



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER

# Effets des variations de la teneur en eau des bois sur leurs propriétés mécaniques et conséquences dans les ouvrages.

*C. Montero, Maître de Conférences, 28/06/2024*



# PLUS VITE



**Résidence étudiante Brock Commons (University of British Columbia, Canada)**

Année : 2016,

9 ouvriers, 18 niveaux, 2 étages par semaines en gros oeuvre ! (3x plus vite qu'en béton armé)

➔ *BIM*

➔ *Préfabrication élevée (2D-murs / 3D-modules)*

# PLUS VITE PLUS HAUT



100 m

**Rocket & Tigerli (Zurich, CH)**  
chantier en cours, livré 2026

- ➔ *Mixité des matériaux*
- ➔ *Nouveaux bois de construction (CLT)*

PLUS VITE  
PLUS HAUT  
PLUS FORT



**Centre Aquatique Olympique (Paris, FR)**  
2024, catènes de 90 m de portées en 21 x 55 cm de section

- ➔ *Coordination entre acteurs du chantier*
- ➔ *Connaissance des bois d'oeuvre (BLC)*

PLUS VITE  
PLUS HAUT  
PLUS FORT  
ENSEMBLE



- ➔ *Filière bois fédérée amont/aval*
- ➔ *Collaboration matériaux bio. / géo. sourcés*
- ➔ *Evolutions normatives*
- ➔ *FDES & RE2020 | RE2025*



# STRUCTURE

Bois = porteur de chargements mécaniques déterminants pour l'ouvrage

## Durabilité

*(naturelle ou conférée)*

✓ *Champignons lignivores*

✓ *Termites*

✓ *Insectes xylophages*

➔ *Classes de durabilité* [NF EN 350]

➔ *Classes d'emploi* [NF EN 335]

## Longévité

« espérance de vie en bonne santé mécanique »

✓ *Mécanique*

✓ *Eau & Température*

✓ *Temps*

➔ *Classes de service* [NF EN 1995]

● *Normes EC5*

⊙ *Règles DTU, ...*

# Que dit la norme :



Tableau 4.2 — Classes de service (SC)

Humidité relative de l'air environnant à une température de 20° C	Classe de service (SC)			
	1	2	3	4
Limite supérieure <sup>a</sup> (teneur en humidité typique correspondante $\omega_{up,mean}$ des produits à base de bois massif (SWB) <sup>c,d</sup> )	65 % (12 %)	85 % (20 %)	95 % (24 %)	<sup>b</sup> (saturé)
Moyenne annuelle <sup>e</sup> (teneur en humidité typique correspondante $\omega_{mean}$ des produits à base de bois massif (SWB) <sup>c,d</sup> )	50 % (10 %)	75 % (16 %)	85 % (20 %)	<sup>b</sup> (saturé)

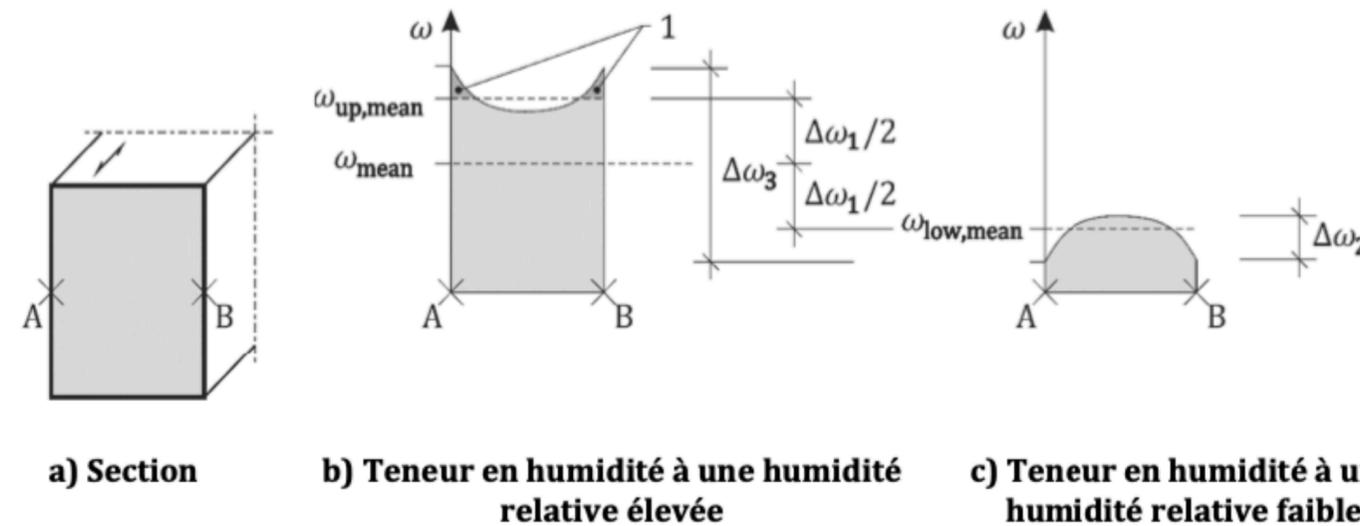


Figure 4.1 — Représentation schématique du profil de teneur en humidité d'une section de bois à teneur en humidité élevée et faible

