

Evaluation de la durabilité d'isolants contenant des granulats végétaux

Sandrine Marceau, Marielle Guéguen-Minerbe, Issam Nour, Guillaume Delannoy, Fabienne Farcas

IFSTTAR, Université Paris-Est, Marne-La-Vallée

Philippe Glé, Etienne Gourlay

CEREMA, Strasbourg

Sofiane Amziane

Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand



19 et 20 mai 2016

- ▶ Valorisation de co-produits d'origine végétale pour la fabrication de matériaux du bâtiment



Granulats de chanvre :
chènevotte



Béton de chanvre pour la
construction et la rénovation

- ▶ Avantages : légèreté, isolation thermique et acoustique, utilisation de ressources renouvelables
- ▶ Limitations : sensibilité à l'humidité, manque de recul sur les propriétés à long terme

➔ Nécessité d'étudier et de garantir les propriétés à long terme de ce type de matériaux

Echelle matériau
 Vieillessement
 accéléré



Caractérisations multiéchelles

- ▶ Propriétés chimiques et physico-chimiques
- ▶ Microstructure
- ▶ Propriétés mécaniques, thermiques et acoustiques

Echelle du bâtiment
 Vieillessement
 naturel



Compréhension et validation des
 mécanismes de vieillissement

Prédiction de la durée de vie

Comparaison avec d'autres
 matériaux utilisés
 traditionnellement pour ce
 type d'application



2

① Liant : ciment naturel prompt

② Granulats de chanvre de deux origines différentes



Chènevotte A

Défibrée et calibrée



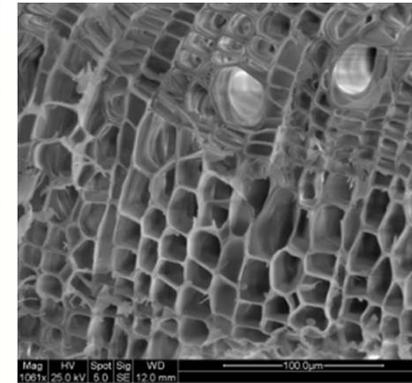
Chènevotte B

Fibrée

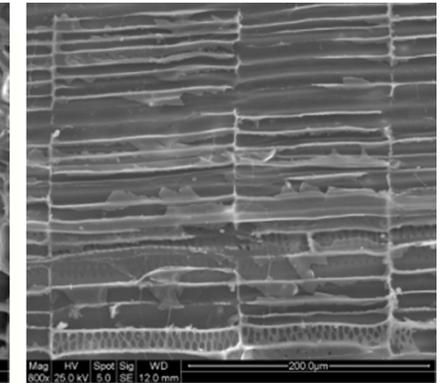
① Caractéristiques principales

	Chènevotte A	Chènevotte B
Masse volumique apparente (kg/m ³)	95,5 ± 3	69,6 ± 2
Densité du squelette (kg/m ³)	780	1080
Taux d'absorption d'eau initial	159 %	138 %

② Microstructure

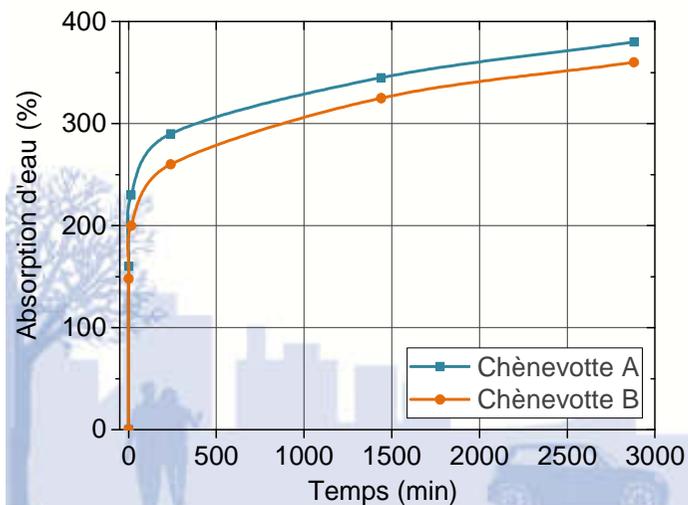


Section transversale



Section longitudinale

③ Absorption d'eau



- ▶ Masse volumique plus faible
- ▶ Densité de squelette plus élevée pour la chènevotte B (présence de fibres)

