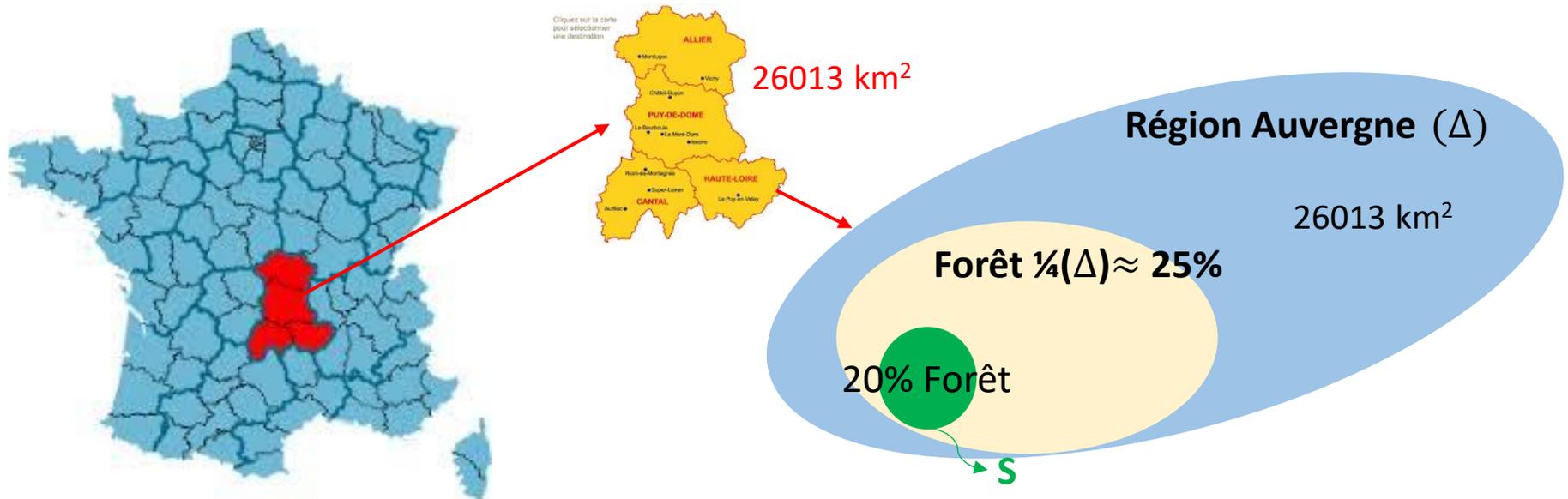
# Réponses thermo-hydro-mécanique des poutres de Sapin blancs exposées au climat Auvergnat.

Claude Feldman PAMBOU NZIENGUI, Rostand MOUTOU PITTI, Éric FOURNELY



## ➤ La forêt en Auvergne

- Projet Climbois ANR-13-JS09-0003-01\*
- Potentiel ligneux du massif central (700.000ha soit  $\frac{1}{4}$  du territoire)
- Valorisation du domaine de la filière bois régional
- Valorisation des essences (*Abies Alba Mil S*)



# CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE



Pluie (Neige)



Soleil



Vent + Effort mécanique



M. Pambou



- Mise en évidence de la problématique
- Recueil des données pertinentes
- Analyse diagnostique dynamique
- Mise en perspective

## ➤ PROBLEMATIQUE

- Origine des défauts (fissurations,...)?
- Etat de dégradation de la structure?
- Analyse de l'ensemble des données



## Objectif général

Impact du couplage:

- Chargement mécanique
- Variations climatiques
- Propagation des fissures

sur la durabilité des poutres de bois

## Objectifs spécifiques:

- Etude expérimentale et validation
- Proposition d'un modèle analytique (RDM)