Extraits prNF EN 1995-1-1:2023

# Interactions eau / bois :

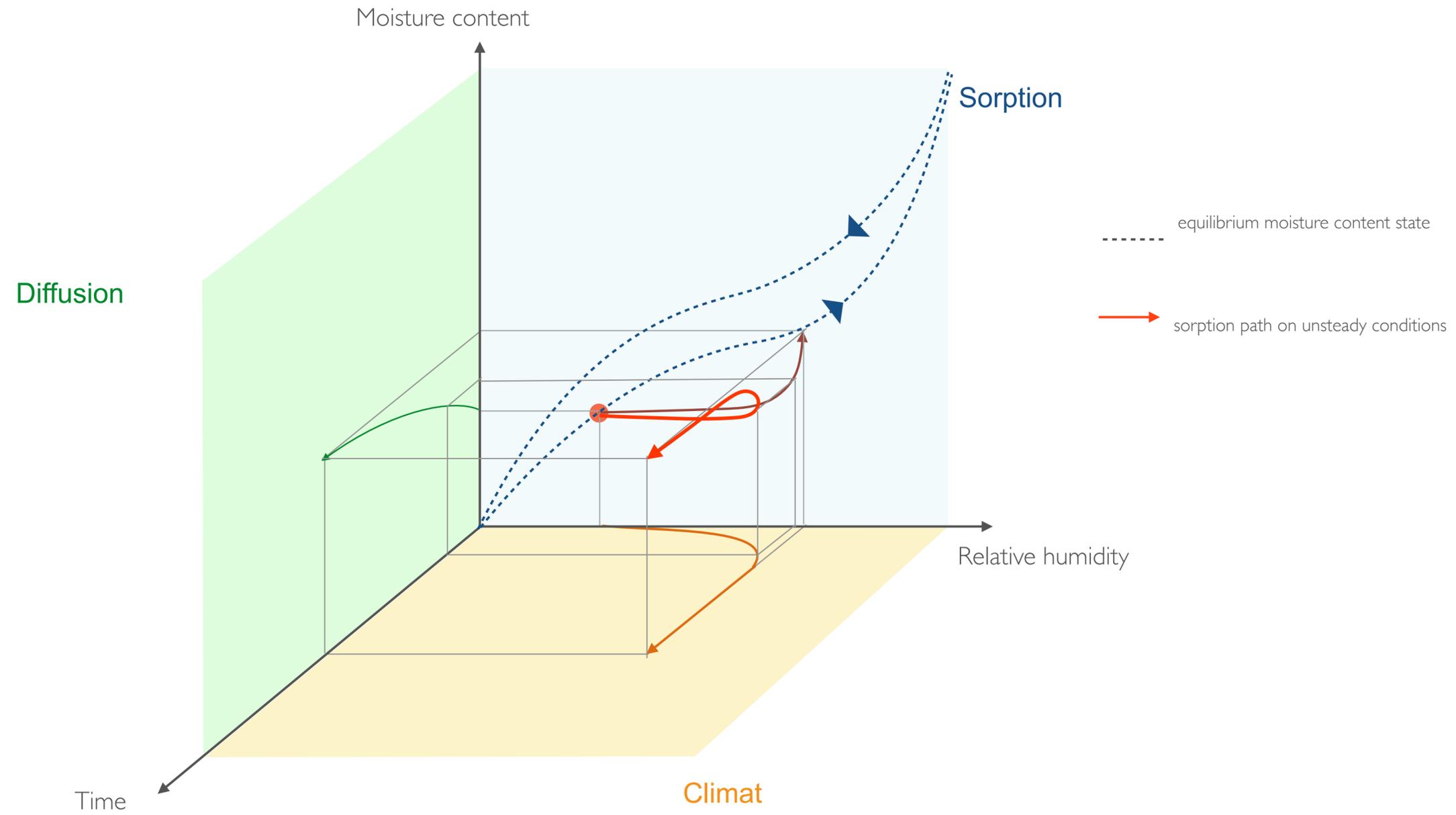