① Formulation des bétons de type "mur"

(Selon les règles professionnelles d'exécution d'ouvrages en béton de chanvre)

- ▶ Rapport massique liant/granulat = 2
- ▶ Rapport eau/liant = 1,3

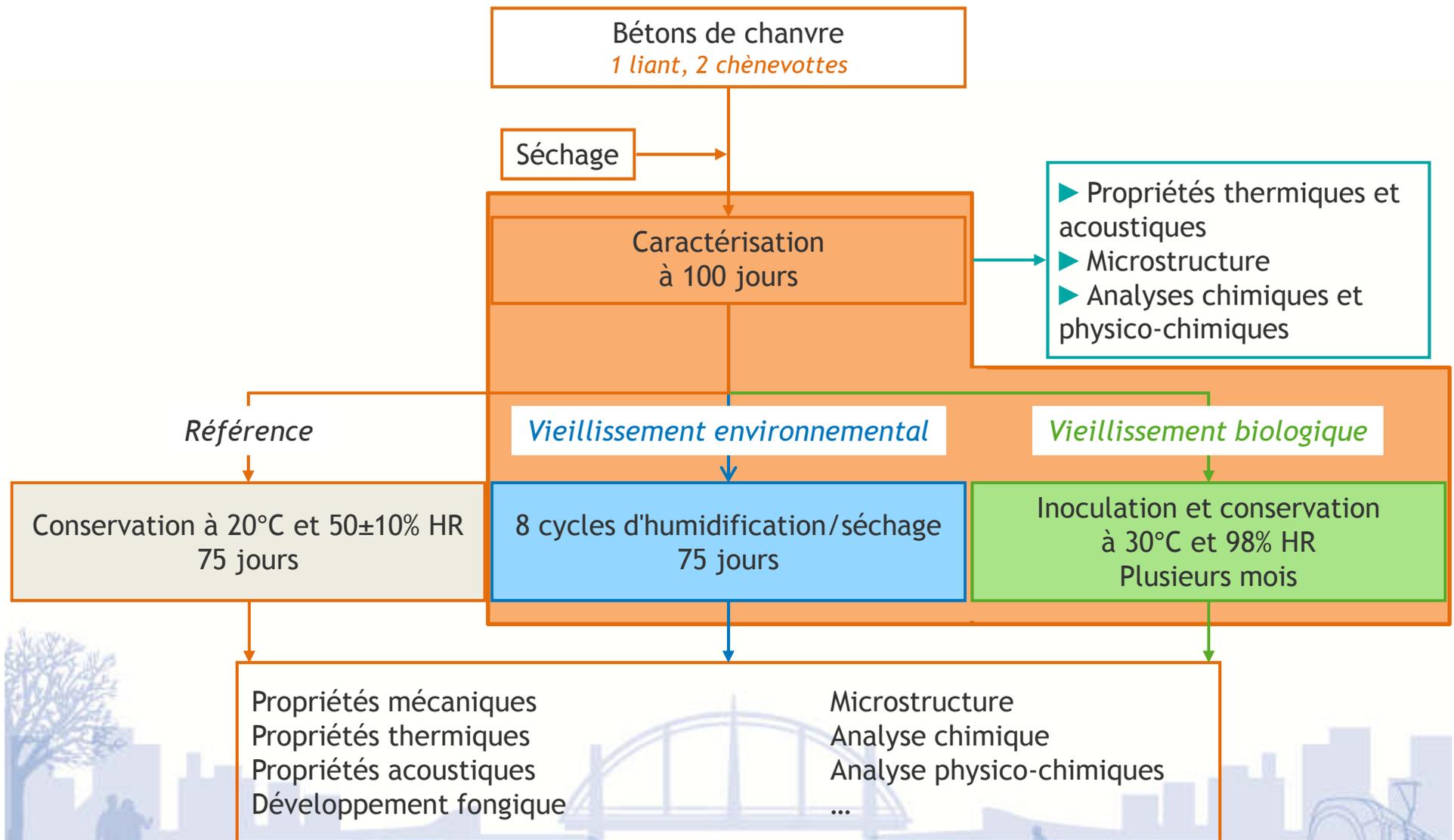
➔ Masse volumique des bétons frais : $575 \pm 20 \text{ kg/m}^3$