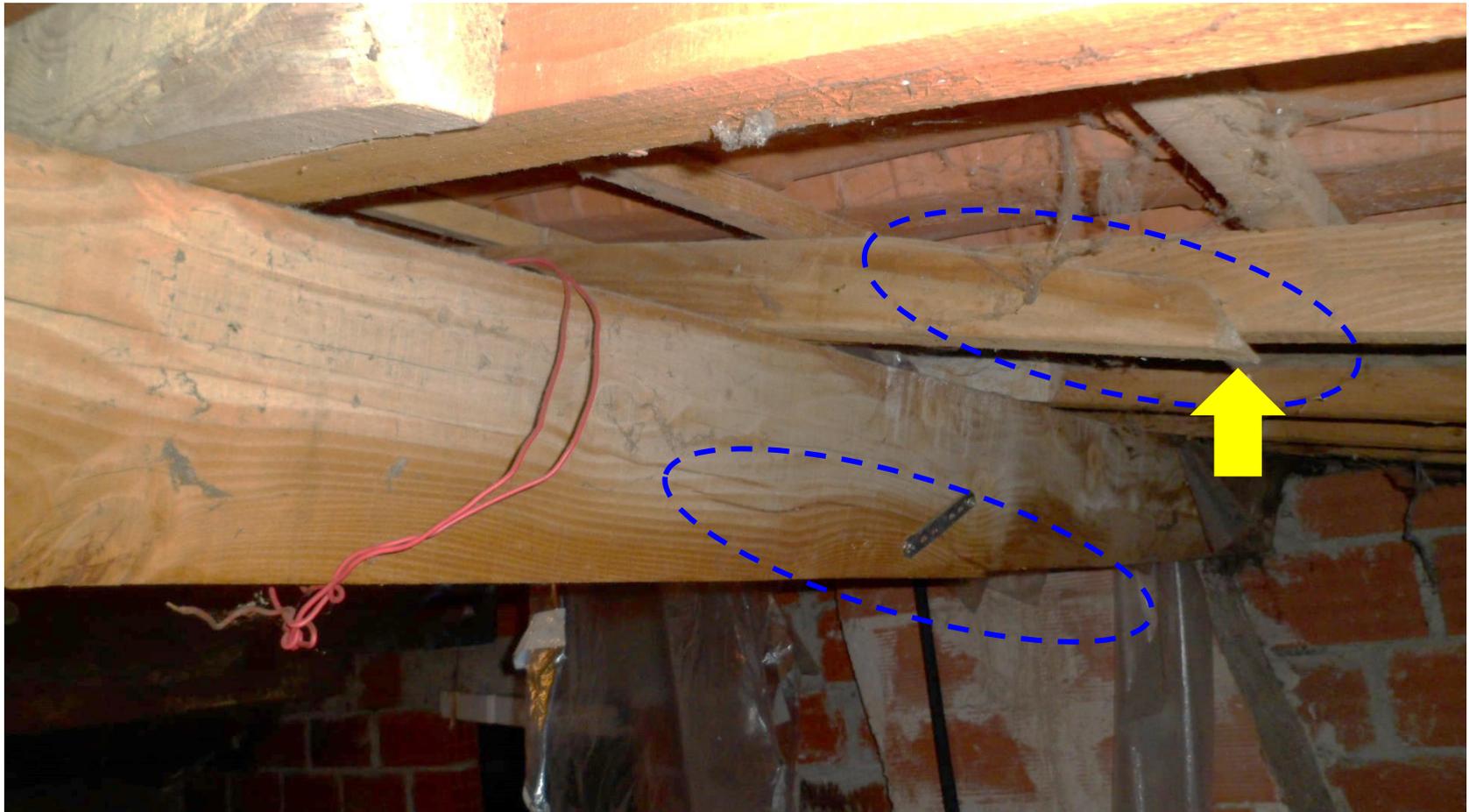
## 1. Etude phénoménologique en ambiance non contrôlée des **PE** de Douglas et de Sapin blanc

2. Théorie de la poutre entaillée

3. Validation du modèle

4. Conclusions et perspectives

➤ **Poutres en structure fissurées**