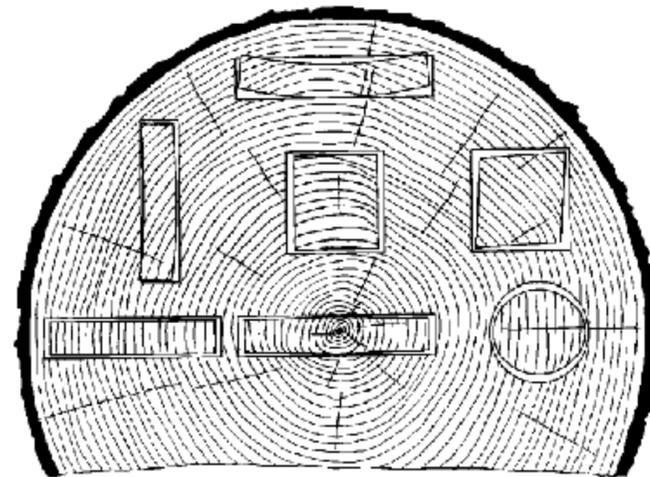
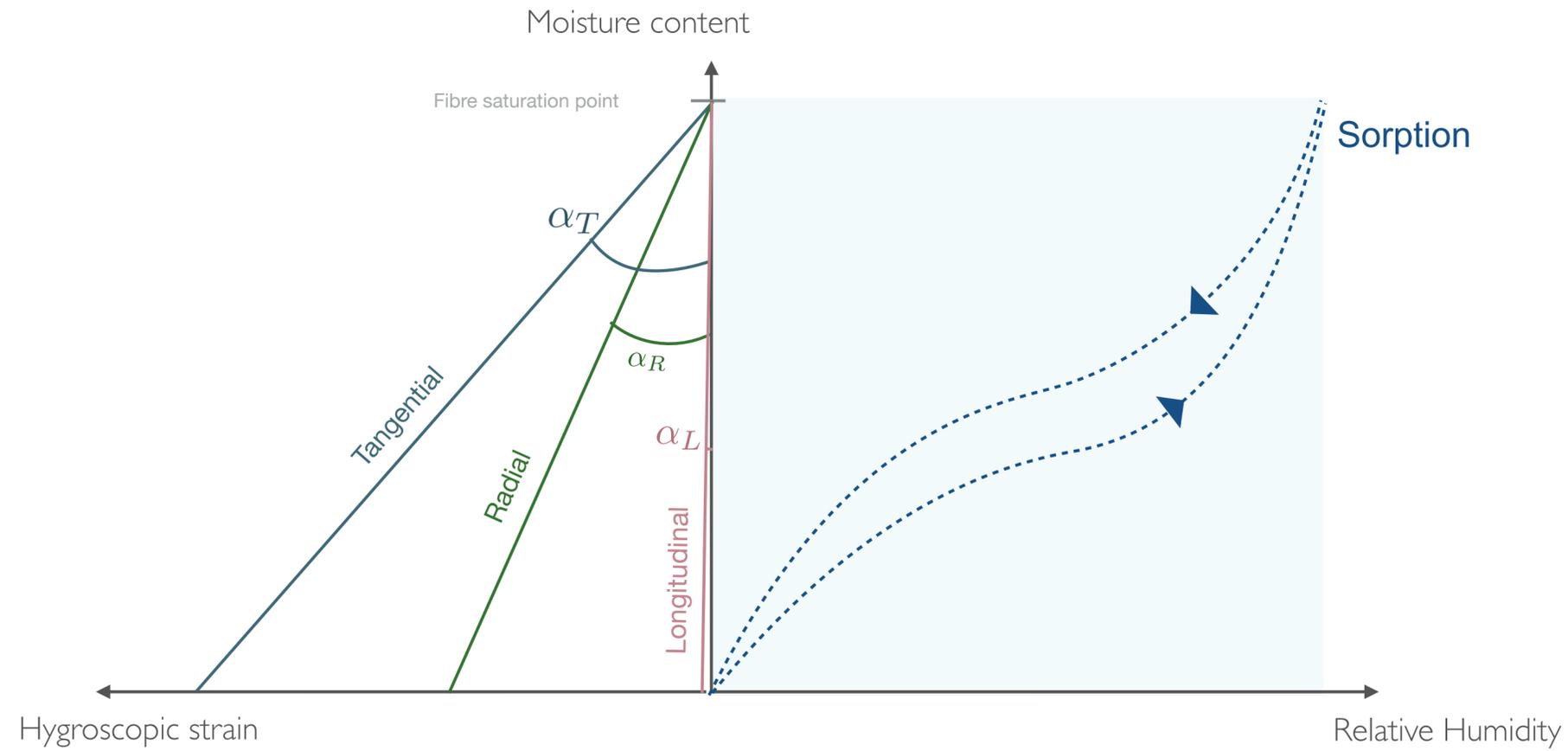