② Séchage : 100 jours

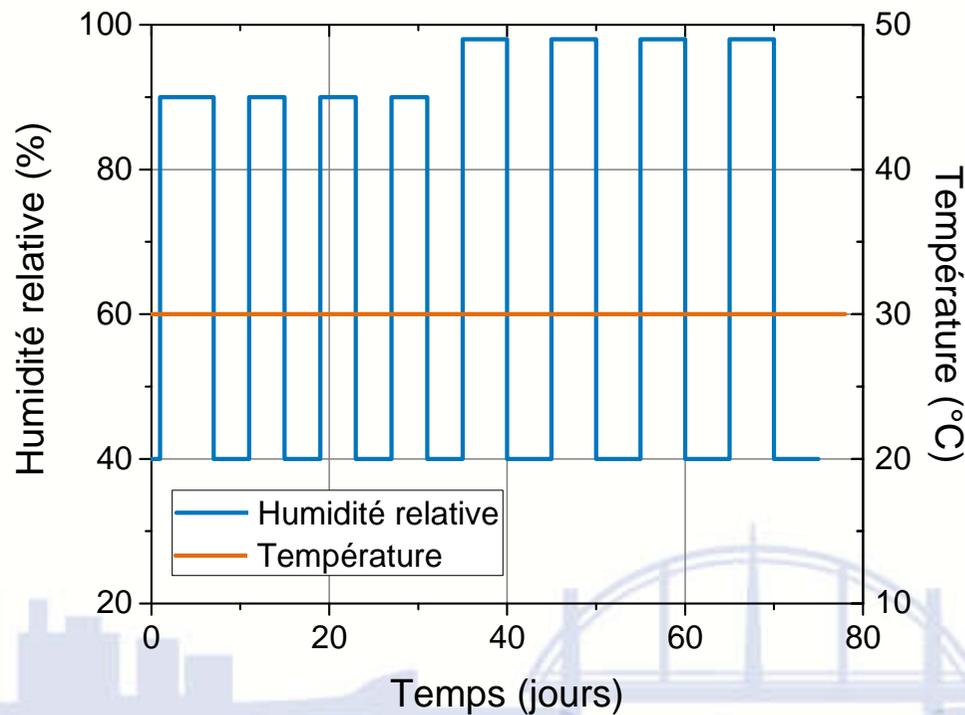
- ▶ dans les moules pendant 90 jours à 20°C et $50 \pm 10\% \text{ HR}$
- ▶ séchage à 40°C pendant 10 jours après démoulage





► Paramètres des cycles:

- Durée d'un cycle : 4 jours
- Température constante : 30°C
- Humidité relative variant de 40 à 90 et 98%



► Masse volumique des bétons de chanvre

Formulation	Masse volumique (kg/m ³)		Densité de squelette (kg/m ³)			Porosité ouverte	
	100 jours		Chènevotte	100 jours		100 jours	
CNP – Ch. A	327		780	1 535		79 %	
CNP – Ch. B	325		1080	1 210		73 %	

Après 100 jours de durcissement/séchage :

- ➔ Même masse volumique pour les deux formulations
- ➔ Porosité plus élevée pour les bétons contenant la chènevotte A

