

## MaBioNat

# Les différents systèmes constructifs mixtes bois - béton et leurs performances hygrothermiques

Nicolas Laveissiere – Jean-Luc Paumier

Cerema Centre-Est / Département Laboratoire de Clermont-Ferrand

# Sommaire

- Objectifs de l'étude
- Etat de l'art
- Systèmes constructifs retenus
- Logiciel de simulation et paramètres de calcul
- Résultats
- Conclusion

# Objectifs de l'étude

- Réalisation de l'**état de l'art** des principaux systèmes constructifs mixtes utilisant le bois
- Étude des **transferts de chaleur** et de **masse** pour mieux définir leurs **conditions d'usage**.

# Rappel

- Le matériau bois
  - Issu du monde végétal, renouvelable et stockant du CO<sub>2</sub> ;
  - Subit une dégradation par insectes et champignons (plus ou moins variable selon les essences, les teneurs en humidité et les tanins) ;
  - Présente une bonne résistance à la traction.

# Rappel

- Le matériau béton
  - Le béton est un mélange de granulats inertes, de liant et d'eau
  - Il existe différents types de béton :
    - béton de terre : le liant est argileux
    - béton de ciment : le liant est un liant hydraulique
    - béton bitumineux : le liant est un hydrocarbonate (bitume)
  - Bonne résistance à la compression
  - Dégradation par carbonatation (facilitée par l'humidité relative).

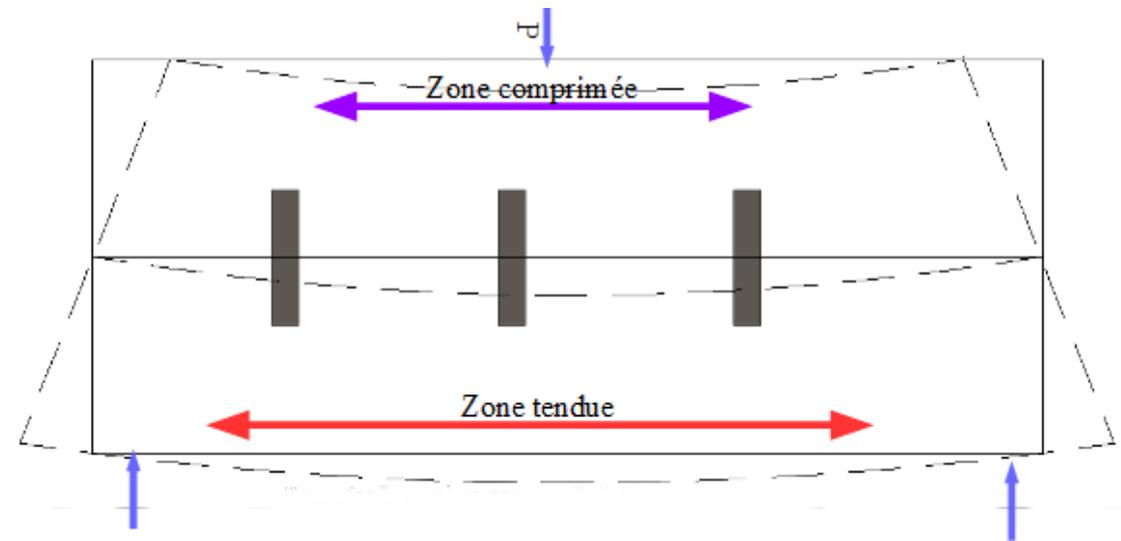
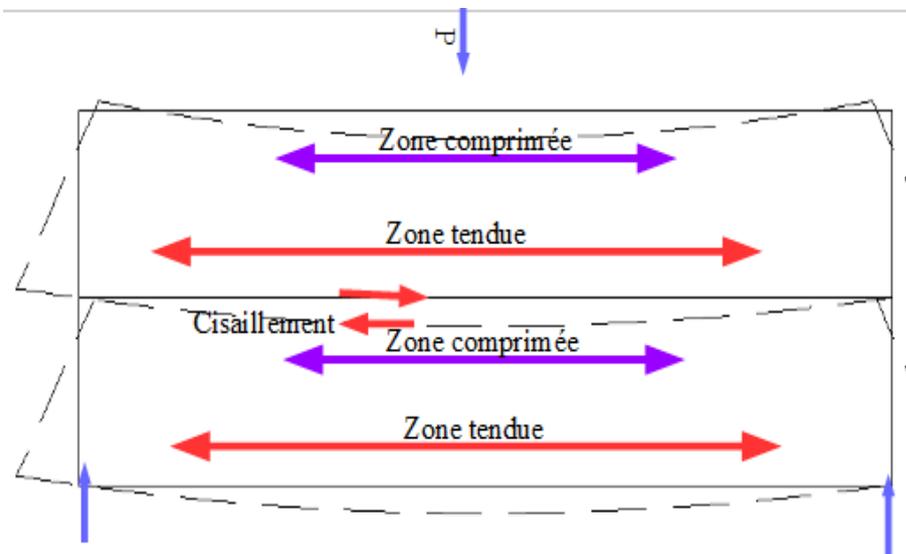
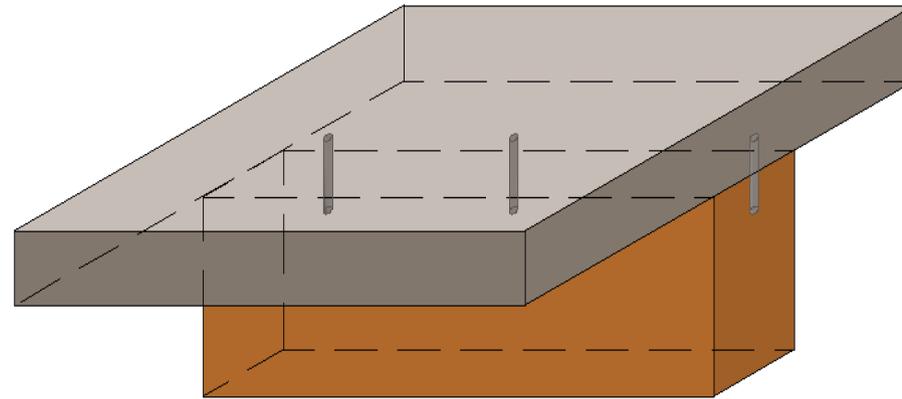
# Etat de l'art