Diagram of isothermal sorption kinetics



# Interactions eau / bois :



# Interactions eau / bois & mécanique

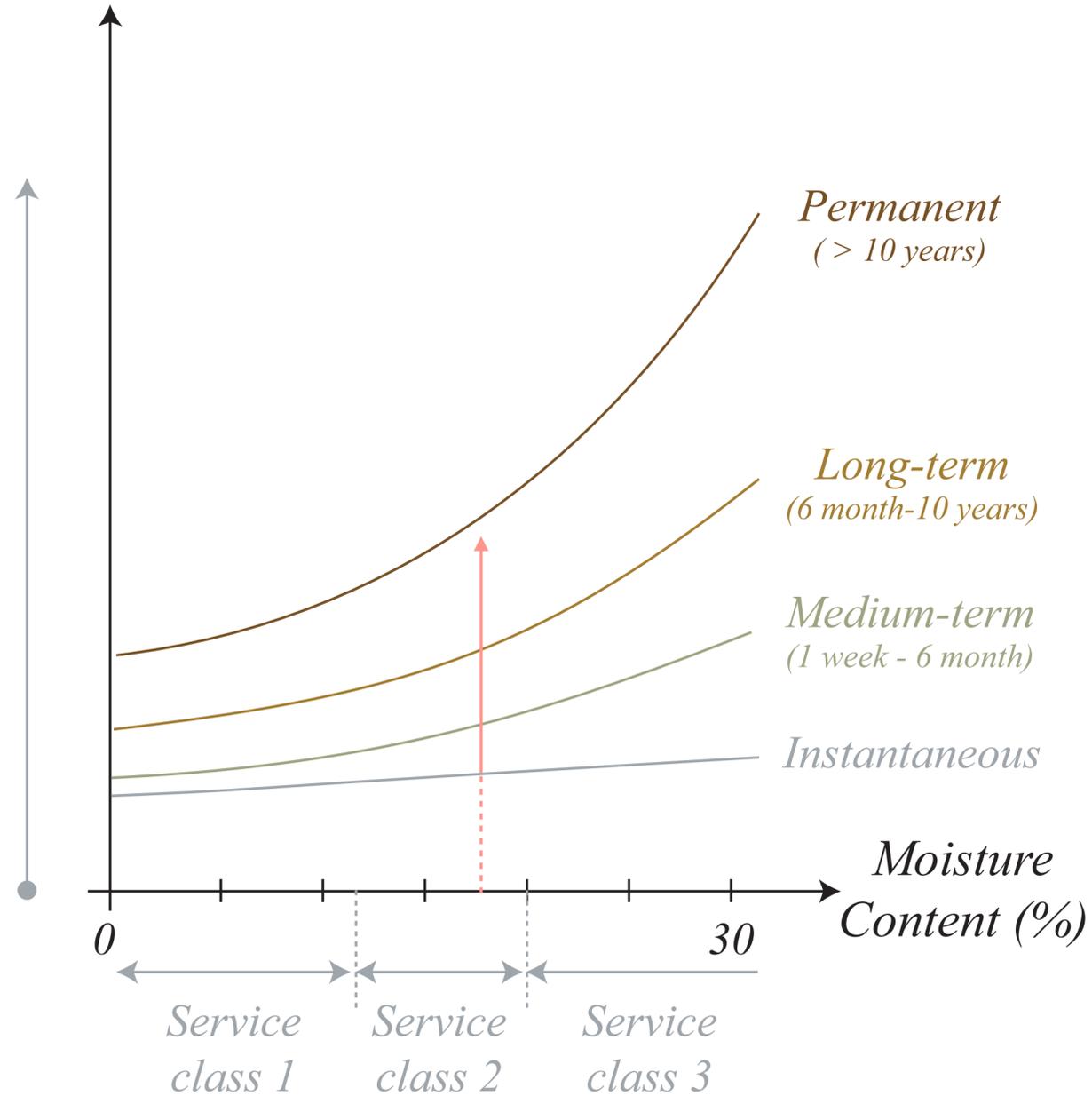


Etagère de bibliothèque

compliance ( $k_{def}$ )

H

Load duration classes



$k_{def}$  unique / classe de service

VS.

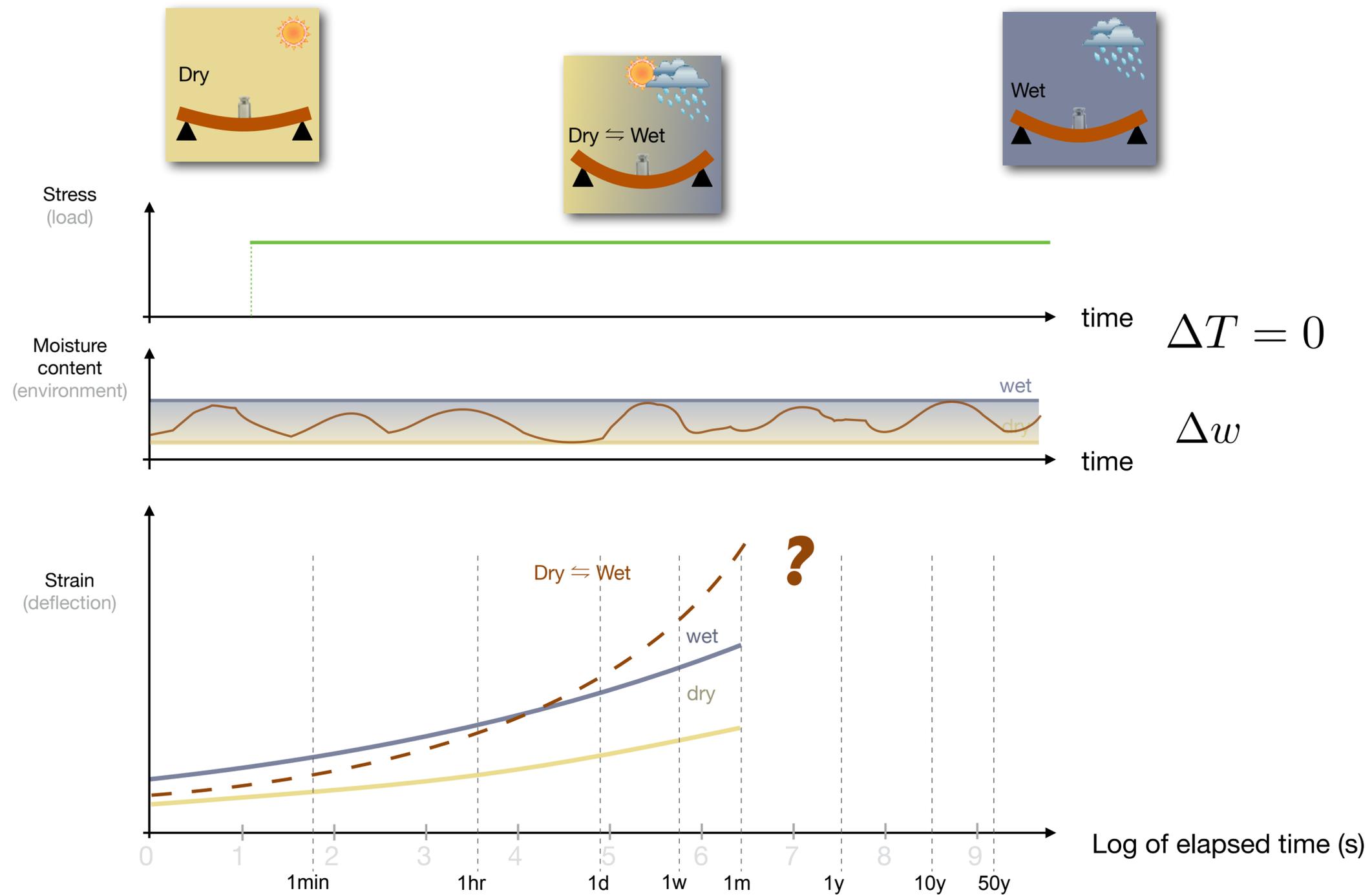
Critère simples flèches admissibles ?