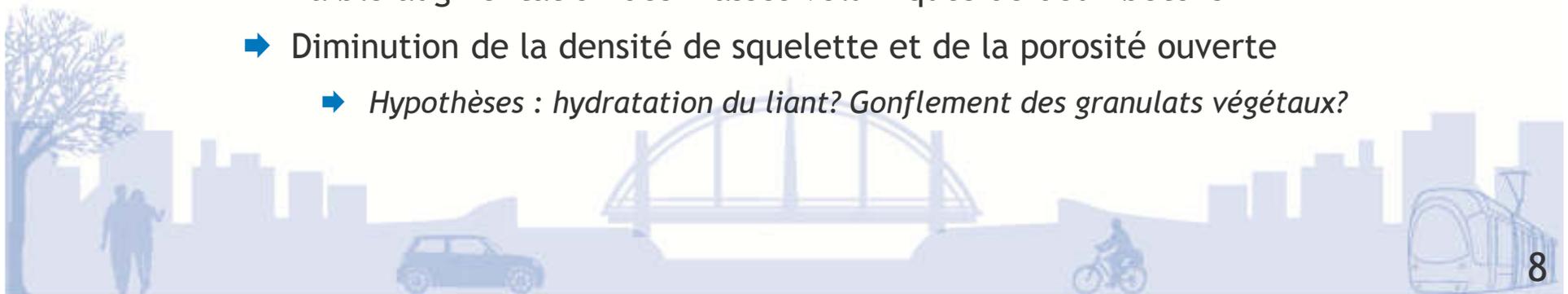


► Masse volumique des bétons de chanvre

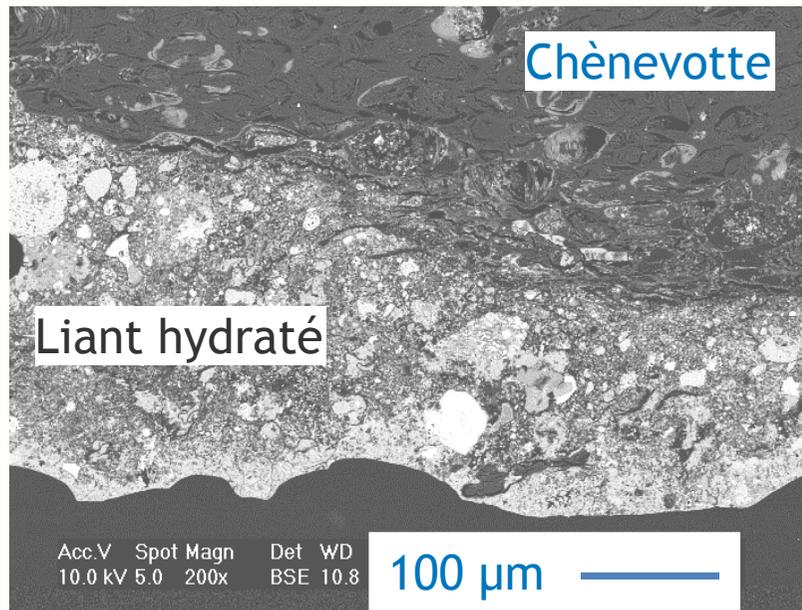
Formulation	Masse volumique (kg/m ³)		Densité de squelette (kg/m ³)			Porosité ouverte	
	100 jours	Après cycles	Chènevotte	100 jours	Après cycles	100 jours	Après cycles
CNP – Ch. A	327	342	780	1 535	1 402	79 %	75,5 %
CNP – Ch. B	325	335	1080	1 210	1 177	73 %	71,5 %

Après les cycles d'humidification/séchage :

