



**Cerema**

Centre d'études et d'expertise sur les risques,  
l'environnement, la mobilité et l'aménagement

Direction territoriale  
Ile-de-France

# Effet de l'eau sur la durabilité des bétons de chanvre

Laboratoire d'Eco-Matériaux / Unité Matériaux Bâtiment

MaBioNat



# I. Le béton de chanvre



Depuis 1990 le béton de chanvre a été utilisé dans le domaine de construction

La première maison rénovée :

[Maison de la Turquie à Nogent sur Seine](#)

Le béton de chanvre est l'un des plus utilisés (estimation de 1000 maisons/an toutes constructions confondues)

Bon isolant thermique et acoustique, ainsi qu'un bon régulateur d'hygrométrie au sein des habitations

Matériau à faible impact environnemental (ressources naturelles; liant à faible impact environnemental)

# I. Le béton de chanvre

## Composition :

- Chènevotte
- Eau
- Liant



Liant à la chaux :

Chaux aérienne (CL)

Chaux Hydraulique (NHL)

Liant cimentaire : Prompte ; Portland/calcaire

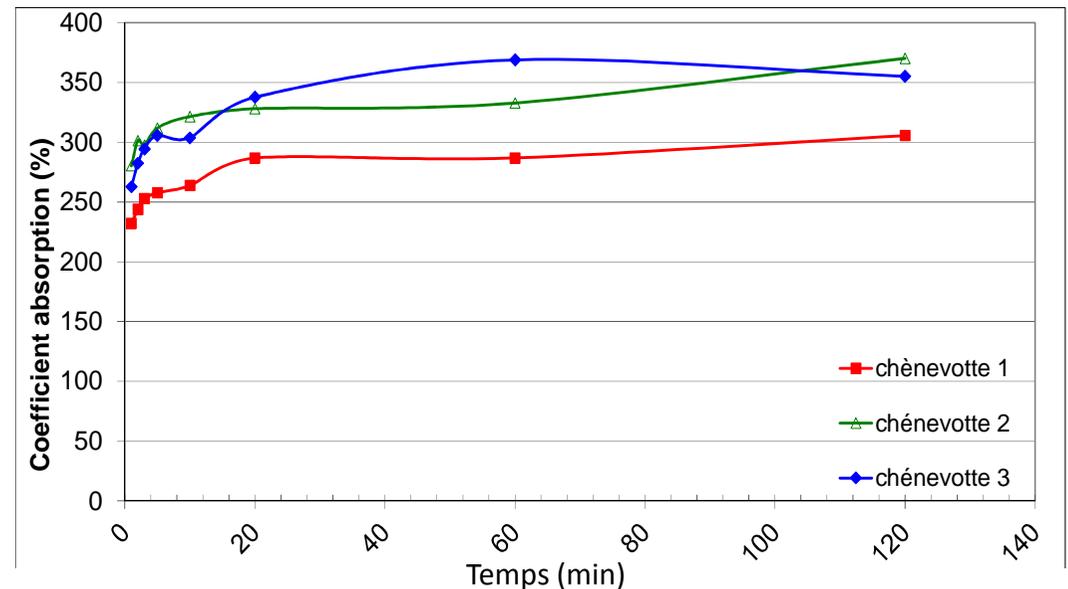
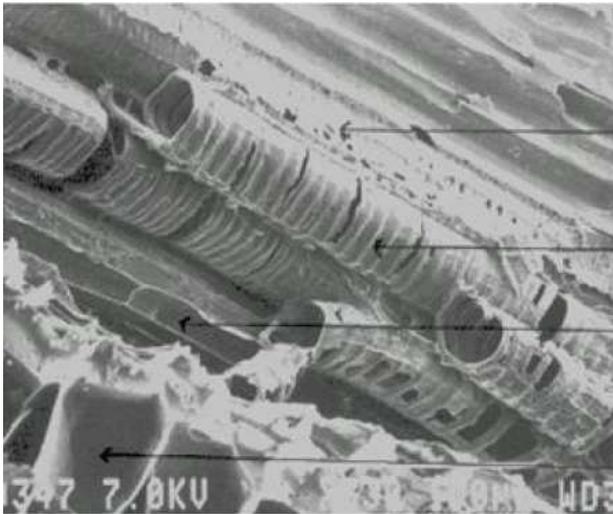
Mélanges : chaux, pouzzolane et liant hydraulique

# II. Contexte de l'étude

## Problématique :

Effet de la variation du dosage en eau est mal connu.

De plus, les granulats utilisés sont très hydrophiles.



→ But de cette étude :

Évaluer l'effet des quantités d'eau ajoutées sur l'intégrité physique (performances mécaniques) des bétons de chanvre et leur durabilité.