Schématisation des déformations observables suivants les classes de services

— Exemple en climat constant

# Interactions eau / bois & mécanique



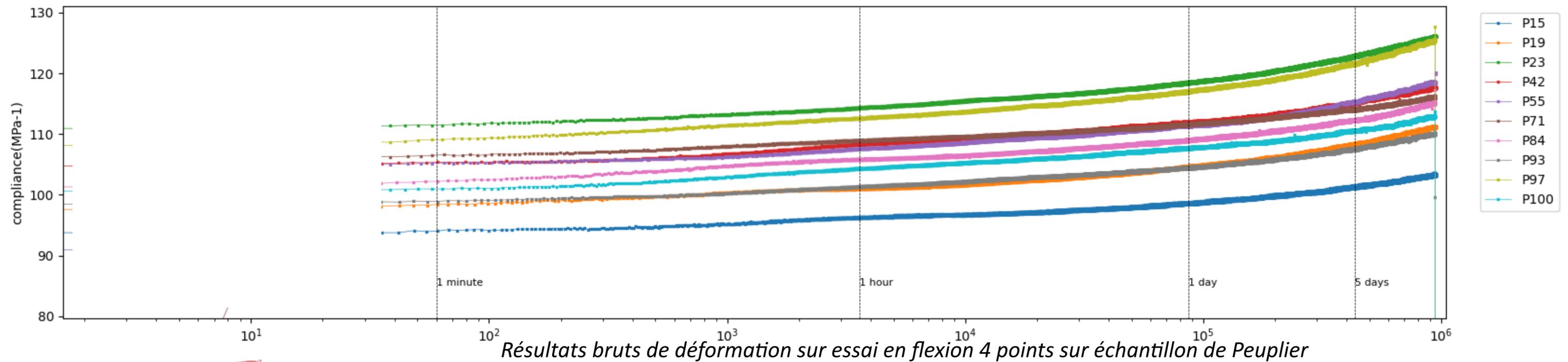
# Un travail scientifique ... avec un matériau rhéologique

Quelle est l'origine des effets différés ? Quel est le rôle de la micro-structure ?



- Comprendre l'origine micro-mécanique des effets différés des bois :
  - Caractérisation non-destructive d'échantillons de petites tailles 150 mm longi. x (10 x 2 mm) de section
  - Essais de fluage à environnement contrôlé et répétés (85%RH à 20°C)
  - Analyse intra- & inter-essence
    - 4 essences initiales : Douglas, Chêne, Hêtre, Peuplier

Boîtes de fluages en environnement contrôlé



# Un travail scientifique ... avec un matériau rhéologique

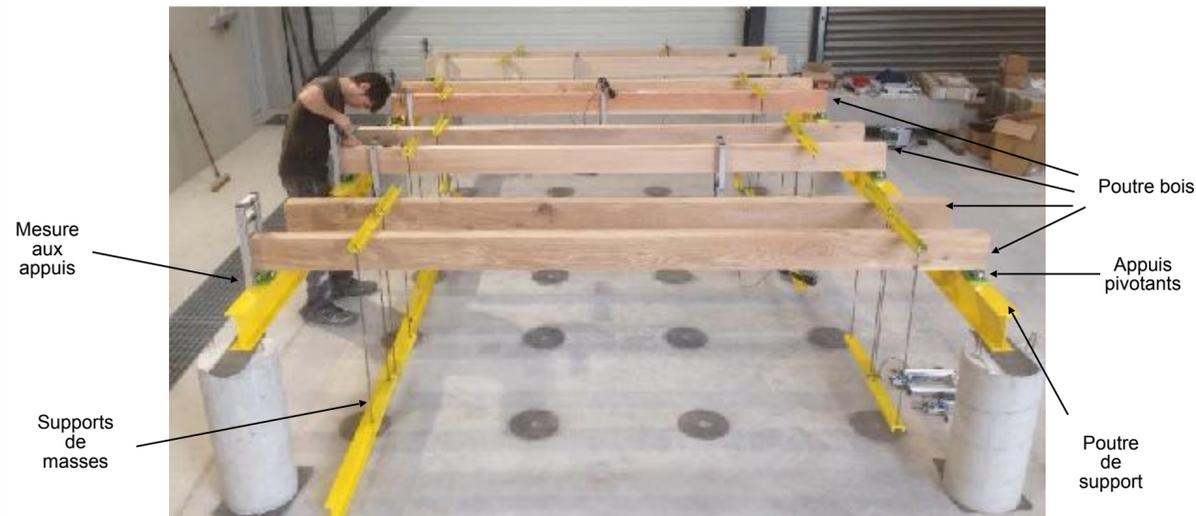
## EFEUR5 Comportements structurels des Essences de bois Feuillus français en vue de leur meilleure intégration aux EURocodes 5



- Echelle métrique : 3 bancs d'essais sur 2 sites expérimentaux. Poutres de longueur 3 m, de section 75 x 150 mm, flexion 4 points, en Chêne, Hêtre, Douglas ou Peuplier

### Intérieur non chauffé

#### Egletons



Banc d'essai métrique à Egletons en CS1 en phase d'installation (vue de face)