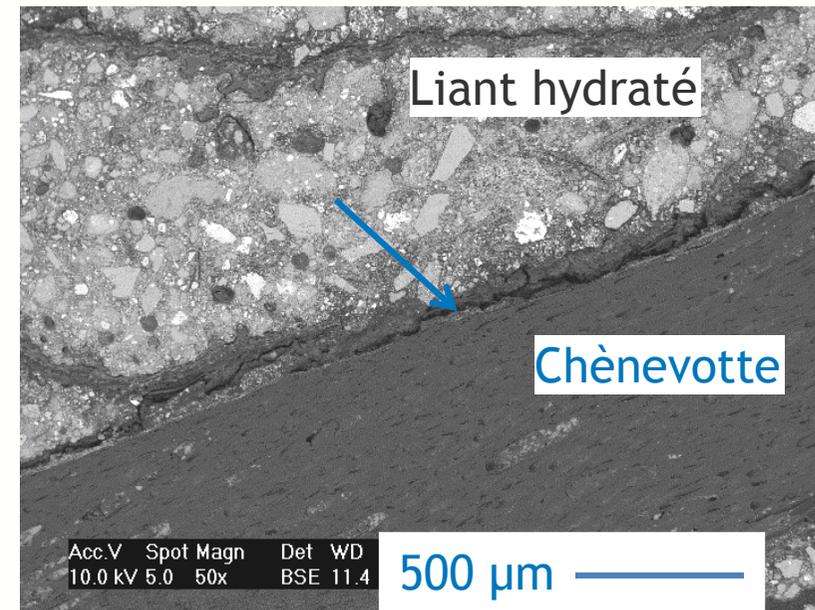
- ➔ Faible augmentation des masses volumiques de deux bétons
- ➔ Diminution de la densité de squelette et de la porosité ouverte
 - ➔ *Hypothèses : hydratation du liant? Gonflement des granulats végétaux?*



- ▶ Observations par microscopie électronique à balayage



CNP - Chènevotte A



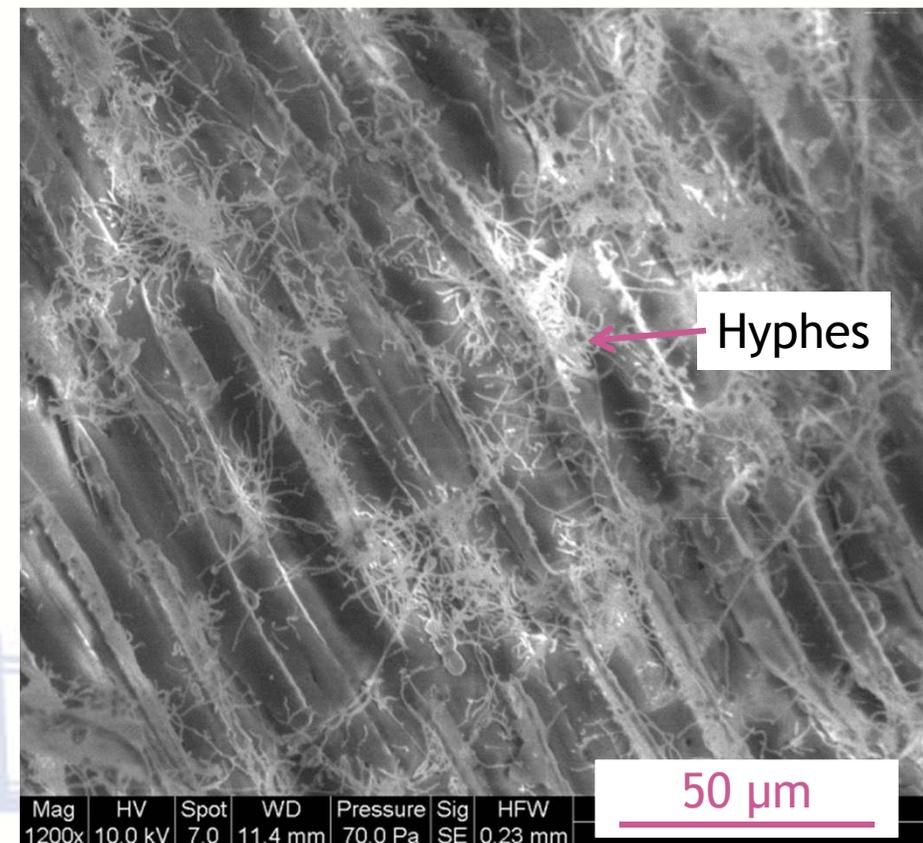
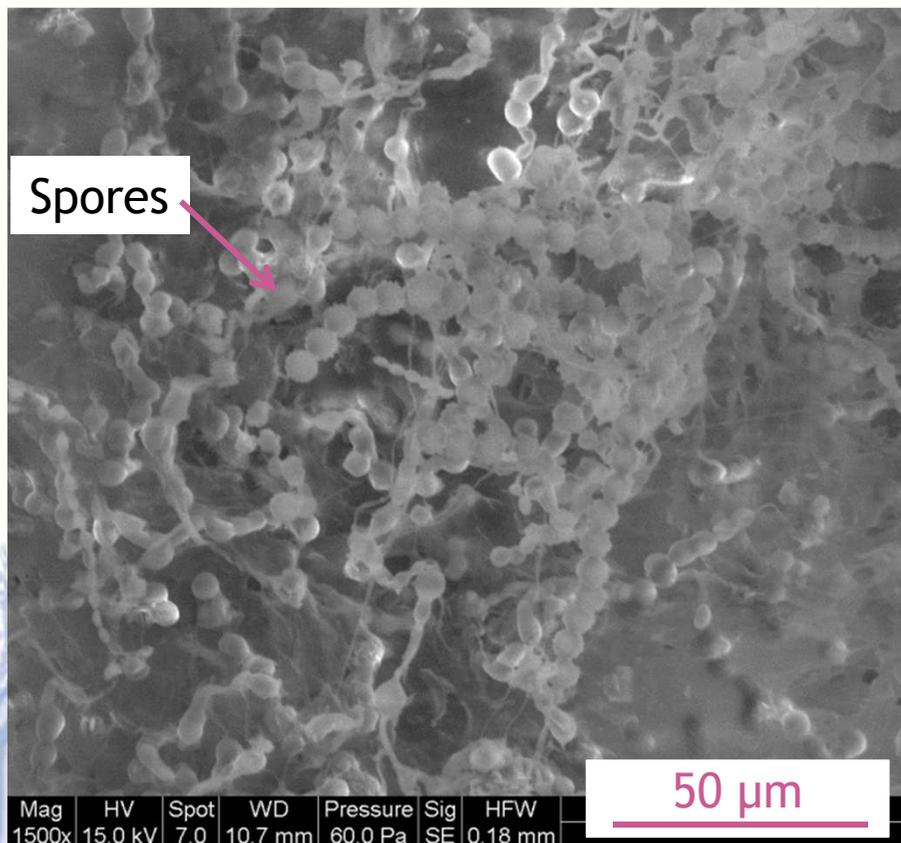
CNP - Chènevotte B