# III. Plan expérimental

## Choix du liant (application mur) :

Liant à base de chaux (mélange chaux aérienne et hydraulique + pouzzolane)

CESA : Chaux et Enduit de Saint Astier

## Choix des quantités d'eau :

Trois quantités d'eau sont désignées

$E/L=1,4$  ;  $E/L=1,6$  ;  $E/L=1,8$

## Choix des saturations :

Evaluer l'effet de saturation des granulats et son impact sur les propriétés du béton de chanvre

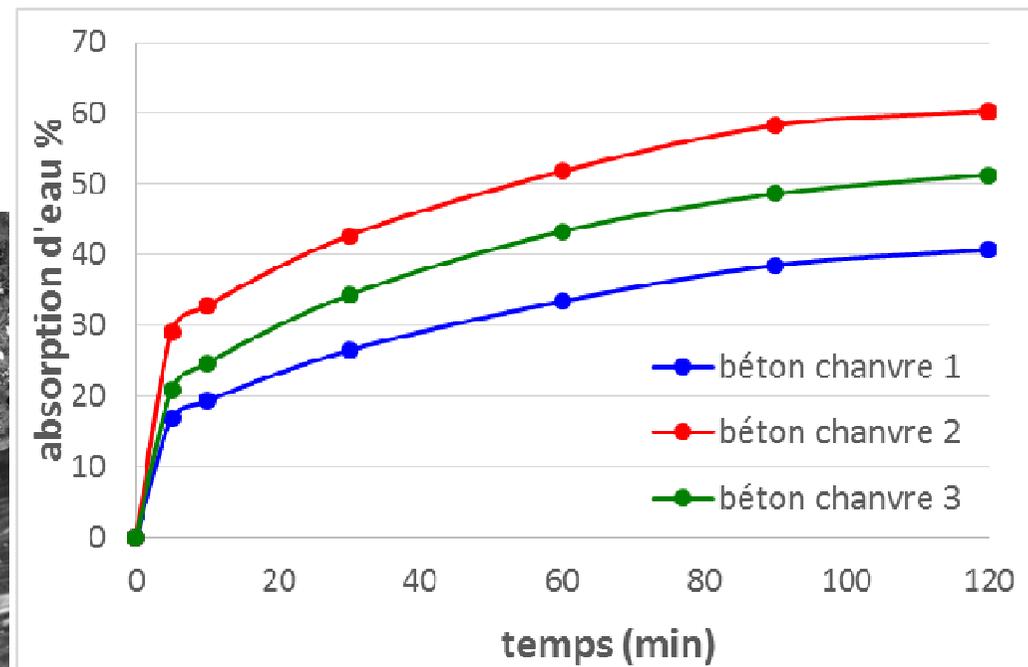
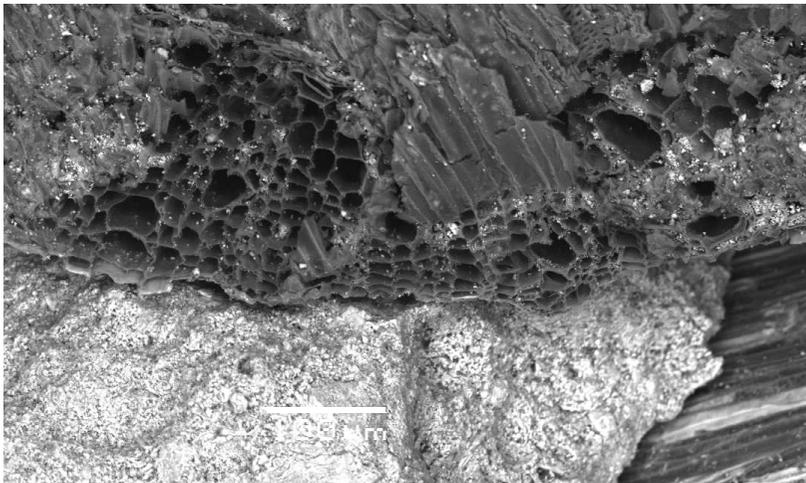
- 1) granulat sec ( $\approx 10$  % d'humidité naturelle)
- 2) granulat à 50 % de sa saturation maximale
- 3) granulat à 90 % de sa saturation maximale

# III. Plan expérimental

## Choix des essais vieillissements :

- choix des essais basé sur des résultats réalisés précédemment au sein du laboratoire