### Extérieur (climat montagne)

#### Egletons



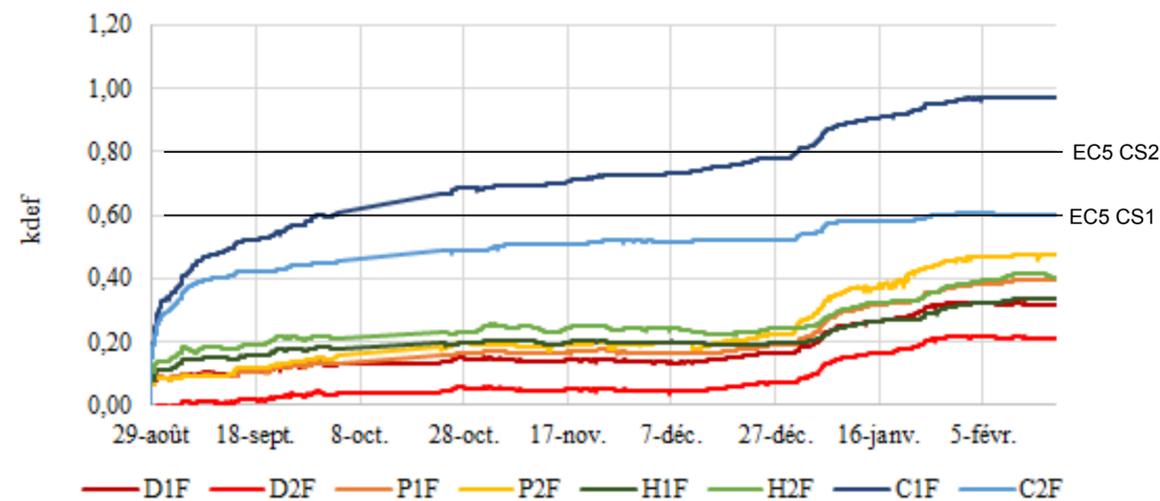
Banc d'essai métrique à Egletons en CS3 en phase d'exploitation (vue de face)

### Extérieur (climat méditerranéen)

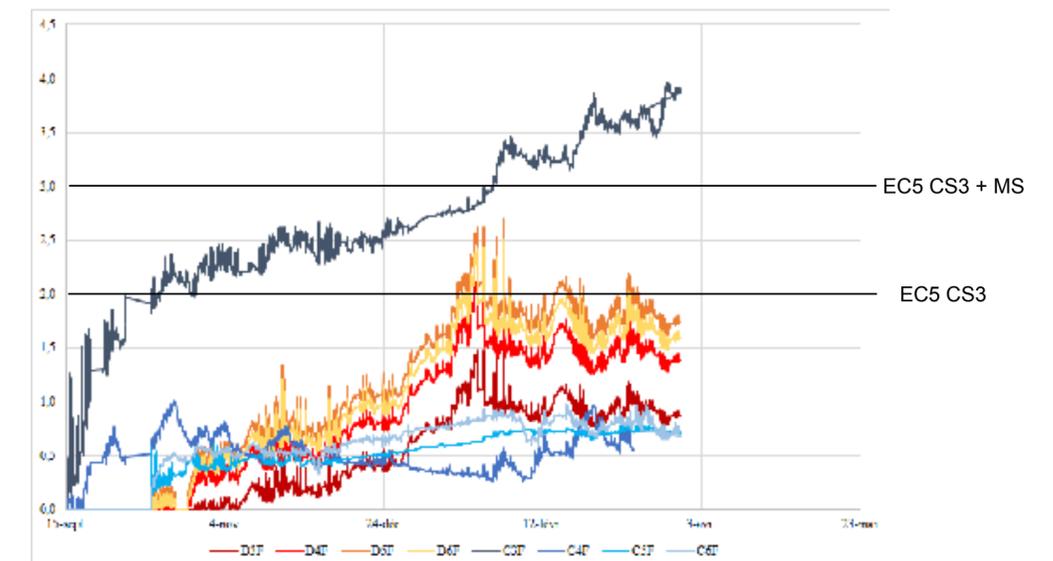
#### Montpellier



Banc d'essai métrique à Montpellier en CS3 en phase d'exploitation (vue de face)



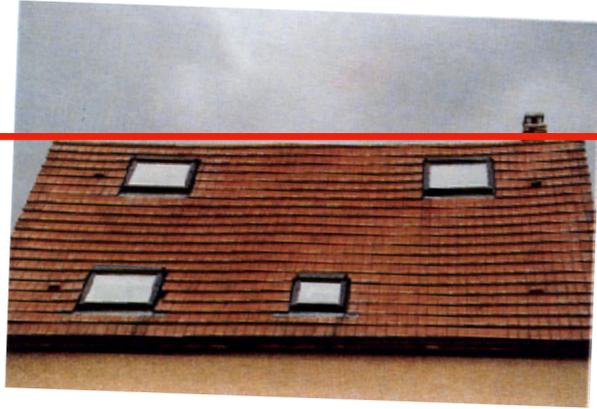
- Niveaux de fluage plus élevés pour les feuillus testés, notamment sur le chêne.



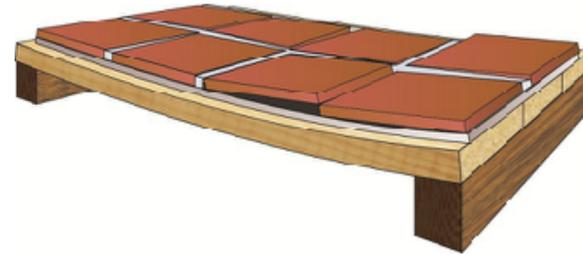
- Tendance inverse en CS3 (sauf une poutre)

# En situation ...

- courantes > pathologies service  $\longrightarrow$  nuire à la fonction, nuire à la durabilité :



Creux de toiture  
(flèche de fâchage en travée)



Déflexion de plancher  
(Impact sur les revêtements)



Intégrité hygrothermique  
d'enveloppe, fissures de  
parements intérieurs, ...



Intégrité des assemblages  
(rotation dans les connecteurs,  
portance locale différée, ...)



Intégrité architecturale  
(Impacts sur autres corps  
d'états, ...)