## Evolution dans le temps des principaux paramètres étudiés

Taux de chargement:

$$\phi (\%)$$

Fluage relatif

$$\Delta_r(t) = q \times U / U_{in} \quad (5)$$

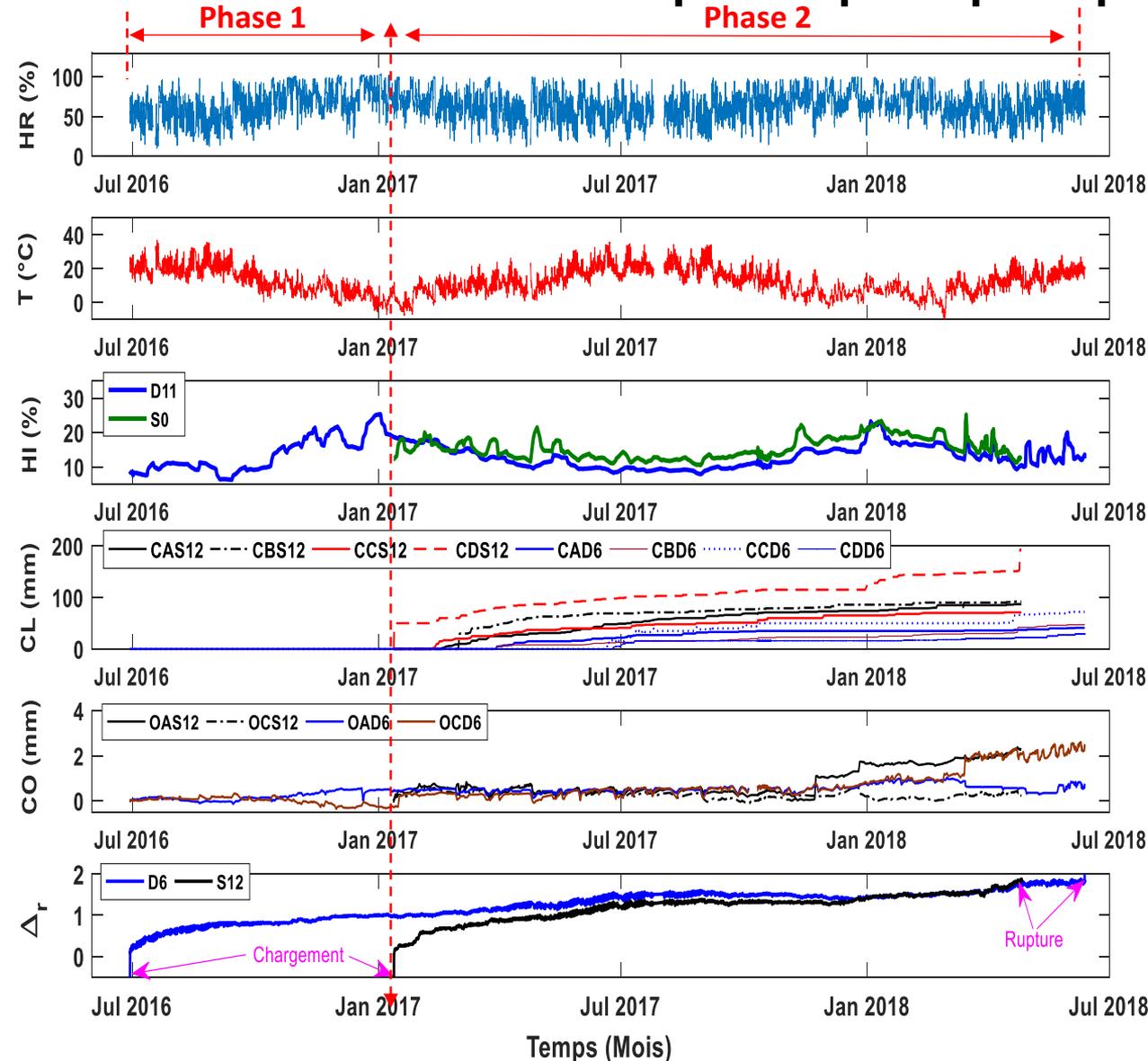
$$q = F / (F + g \cdot m_b + g \cdot m_e)$$