## 2 systèmes constructifs courants

- Les planchers bois collaborants
- Les systèmes mixtes à granulats de bois

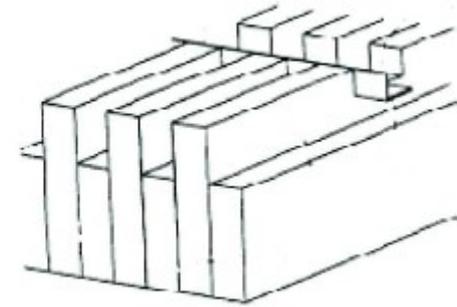
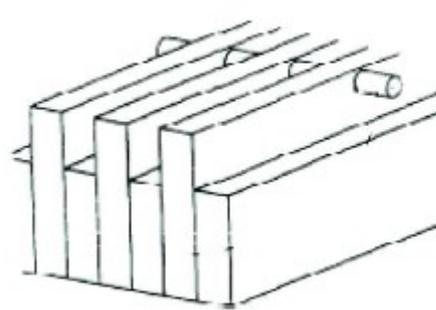
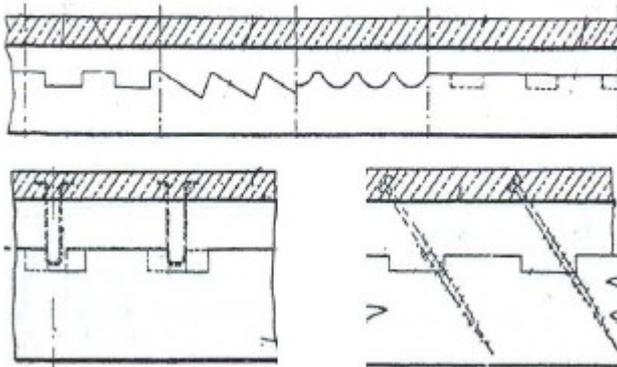
# Les planchers bois collaborants

- Principe



# Les planchers bois collaborants

- Système



Source : Hoai Son PHAM ; Thèse : Optimisation et comportement en fatigue de la connexion bois-BFUP pour de nouveaux ponts mixtes

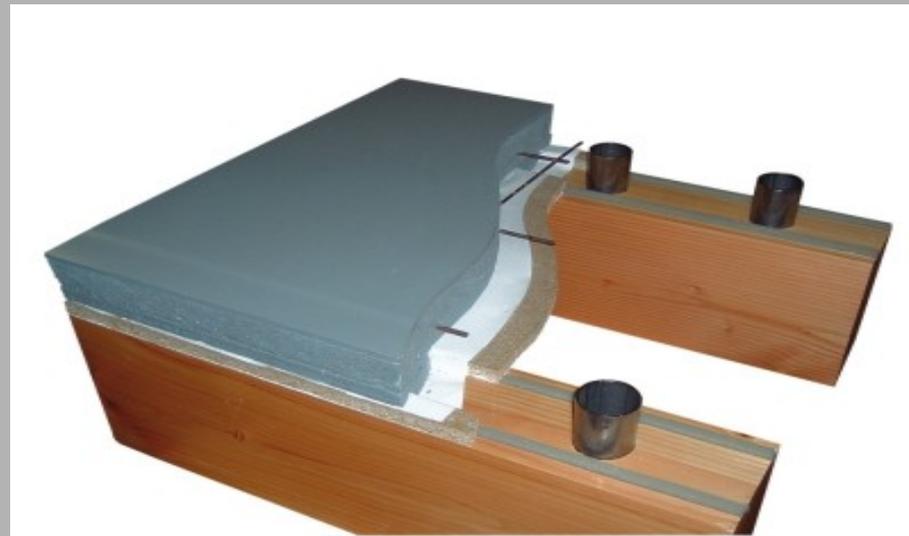
# Les planchers bois collaborants

- Système



Lignadal, Source : IBP42

# Les planchers bois collaborants



*Connexion par tubes*

COSYLVA PP2B

# Les planchers bois collaborants



*Connexion par vis croisées*



*Connexion par goujons*

Rapport de projet de fin d'études DEBESSE Yoann GIESI Laurent Université de Lorraine  
ARAB Bahia, Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU

# Les planchers bois collaborants



*Connexion continue par bande de métal déployée*



*Connexion continue par bande plaque à pointe*



*Connexion continue par collage*



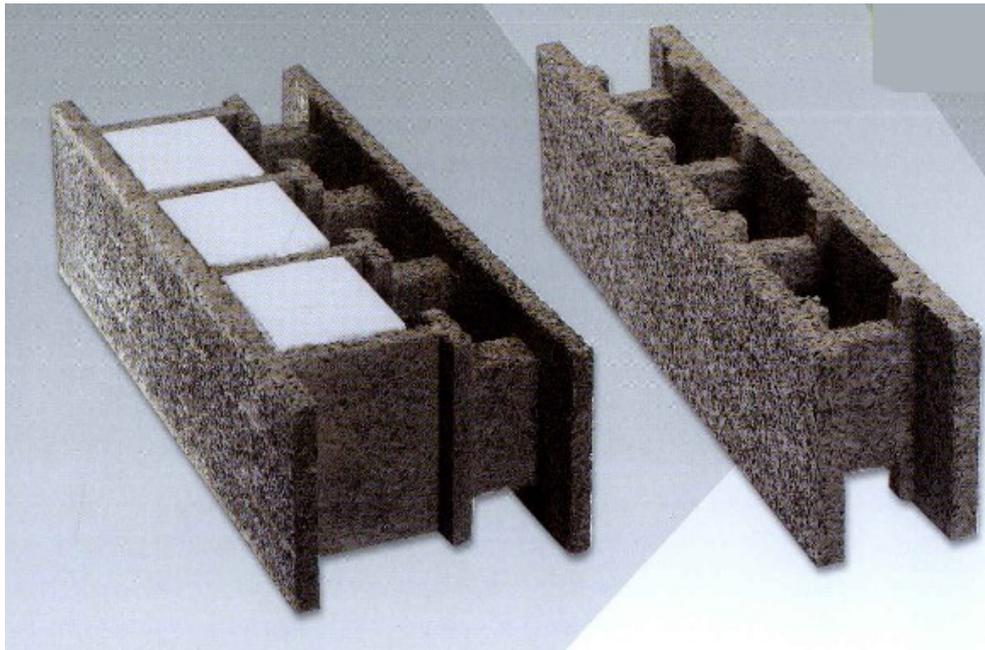
*Connexion continue à ruban*



*Connexion continue ciseau continu*

[ARAB Bahia, Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU]