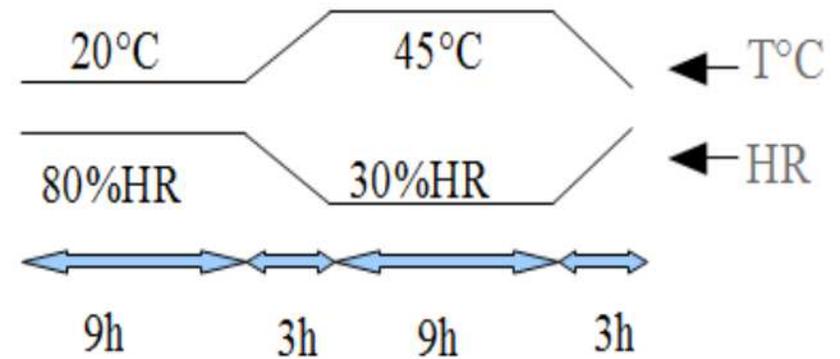
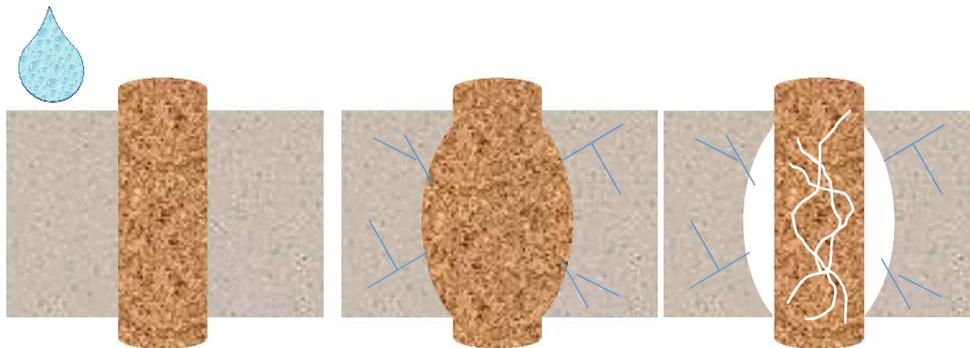
Basé sur le fait que ces bétons ont une forte capacité d'absorption d'eau



# III. Plan expérimental

Choix des vieillissements :

Vieillissement hygrothermique



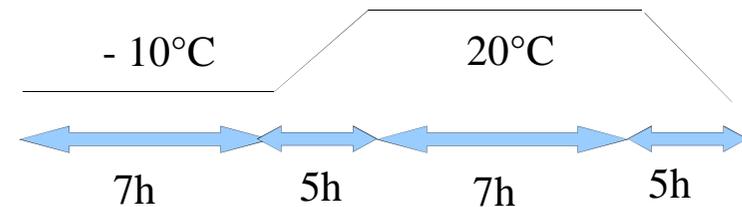
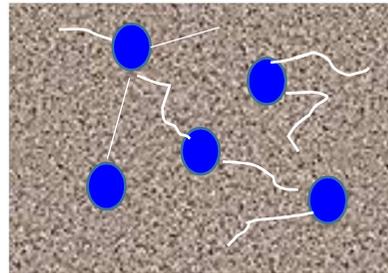
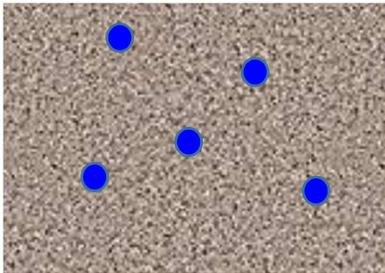
Durée du vieillissement : 2 mois

Durée du cycle : 1 jour

# III. Plan expérimental

Choix des vieillissements :

Vieillessement Gel / dégel (gel et dégel dans l'air)



Durée du vieillissement : 20 jours

Durée du cycle : 1 jour

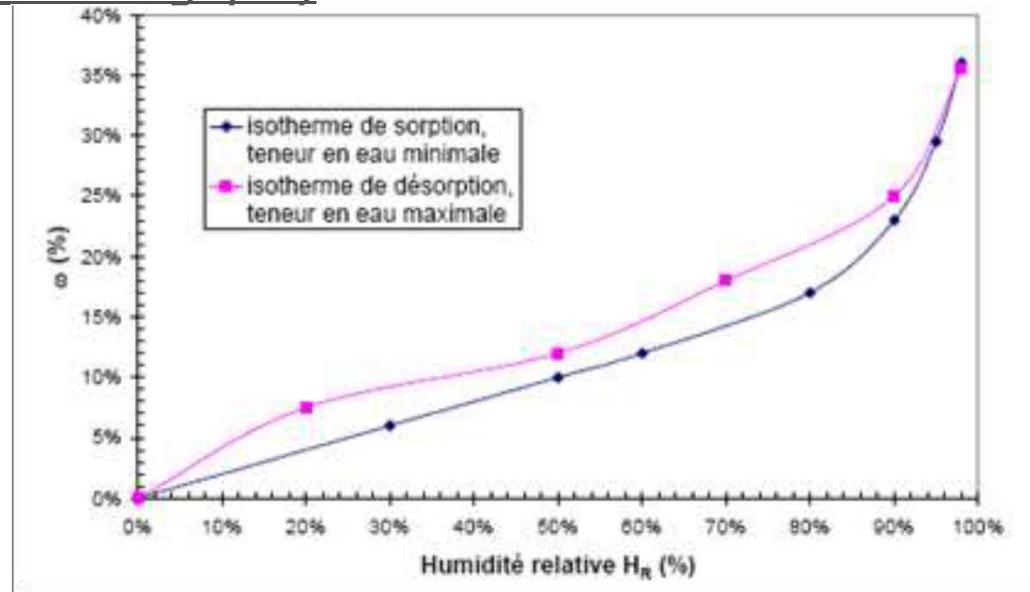
Gel sévère selon la norme FD P18-326

# III. Plan expérimental

Choix des vieillissements :