$q$  : facteur correctif ;

$U$  : déplacement totale observé

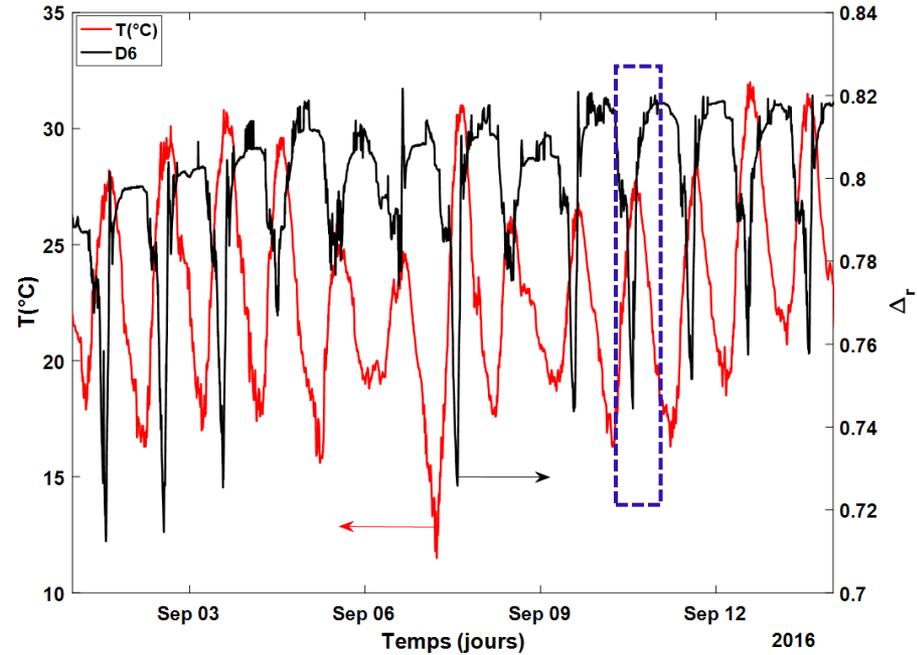
$U_{in}$  : déplacement instantané

Beams	D6	S12
$m_e$ (kg)	20,1	20,1
$m_c$ (kg)	414	324
$U_{in}$ (mm)	11,54	11,03
$t_{max}$ (jours)	714	468
$\Delta_{max}$	1,92	1,85
$\phi$ (%)	33,55	44,88
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	0,45	0,4