# En situation ...

- non courantes :

Quelle classe de service pour des expositions très variables ?



*Piscines découvrables à alternance été/hiver & journalières  
(bassin Georges Vallerey Paris)*

Usages bois vert ?



*(Reconstruction de Notre-Dame, Paris)*

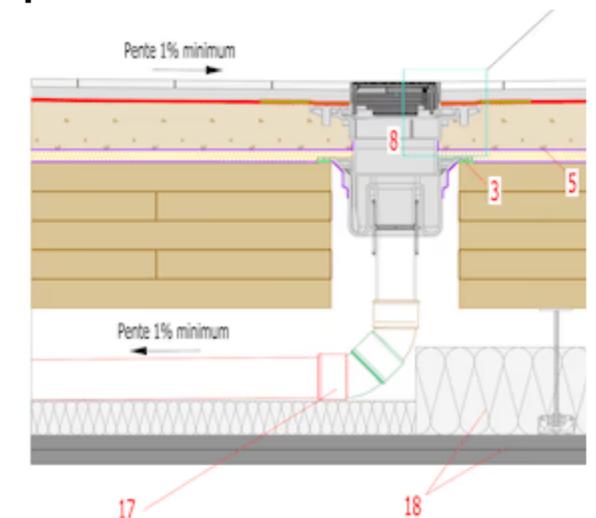
Quid des bois issus de réemploi ?



Eau liquide en phase chantier & exploitation ?



*Pluie en phase chantier sur ouvrage CLT*



*Conception évaluation douche zero  
ressaut sur plancher CLT*

# Ensembles :

---



Travaux A. Lebée (Navier) > fluage des CLT

Travaux M.Perrin (Tarbes) > inclusion de capteurs BLC

Travaux F. Lanata (Nantes) > suivi de santé structurale

Travaux Clermont / Bordeaux / Egletons > fluage & fissuration

... etc.



Holistic design of taller timber buildings



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER



UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER

# Effets des variations de la teneur en eau des bois sur leurs propriétés mécaniques et conséquences dans les ouvrages.

*C. Montero, Maître de Conférences, 28/06/2024*





UNIVERSITÉ DE  
MONTPELLIER

# Effets des variations de la teneur en eau des bois sur leurs propriétés mécaniques et conséquences dans les ouvrages.

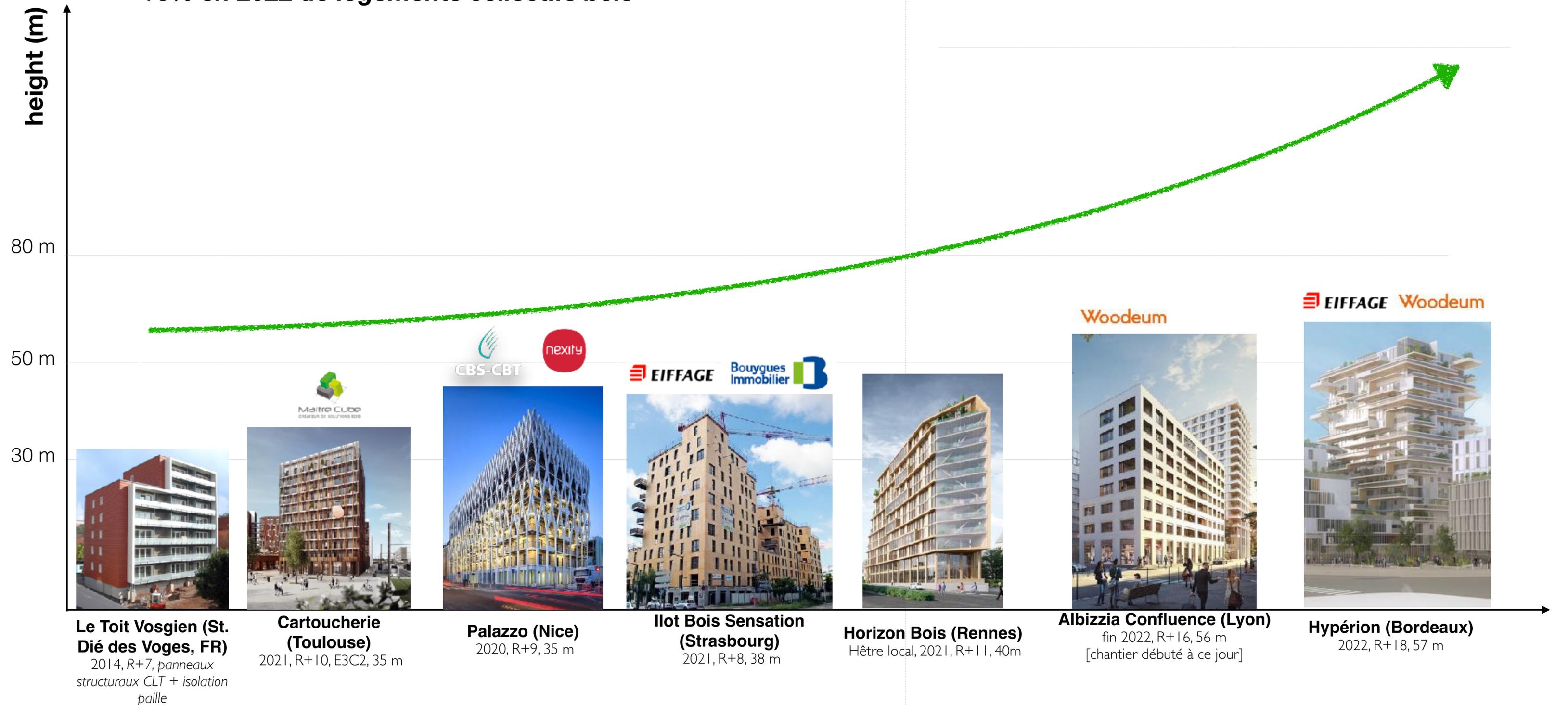
*C. Montero, Maître de Conférences, 28/06/2024*