Vieillessement biologique (croissance fongique)

- Point fort = confort hygrothermique
- Point faible dû au risque de prolifération fongique



Incubation des échantillons de bétons de chanvre dans une enceinte (100%HR et 25°C)  
Suivi de la prolifération fongique (identification des champignons et évaluation de son effet sur les performances mécaniques)

# IV. Résultats

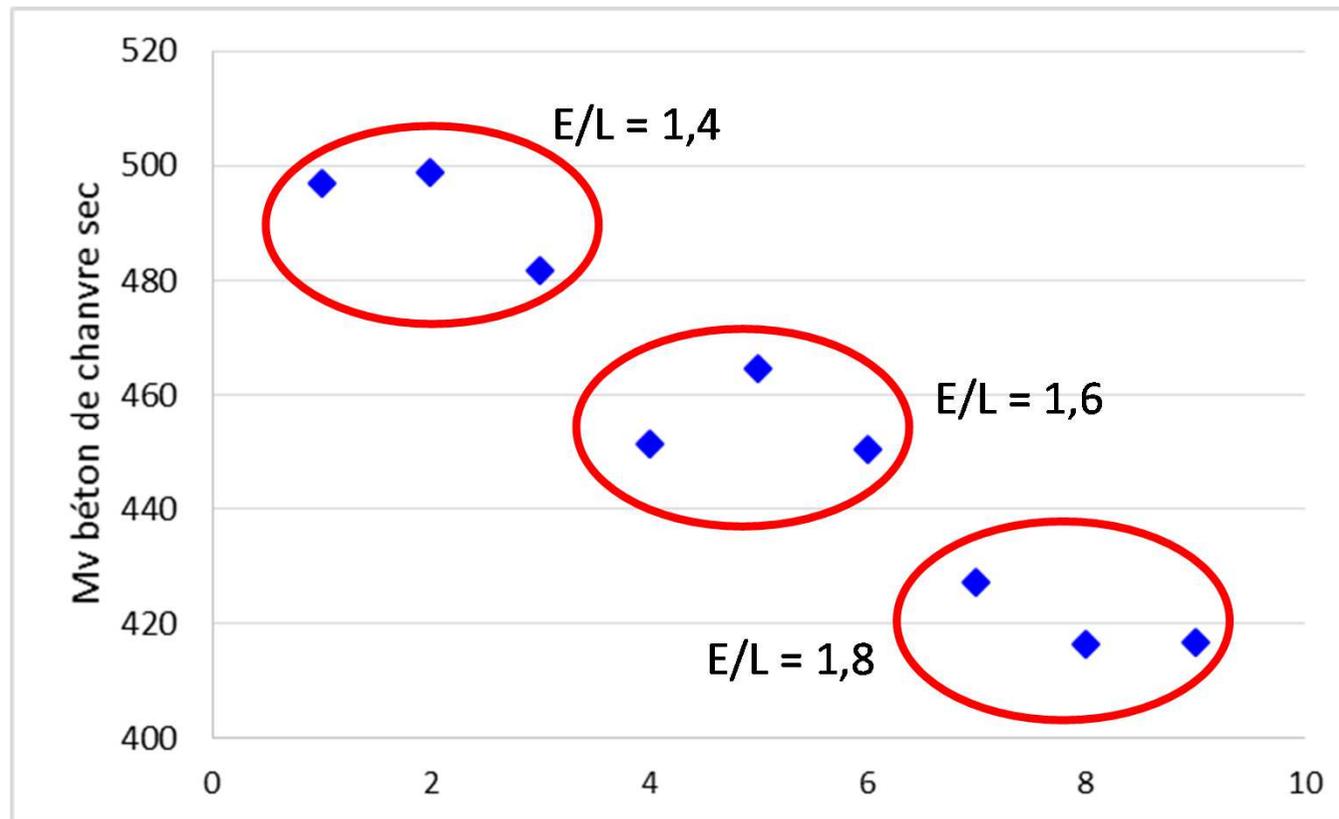
N° formulation	E/L	taux d'humidification des granulats	aspect du béton Frais
1	1,4	10%	maniable
2	1,4	50%	maniable
3	1,4	90%	maniable
4	1,6	10%	maniable
5	1,6	50%	maniable
6	1,6	90%	très fluide
7	1,8	10%	très fluide
8	1,8	50%	très fluide
9	1,8	90%	très fluide

