JOURNEES TECHNIQUES ACOUSTIQUE ET VIBRATIONS

Étude de l'influence de la teneur en eau et du vieillissement sur les performances acoustiques et thermiques des matériaux biosourcés

Etienne GOURLAY & Philippe GLÉ
Cerema – Direction Territoriale Est
Laboratoire de Strasbourg

IFSTTAR

Ifsttar – Nantes 4 & 5 juin 2015

Cerema

Plan de la présentation

- Généralités sur le béton de chanvre
- Contexte et problématique de l'étude
- Matériaux et méthodes
- Résultats
- Conclusion et perspectives

Généralités sur le béton de chanvre

- **Matières premières**

Chènevotte

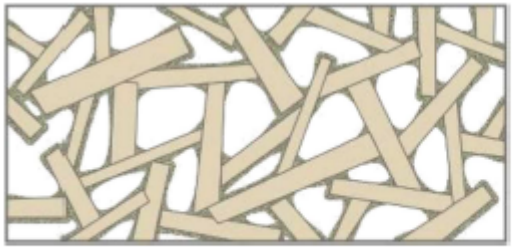
+

Liant

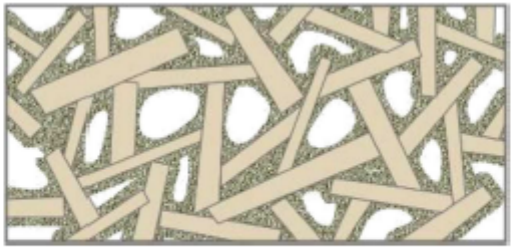
+

Eau

- **Formulations types**



Toit



Mur/Dalle

Enduit

Généralités sur le béton de chanvre

- **Modes de mise en œuvre**

Banchage

Projection

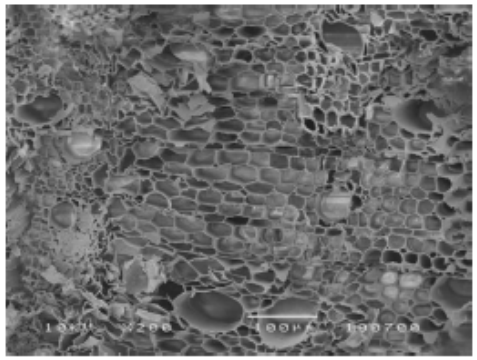
Préfabrication

- **Tailles caractéristiques de pores**

5 cm

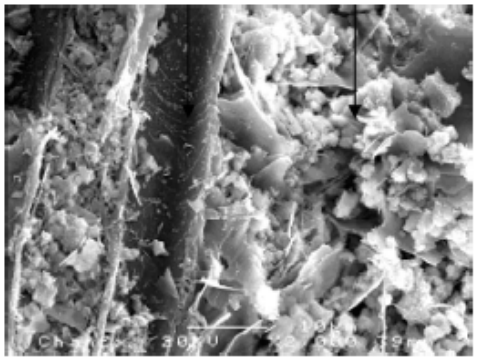
Macropores

100 µm



Mésopores

10 µm



Micropores

Généralités sur le béton de chanvre

- **Propriétés d'un mur de béton de chanvre**
  - **Matériau léger : $\rho_{sec} \approx 400$ kg/m^3**
  - **Ductilité mécanique importante : $\varepsilon > 10\%$**
  - **Isolation thermique élevée : $\lambda_{sec} \approx 0{,}08$ W/m.K**
  - **Grande sensibilité à la vapeur d'eau : $\omega \approx 8\%$ pour HR = 50%**
  - **Forte absorption acoustique : $\alpha > 0{,}8$**
- **Analyse du cycle de vie**

  ↳ **1 m^2 de mur de 30 cm d'épaisseur stocke plus de 35 kg de CO_2 sur une période de 100 ans**

Contexte de l'étude

- **ORSI MaBioNat (2012-2015)**

  « Matériaux biosourcés et naturels pour une construction durable »