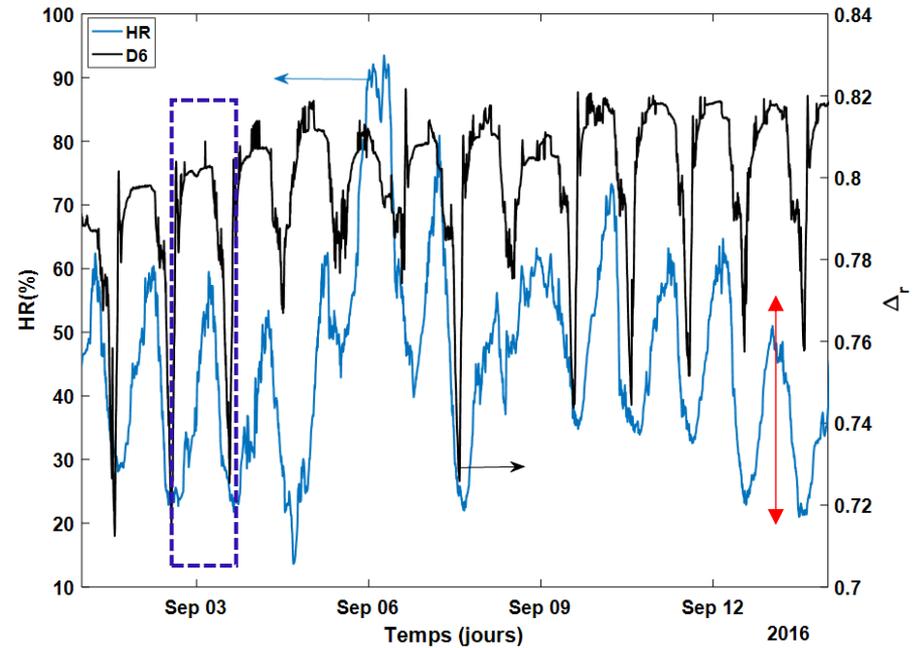
## Zoom (sur 14 jours) de l'évolution de $\Delta_r$ de la PE S6

### ➤ Evolution de $\Delta_r$ Vs T



Augmentation de **T** diminution de  $\Delta_r$

### ➤ Evolution de $\Delta_r$ Vs HR

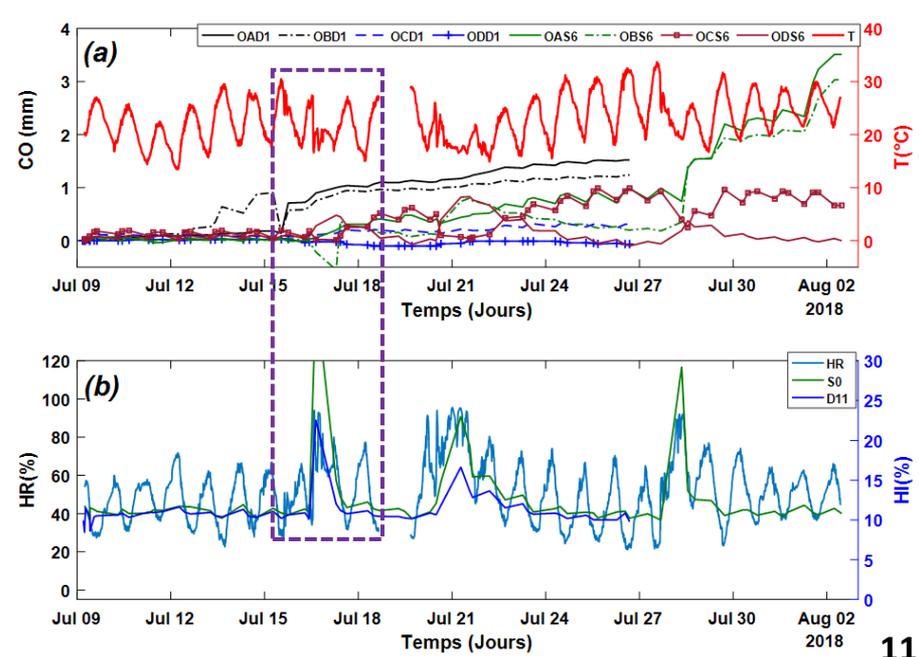
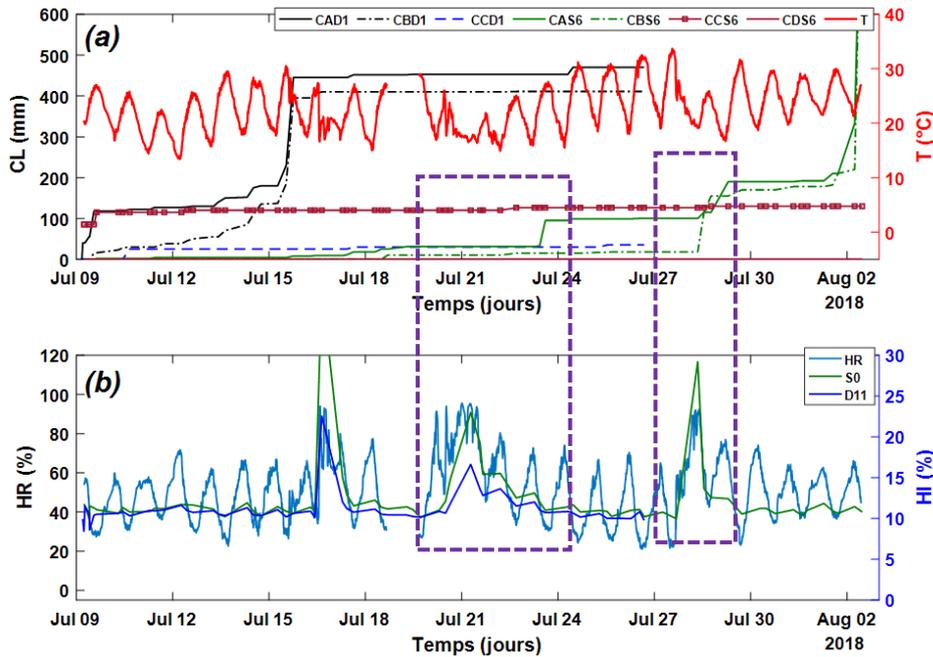