Les bétons sont vibro-compactés dans les moules pour assurer une meilleure mise en place  
Incubation (20°C et 50% HR)

# IV. Résultats

## Masse volumique des bétons

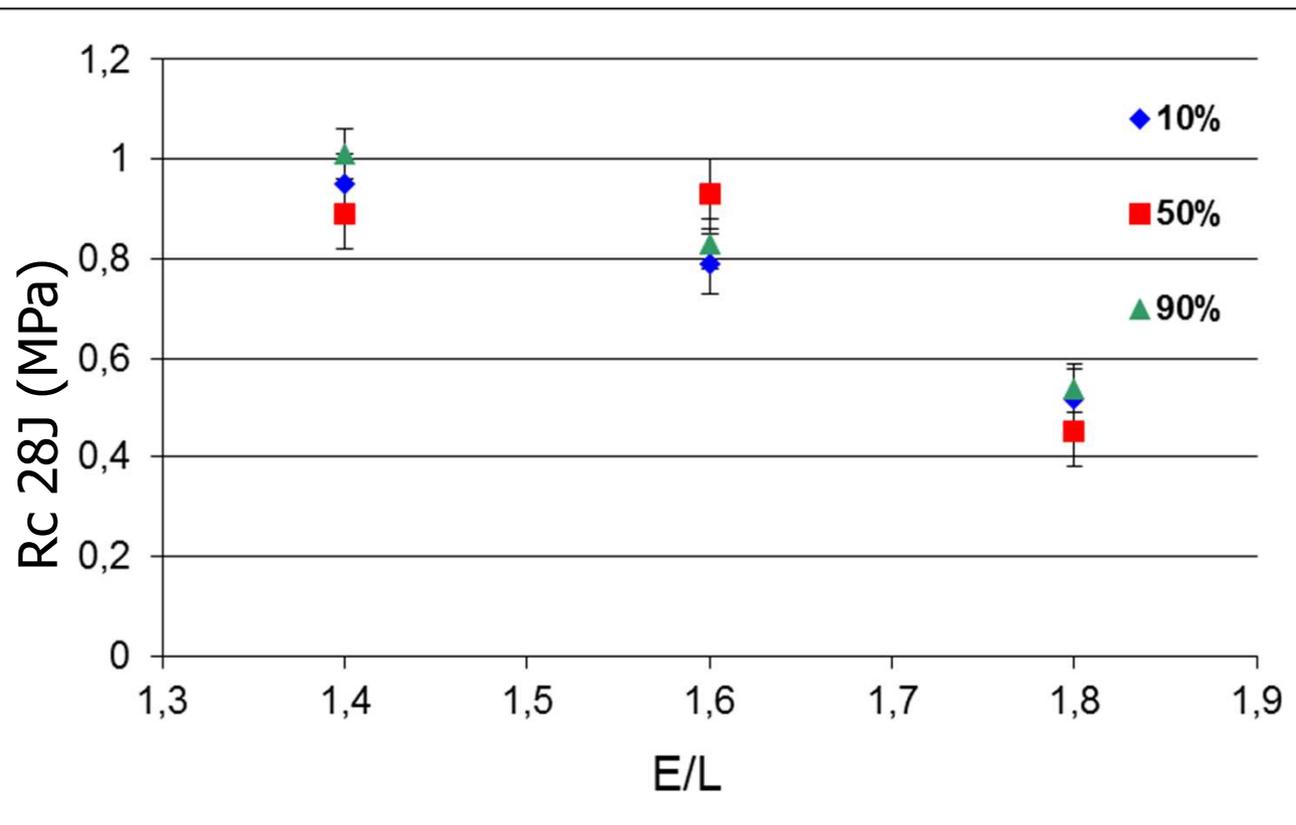
MV béton frais quasi égale pour les 9 formulations réalisées : 860 – 870 kg/m<sup>3</sup>