  ↳ Sujet 2 : « Durabilité des matériaux à matrice minérale contenant des granulats végétaux »

- **Partenariat avec l'équipe MAST/CPDM de l'Ifsttar (Sandrine Marceau, Sandrine Moscardelli) dans le cadre du stage de Master de Lounès Abdellaoui**

Problématique de l'étude

- **Forte sensibilité du matériau à l'eau pose deux questions majeures :**
  1) **Influence de l'humidité relative sur ses propriétés acoustiques et thermiques**
  2) **Durabilité des performances**
- **Pour y répondre, deux protocoles retenus :**
  1) **Placer les échantillons dans des atmosphères à HR contrôlée jusqu'à stabilisation de leur masse**
  2) **Imposer aux échantillons des cycles d'humidification/séchage**

Fabrication et conservation des échantillons

- **Formulations « Mur » mises en œuvre selon 2 contraintes de compactage à partir de :**
  - 2 chènevottes (Kanabat et Terrachanvre)
  - 1 liant (CNP Vicat)
    - ↳ Total de 4 formulations différentes
- **Éprouvettes cylindriques de 10 cm de diamètre et 4 cm d'épaisseur**
- **Conditionnement des échantillons :**
  - stockage 7 jours avec moules – extrémités recouvertes
  - stockage 83 jours avec moules – extrémités libres
  - séchage 10 jours en étuve à 40°C et 0% HR

Mesure au tube de Kundt en incidence normale

AcoustiTube AFD1000 et AFD1200

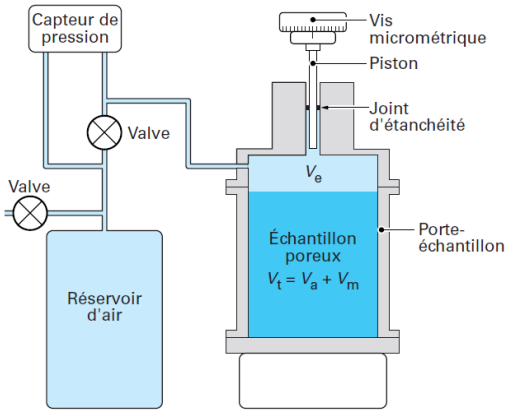
Caractérisation à des fréquences allant de 100 à 10 000 Hz