# Systemes mixtes à granulats de bois



Thermibloc



LB léger bois Lafarge



# Systemes constructifs retenus

## Systemes mixtes à granulats de bois

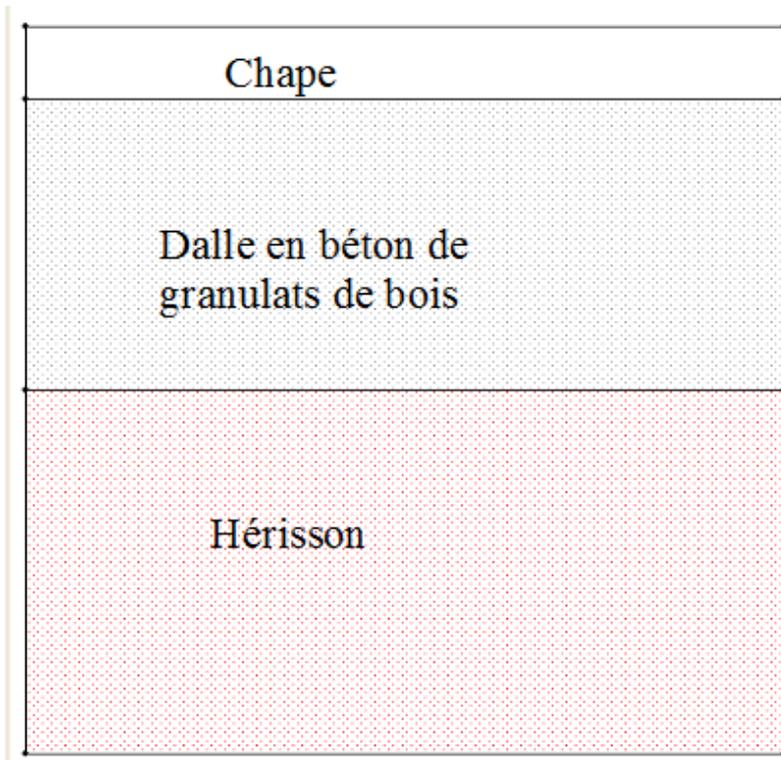


Fig. 1 : coupe de la dalle sur terre plein

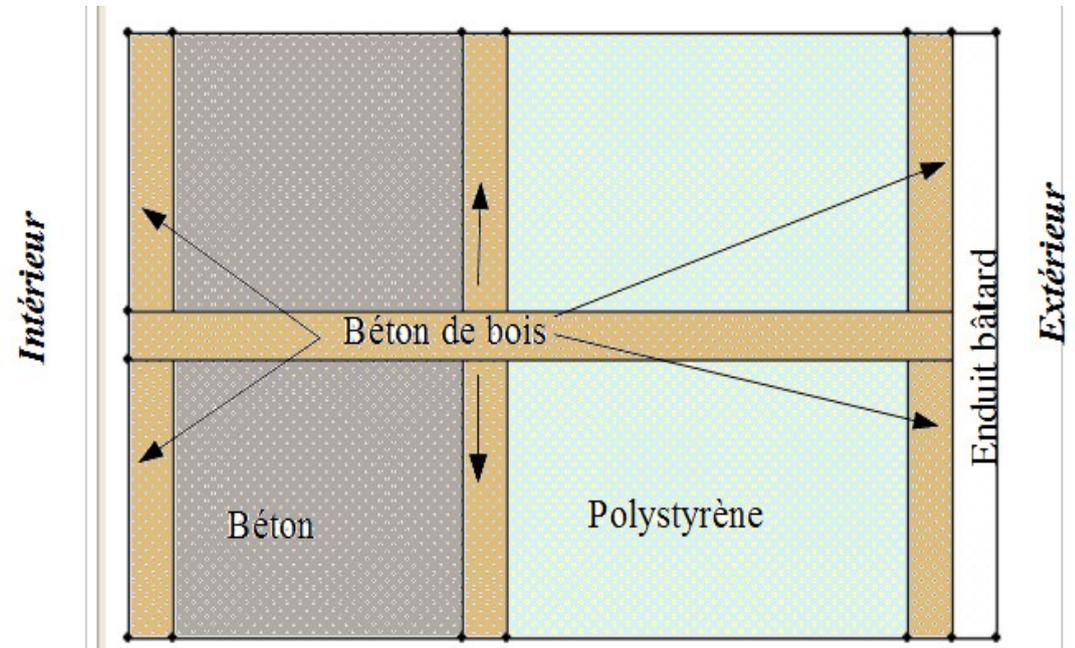


Fig. 2 : bloc de béton avec isolation polystyrène

# Systemes constructifs retenus

## Les planchers bois collaborants

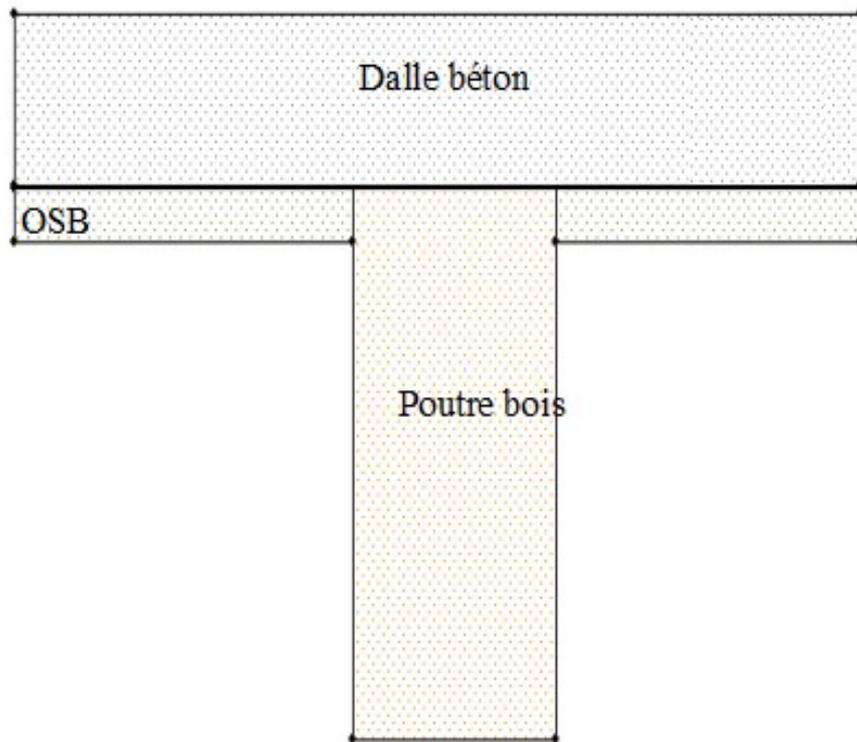


Fig. 1 : système mixte poutre bois/dalle béton  
assemblés par collage

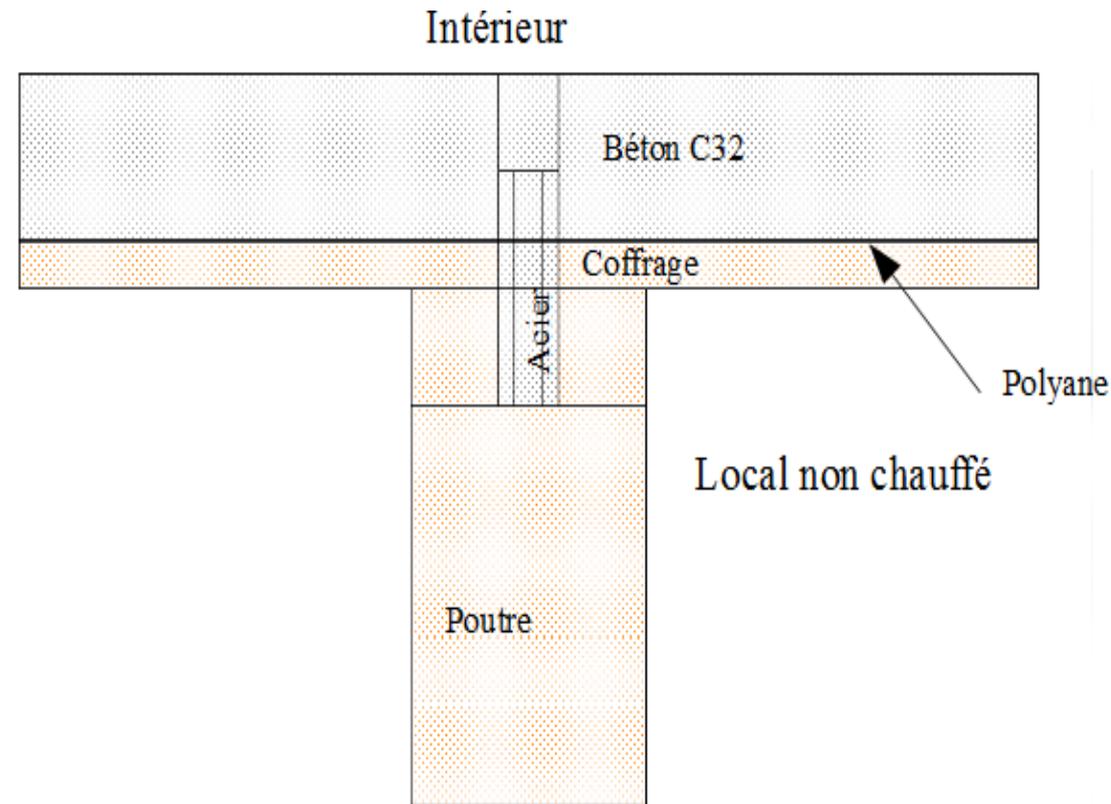
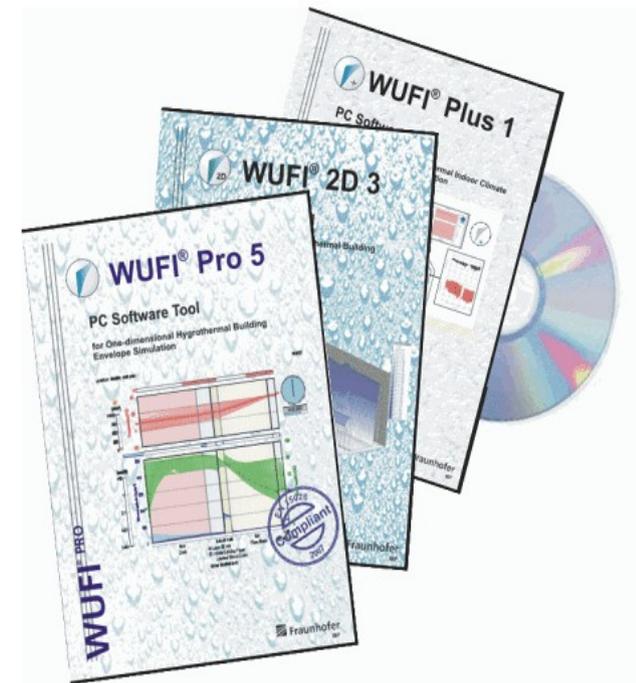