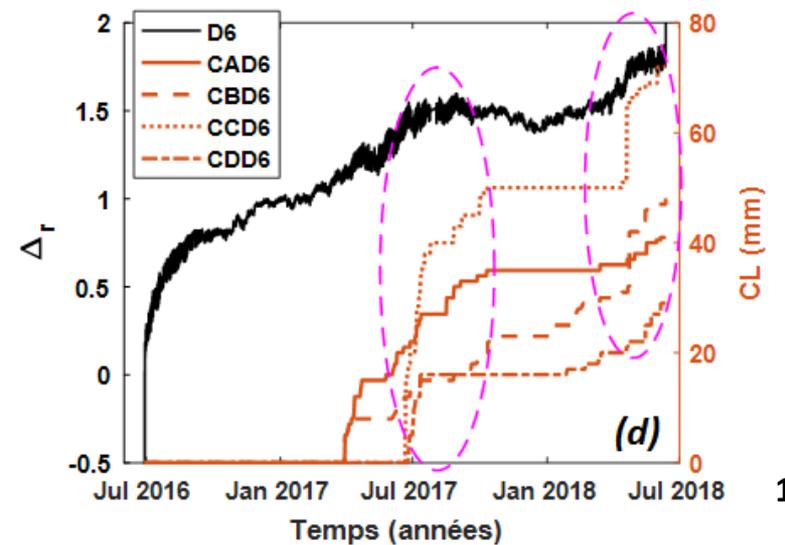
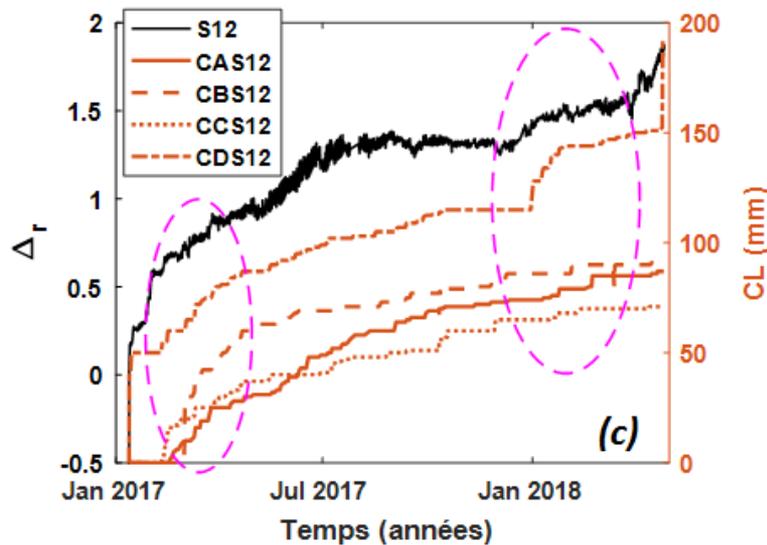
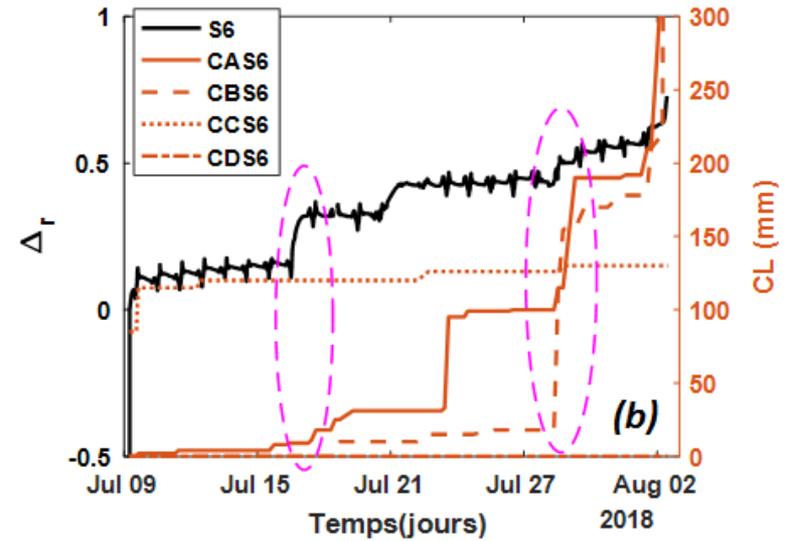
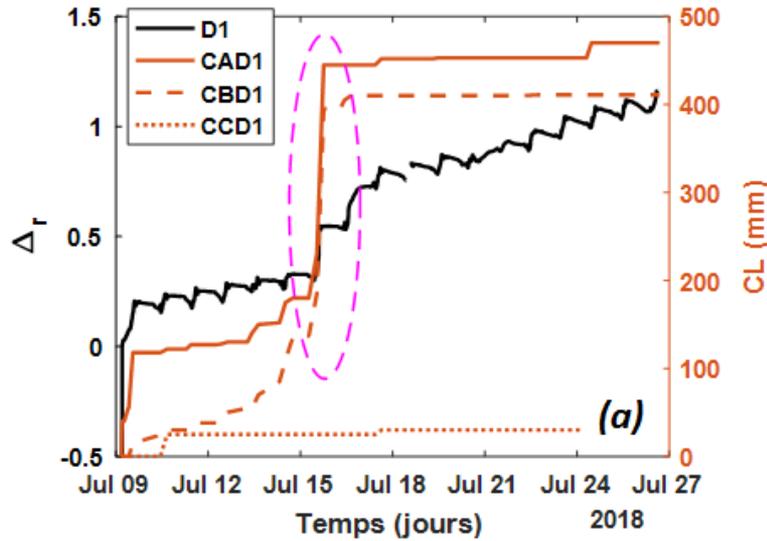
Augmentation de **HR** augmentation de  $\Delta_r$