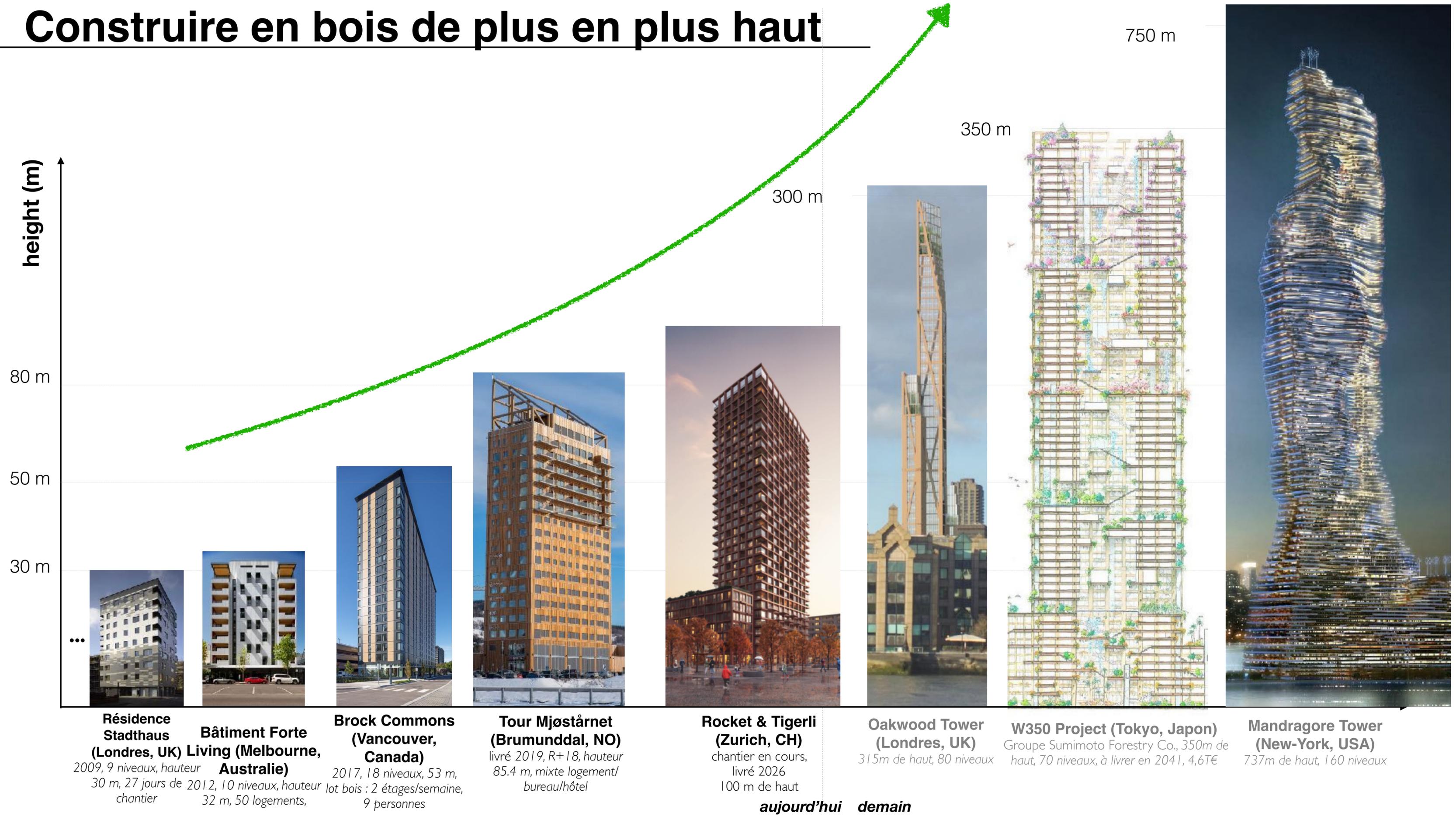
# Construire en bois de plus en plus haut en France

 A DIV BOIS 48 projets IGH livrés ou en cours

**+6% en 2022 de logements collectifs bois**



# Construire en bois de plus en plus haut



**Résidence Stadthaus (Londres, UK)**  
2009, 9 niveaux, hauteur 30 m, 27 jours de chantier

**Bâtiment Forte Living (Melbourne, Australie)**  
2012, 10 niveaux, hauteur 32 m, 50 logements,

**Brock Commons (Vancouver, Canada)**  
2017, 18 niveaux, 53 m, lot bois : 2 étages/semaine, 9 personnes

**Tour Mjøstårnet (Brumunddal, NO)**  
livré 2019, R+18, hauteur 85.4 m, mixte logement/ bureau/hôtel

**Rocket & Tigerli (Zurich, CH)**  
chantier en cours, livré 2026  
100 m de haut

**Oakwood Tower (Londres, UK)**  
315m de haut, 80 niveaux

**W350 Project (Tokyo, Japon)**  
Groupe Sumimoto Forestry Co., 350m de haut, 70 niveaux, à livrer en 2041, 4,6T€

**Mandragore Tower (New-York, USA)**  
737m de haut, 160 niveaux

aujourd'hui    demain