Fig. 2 : système mixte poutre bois/dalle béton  
avec connecteur tube acier

# Logiciel de simulation et paramètres de calcul

Le logiciel WUFI® :

- fait partie d'une suite d'outils développés par le Institut Bauphysik de Holzkirchen en Allemagne
- évalue le comportement de parois soumises à un régime climatique dynamique
- réalise un calcul dynamique des flux de chaleur et d'humidité en tous points préalablement définis de la paroi. La paroi est divisée en mailles et possède ses propres caractéristiques thermo-hydriques initiales
- soumet la paroi aux variations de climats sur chacune de ces faces. Ces climats sont définis par la température, l'humidité relative, le rayonnement solaire, le coefficient d'absorption de la pluie, etc.



# Logiciel de simulation et paramètres de calcul

## Paramètres de calcul

- **Durée de simulation** : pas de temps d'une heure pour une période de 10 ans (visibilité sur l'évolution de la teneur en eau dans le matériau)
- **Géographie** : climat extérieur grenoblois
- **Conditions initiales** : température extérieure de 20 °C, humidité relative ambiante de 80 %
- **Climat intérieur** : norme européenne EN 15026, charge d'humidité élevée (entre 40 et 70 %)
- **Coefficient de transfert de chaleur surfacique** : 25 W/m<sup>2</sup>.K pour l'extérieur et de 7,69 W/m<sup>2</sup>.K pour l'intérieur (selon RT)
- **Pluie** : partie de l'eau de pluie restant à la surface de la paroi. Ce coefficient est de 0,7 pour une paroi verticale soumise à la pluie
- **Vent** : non pris en compte (facteur favorable)

# Logiciel de simulation et paramètres de calcul

Local non chauffé (cave) :

- Température : entre 10°C et 16°C
- L'humidité relative est comprise entre 40% et 100%, avec un maximum de 100%\* le 30 juillet (hypothèse)
- Rayonnement solaire nul
- Pas de pluie.

\*CSTC (Centre scientifique et technique de la construction, institut belge)

# Critères d'interprétation des résultats

## Matériau bois :

- La teneur en eau massique ne doit pas être supérieure à **23 % plus de 8 semaines par an**. Les périodes pendant lesquelles cette valeur est dépassée ne sont pas prises en compte si elles sont inférieures à une semaine (pas de développement fongique)
- La teneur en eau massique ne **devra pas dépasser 30 %**. Cet élément sera un critère rédhibitoire.

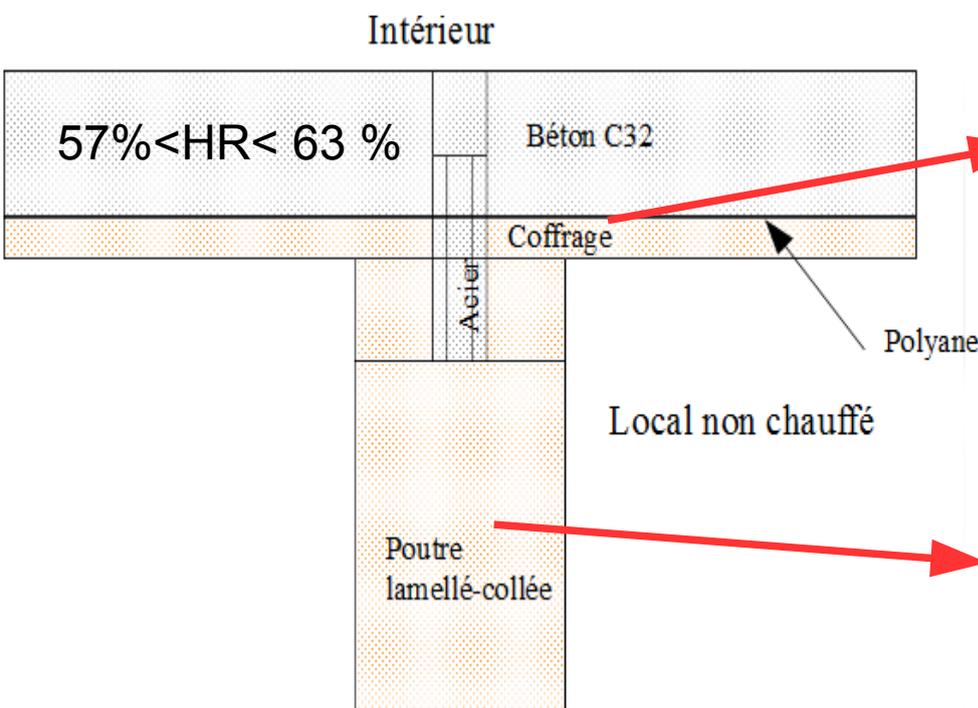
**OSB** : la teneur en eau doit être **inférieure à 18 %**