➤ Evolution de CL Vs HR et T



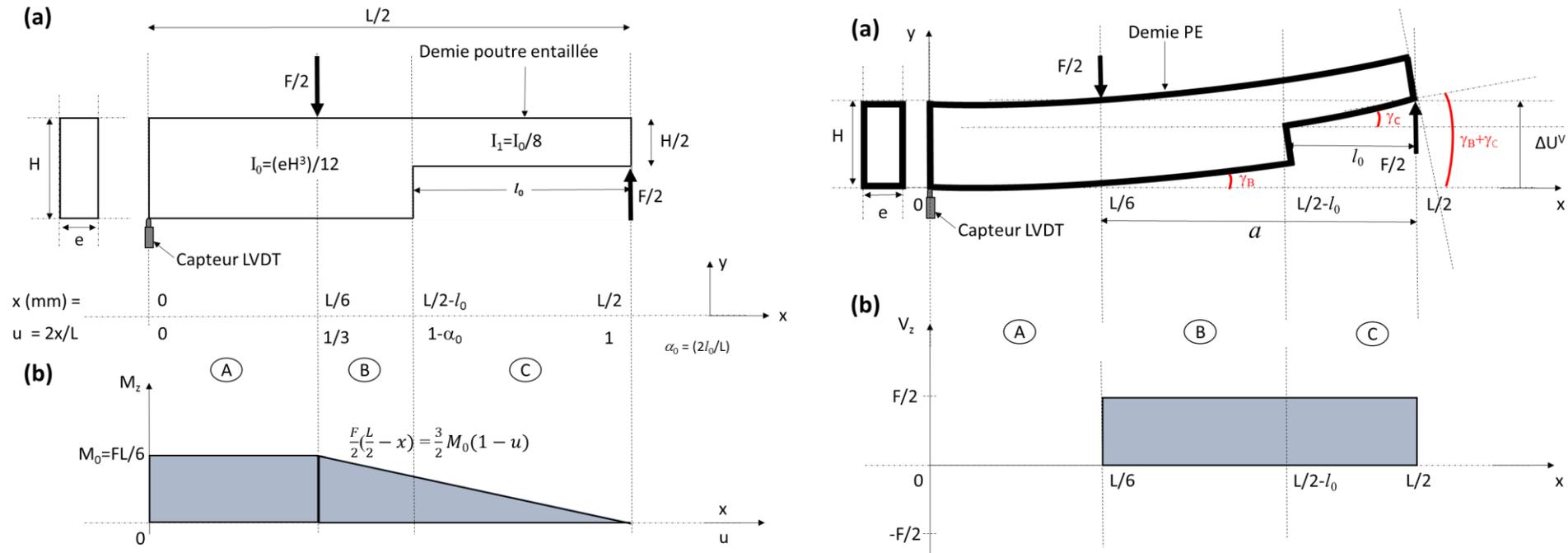
➤ Evolution de CO Vs HR et T



➤ Impact de CL sur  $\Delta_r$ 

## Modélisation analytique

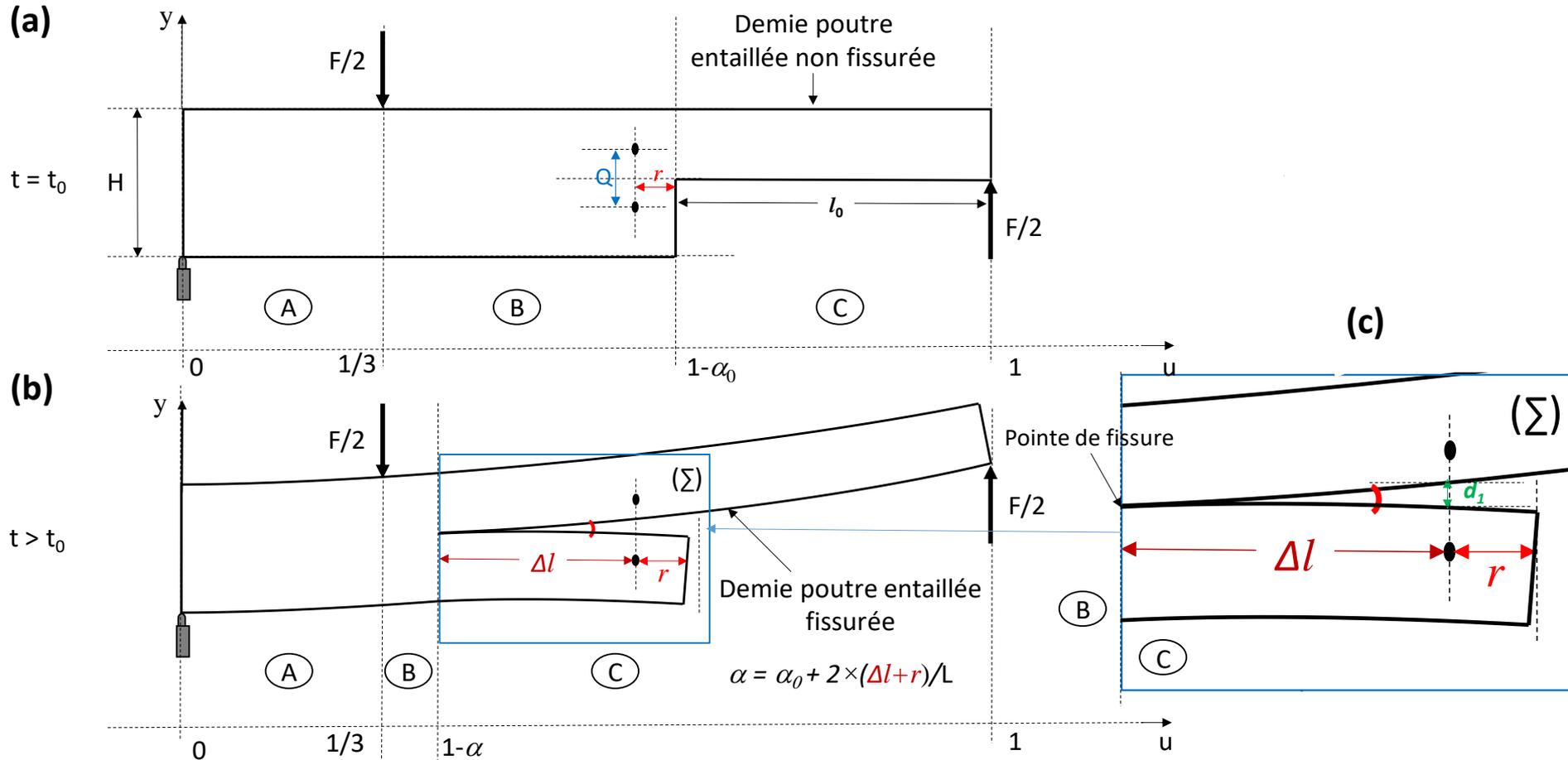
## ➤ Flèche des PE et PNE



## ■ PE

$$\Delta U^G = \left( \frac{23}{36E_N} \right) \times \left( \frac{aL^2}{eH^3} \right) \times \left( \frac{189 \cdot \alpha^3}{23} + 1 \right) \times \left[ 1 + \frac{108}{115} \cdot \left( \frac{H}{L} \right)^2 \cdot (k) \cdot \frac{1 + \left( \frac{3}{2} \right) \alpha}{1 + \left( \frac{189}{23} \right) \alpha^3} \right] \times \Delta F$$