Mesure de la porosité ouverte

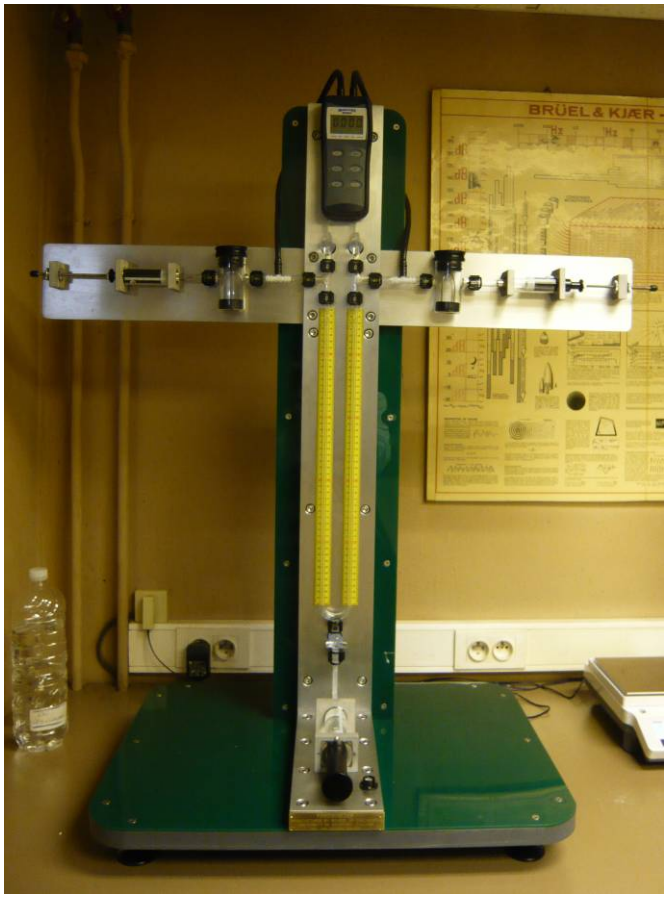
Porosimètre à air

$$V_{squelette} = V_0 - \Delta V \frac{\Delta P + P_0}{\Delta P}$$

$$\Phi_{ouverte} = \frac{V_{total} - V_{squelette}}{V_{total}}$$

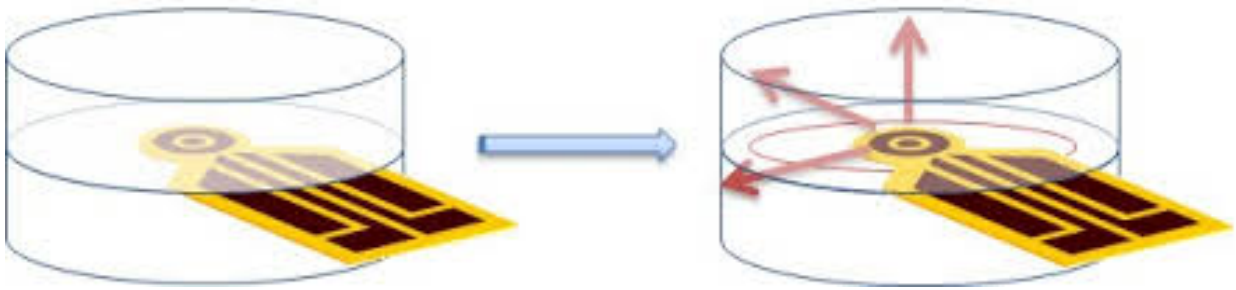


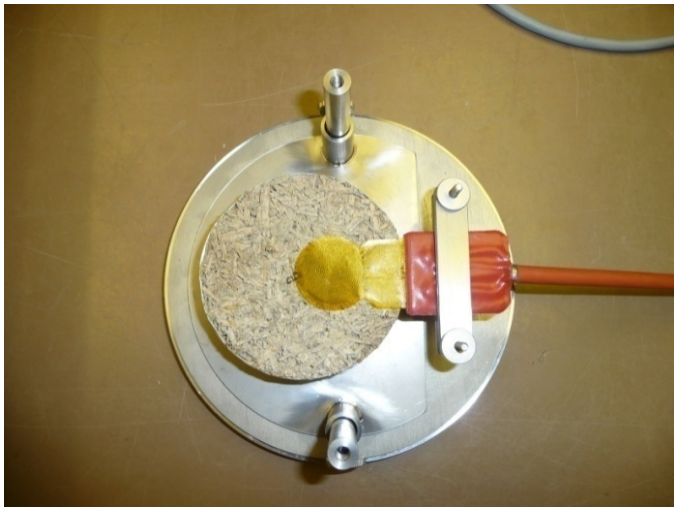
V_t volume total de l'échantillon
V_a volume des pores interconnectés ou volume d'air dans l'échantillon
V_m volume occupé par la structure solide de l'échantillon
V_e volume extérieur à l'échantillon occupé par l'air dans la cavité fermée