**Isolant minéral** : la teneur en eau doit être **inférieure à 5 kg/m<sup>3</sup>**

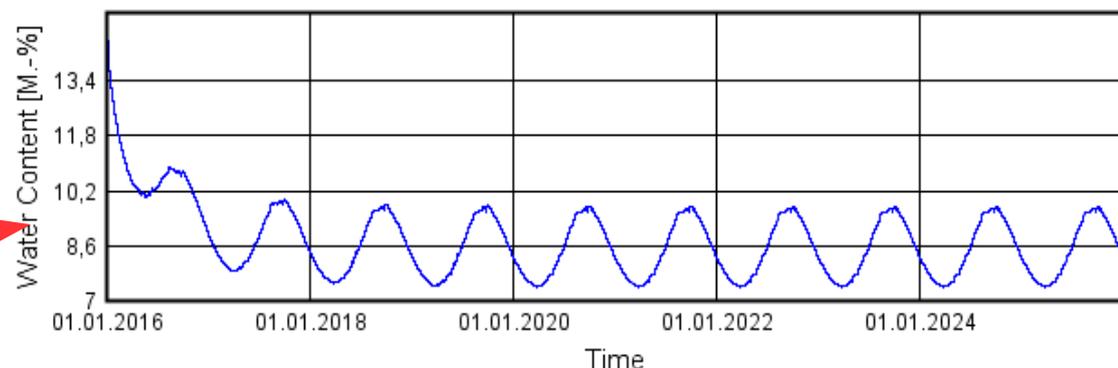
**Béton** : l'humidité relative doit être **inférieure à 60 %** (carbonatation).

# Résultats

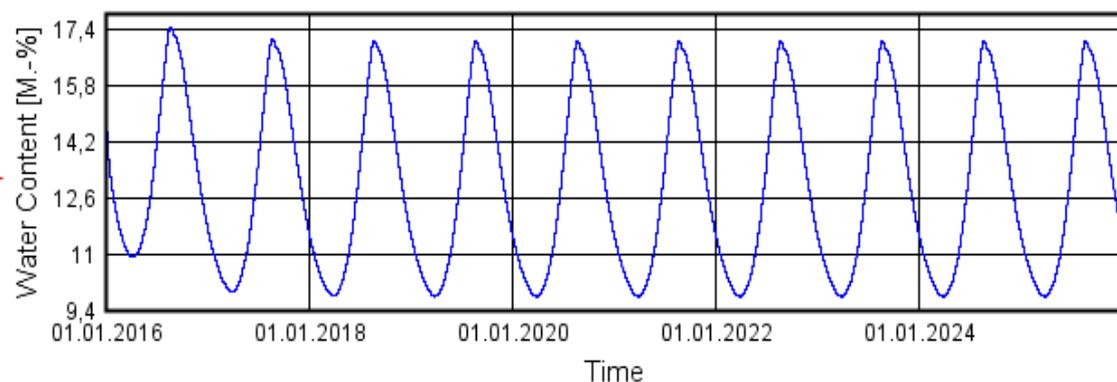
## Les planchers bois collaborants par connexion tube