## ➤ Etapes d'ouverture de CO d'une PE



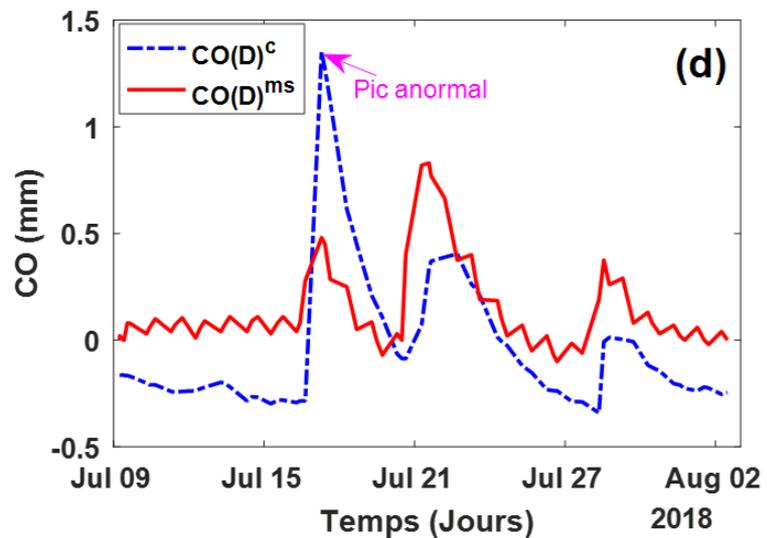
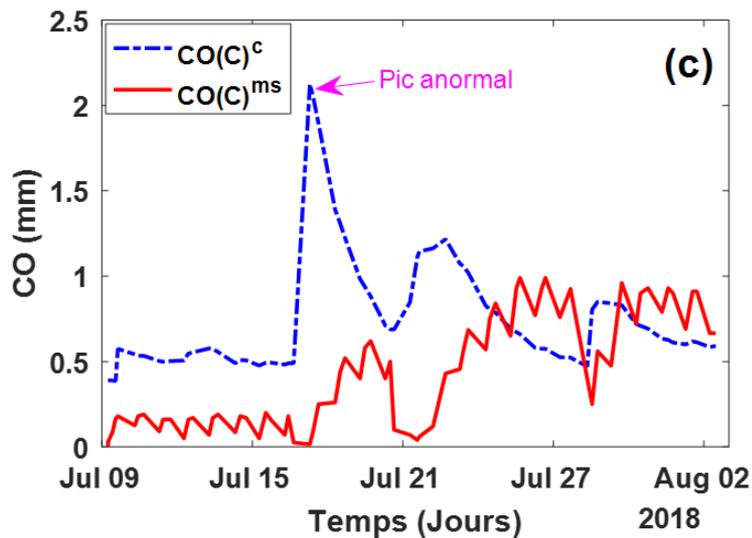
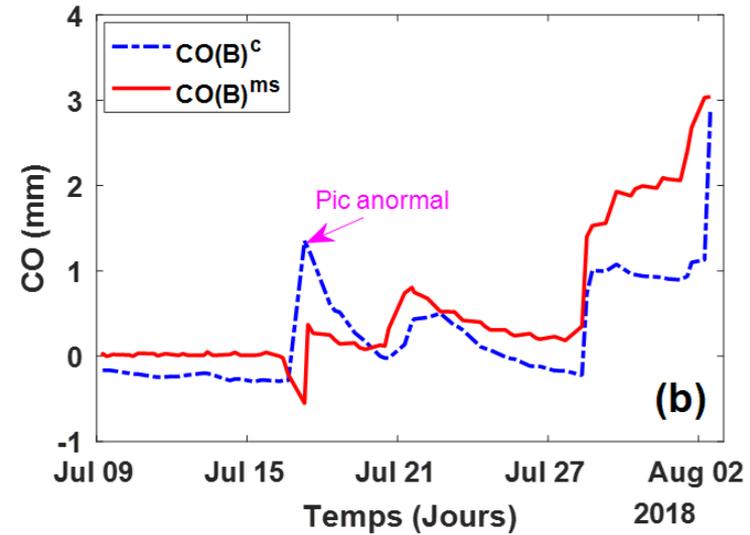
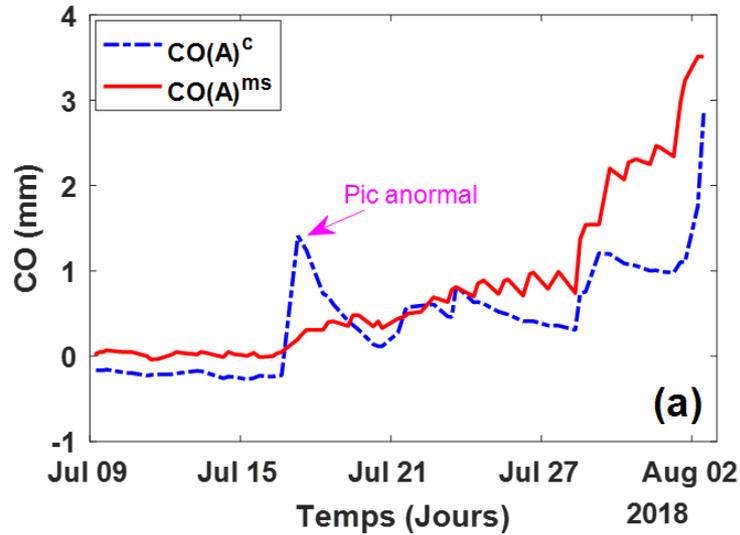
$$CO^{(c)} = \left[ -\frac{3(\Delta l + r)^3}{L^2} - \frac{3\alpha_0(\Delta l + r)^2}{L} + \left(\frac{2}{3} - \frac{3\alpha_0^2}{4}\right) \times \Delta l \right] + \left(2\frac{q}{H}\right) \cdot U_h$$

Dispositif de suivi de  $U_h$ 

Paramètres hygroscopiques

Validation du modèle

## ➤ Comparaisons des grandeurs $CO^{(mes)}$ Vs $CO^{(c)}$ : POUTRE S6



## Conclusions

## Perspectives

- Humidification → Adoucissement du matériau → Augmentation de la flèche
- Séchage → Rigidification du matériau → Fissuration augmentation de la flèche
- Modèle analytique → Variation des conditions climatiques + Chargement + Fissuration → Application sur tous types d'essences
- Prise en compte des effets structures (3D)
- Réduction de la taille des poutres
- Proposition d'un modèle numérique



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