# IV. Résultats

## Performances mécaniques

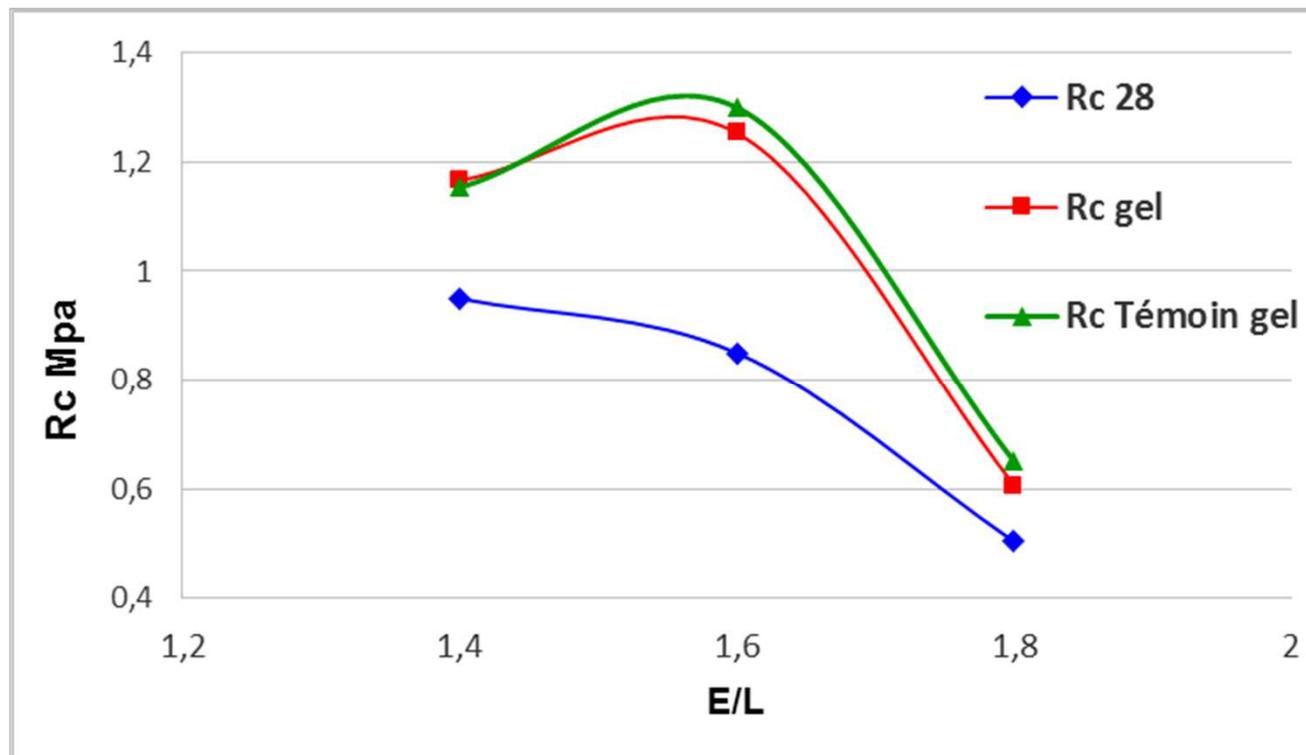
Rc à 28 jours des bétons de chanvre (Béton Référence : **20°C et 50% HR**)



- L'eau induit une diminution des performances mécaniques
- Pas d'effet de l'humidification sur les performances mécaniques des bétons