Water Content



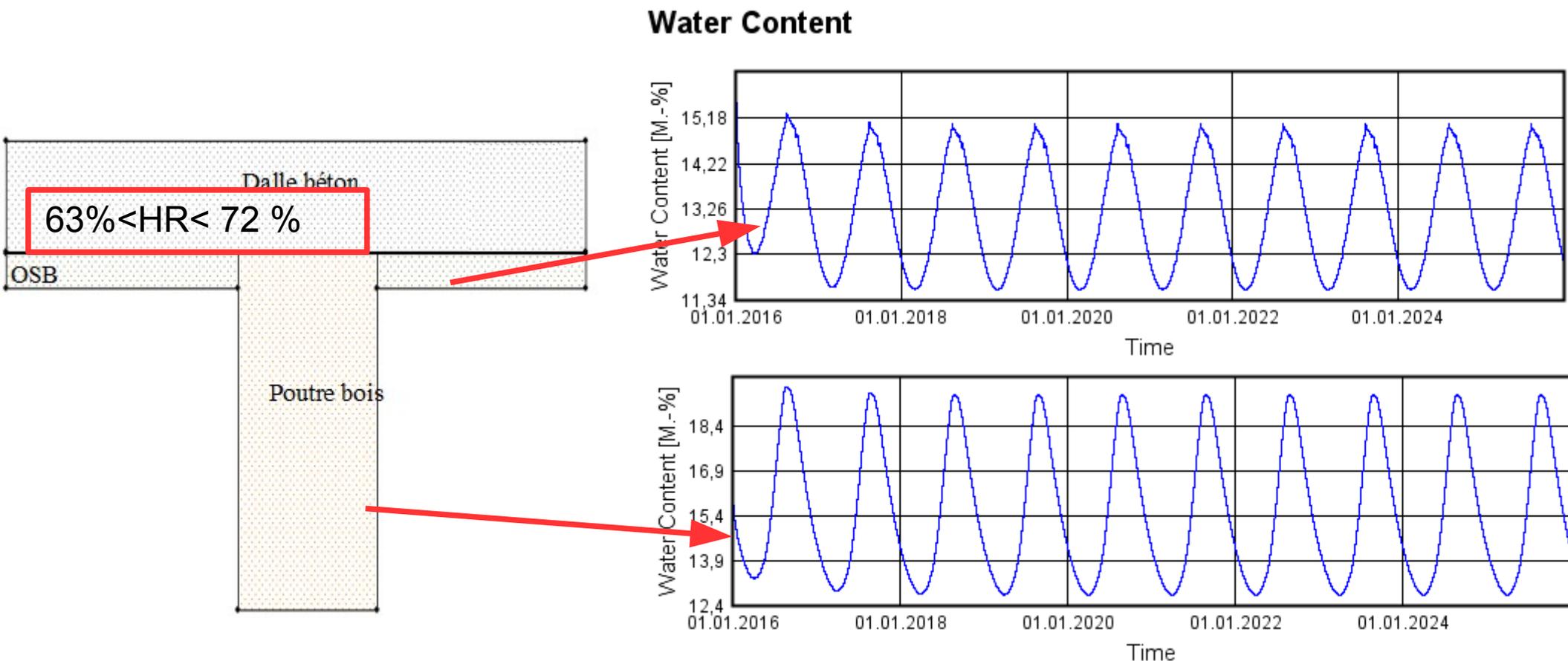
Water Content



A noter une teneur en eau massique > à 23 % pendant plus de 8 semaines uniquement en surface de la poutre bois

# Résultats

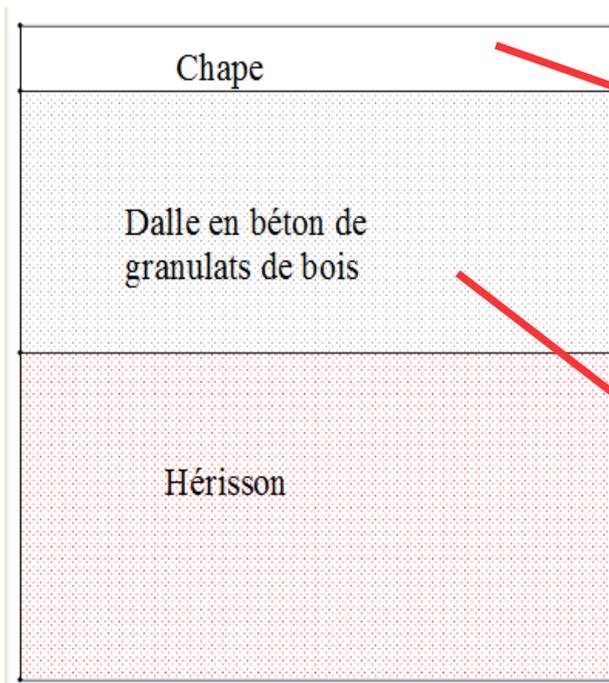
## Les planchers bois collaborants par collage



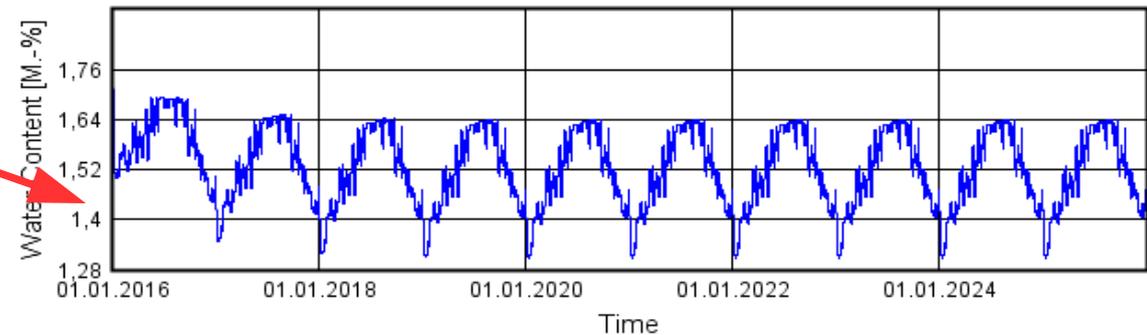
A noter une teneur en eau massique  $>$  à 23 % pendant plus de 8 semaines uniquement en surface de la poutre bois  
Risque de carbonatation du béton

# Résultats

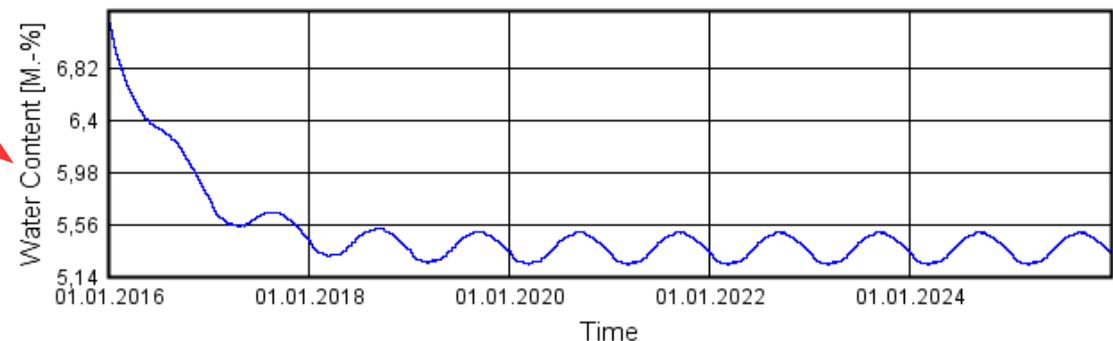
## Les systèmes mixtes à granulats de bois