- ➔ Décohésions entre le liant hydraté et les particules végétales fréquemment observées pour les bétons contenant la chènevotte B
- ➔ Aucune influence des cycles d'humidification/séchage observée

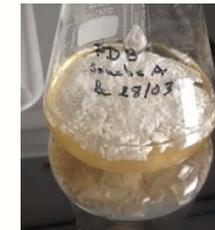
- ▶ Présence de microorganismes sur la chènevotte brute
- ▶ Deux types de moisissures sont visibles sous forme de filaments blancs et d'un duvet gris
 - surtout sur les fibres de la chènevotte B



- ▶ Présence de microorganismes sur la chènevotte brute
- ➔ Observation des microorganismes en microscopie électronique à balayage



- ▶ Inoculation des bétons de chanvre par une suspension contenant trois souches bactériennes
- ▶ 14 et 120 jours après la fabrication des bétons
- ▶ Conservation à 30°C et 98% HR pendant trois mois



Age du béton	14 jours		120 jours	
Type de chènevotte	A	B	A	B
pH de surface	10,5	10,4	8,7	9,2
Croissance fongique?	Non	Non	Oui	Oui



- ➔ Diminution du pH de surface des bétons due à la carbonatation du liant
- ➔ Rôle du pH dans la croissance fongique

- ▶ *Premiers résultats d'une étude pluridisciplinaire sur la durabilité des bétons de chanvre*

- ▶ **Les cycles d'humidification/séchage entraînent :**
 - ▶ de faibles variations de la microstructure (masse volumique, porosité)
 - ▶ *des variations des propriétés fonctionnelles?*

- ▶ **Vieillessement biologique : Mise en évidence**
 - ▶ du rôle du liant et de son pH de surface
 - ▶ d'une croissance fongique pour des humidités relatives élevées (>90%)

- ▶ Poursuite de l'étude avec des temps de vieillissements plus longs et différentes formulations pour caractériser l'évolution des propriétés des bétons de chanvre