# IV. Résultats

## Essais de vieillissement (Gel/dégel)

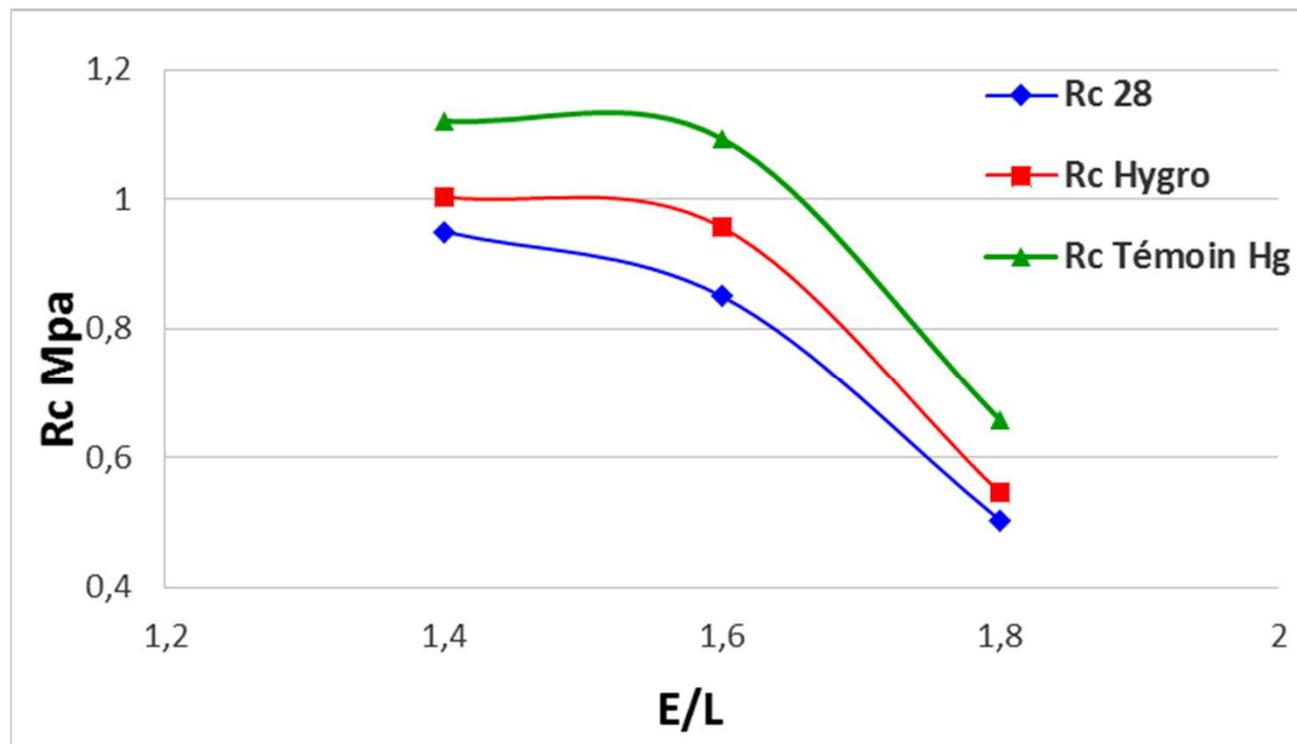


Les bétons de chanvre résistent bien aux cycles gel/dégel

Dû à l'Effet de la porosité (liant et granulats)

# IV. Résultats

## Essais de vieillissement (cycle hygrothermique)



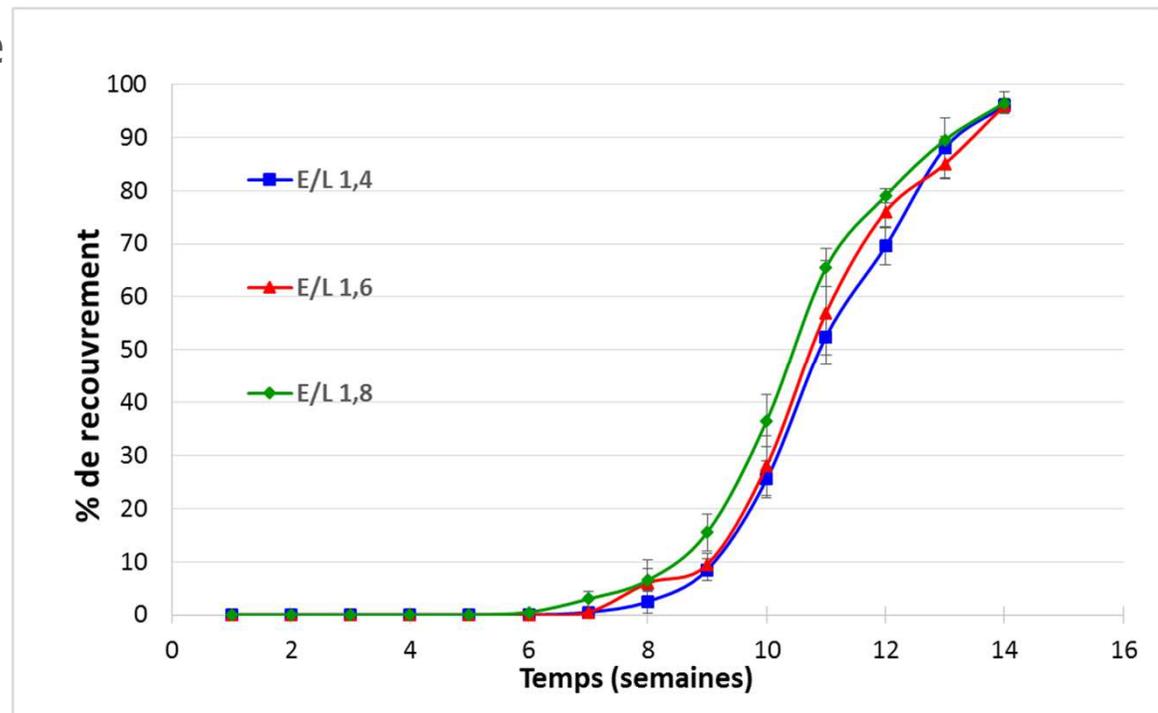
Les cycles hygrothermiques semblent être plus agressifs que les cycles gel/dégel

Microfissurations à l'interface granulats-liant ?