Water Content

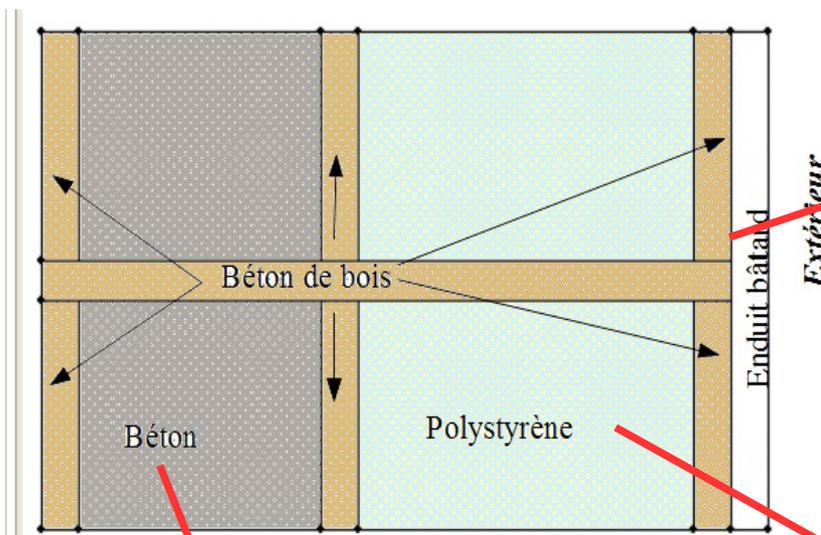


Water Content



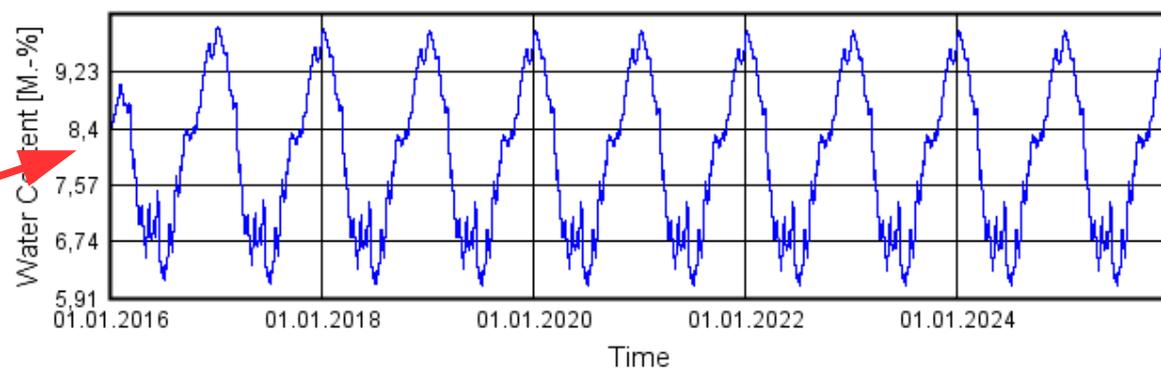
# Résultats

## Les systèmes mixtes à granulats de bois

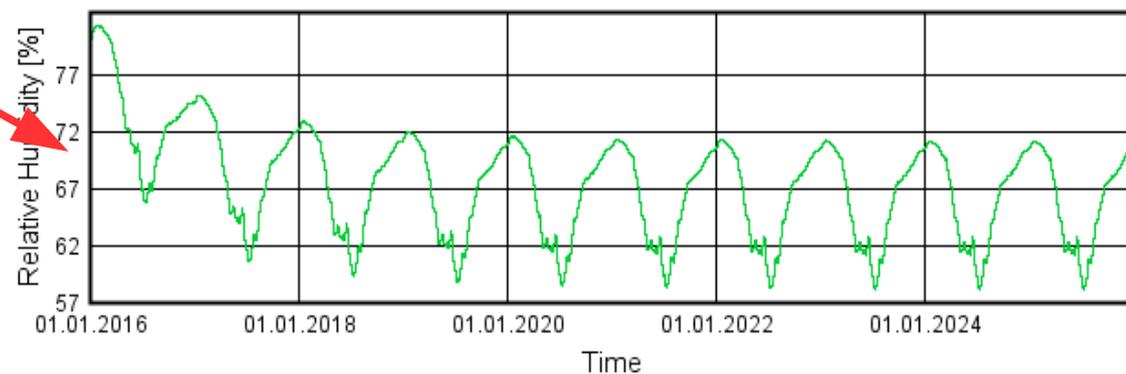


HR < 63 %

### Water Content



### Relative Humidity



# Conclusions et perspectives

- Pas de risques majeurs pour l'ensemble des systèmes constructifs
- Risques mineurs de développement fongique et carbonatation dans certaines conditions
- D'autres modélisations avec des ambiances intérieures et climats extérieurs différents pourraient être envisagées
- Une comparaison avec un cas réel permettrait d'améliorer nos connaissances.

Merci de votre attention