# IV. Résultats

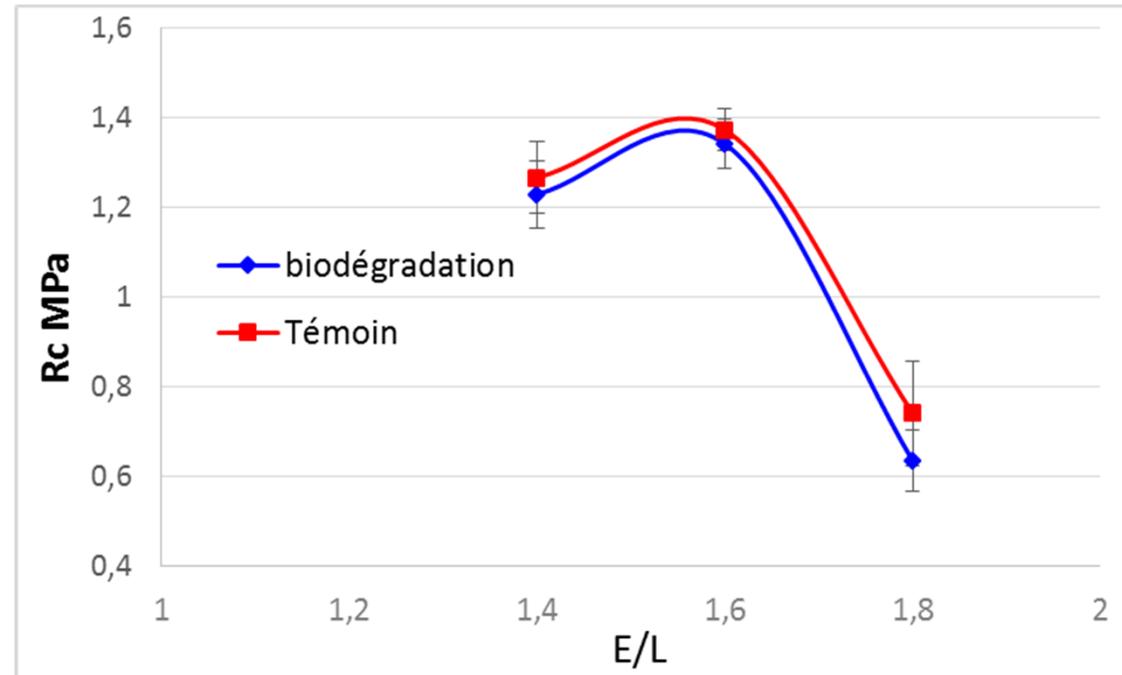
## Suivi de la prolifération fongique (conservation 5 mois suivie par l'incubation)

Suivi de la croissance fongique à la surface des bétons de chanvre incubés à 100%HR et 25°C



# IV. Résultats

Effet de la prolifération fongique sur les performances mécaniques des bétons de chanvre (conservation 5 mois suivie par 7 mois d'incubation)



Evolution continue des Rc des bétons de chanvre  
Léger effet de la biodégradation sur les RC

# IV. Résultats

Effet de la prolifération fongique sur les performances mécaniques des bétons de chanvre



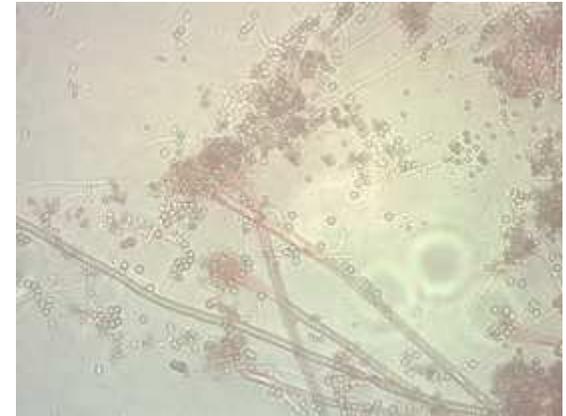
**Prolifération superficielle  
des champignons**

# IV. Résultats

## Identification fongique



*Paecilomyces*



*Aspergillus*



*Stachybotrys*



*Levures*

# IV. Résultats

## Conclusion

- *Les performances mécaniques présentent un  $R_c$  max à E/L de 1,6 ;*
- *Le mode d'incorporation de l'eau semble avoir un effet très faible ;*
- *Les bétons de chanvre semblent être plus sensibles aux vieillissements hygrothermiques qu'aux vieillissements gel/dégel ;*
- *Le liant à base de mélange de chaux et de liant hydraulique assure un évolution continue des performances mécaniques ;*
- *Les phénomènes de biodégradation sont des phénomènes lents même si la croissance des champignons est souvent très rapide ;*
- *La croissance des champignons reste surfacique en formant une couche de 1 à 2 mm après 6 mois d'incubation.*

# IV. Résultats

## Perspectives

- *Effet des liants sur la prolifération fongique*
- *Effet de la porosité (quantité du liant)*
- *Effets des biocides / fongicides en traitement curatif ou préventif*
- *Effet de la prolifération fongique sur la QAI*

# Effet de l'eau sur la durabilité des bétons de chanvre

Merci pour votre attention

Mohamad HAJJ CHEHADE [mohamad.hajj-chehade@cerema.fr](mailto:mohamad.hajj-chehade@cerema.fr)