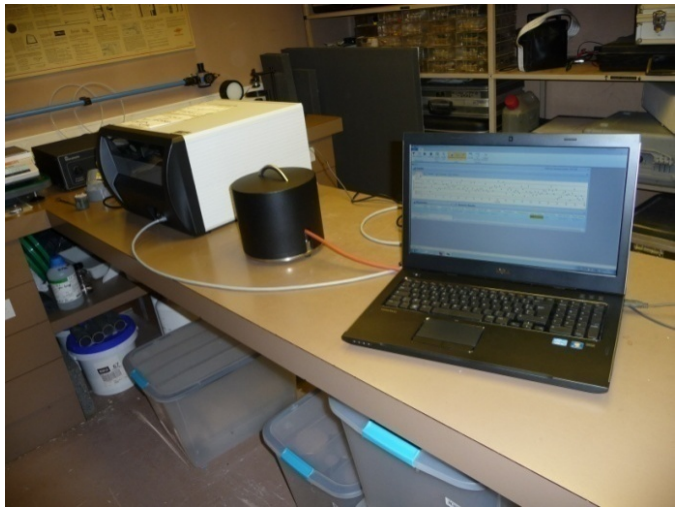


Mesure de la conductivité thermique et de la diffusivité thermique

Méthode de la source plane transitoire (disque chaud)



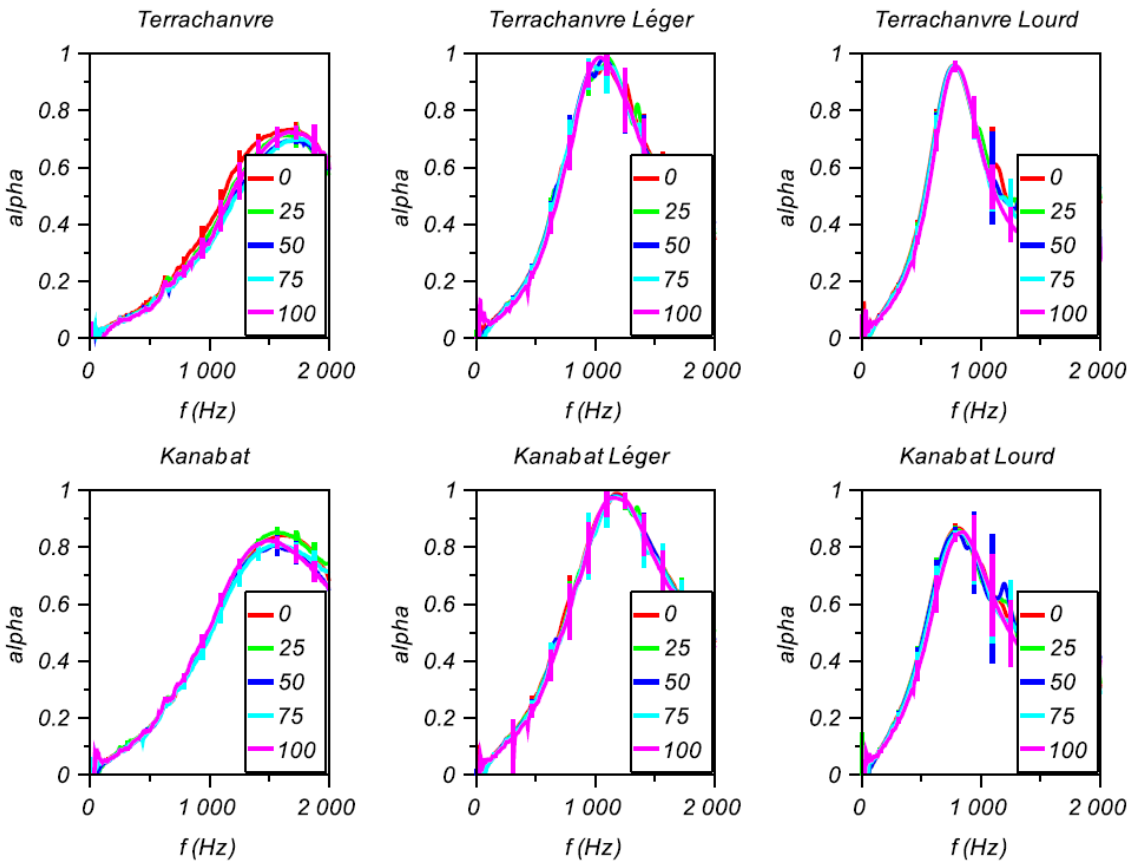




Influence de la teneur en eau sur les performances

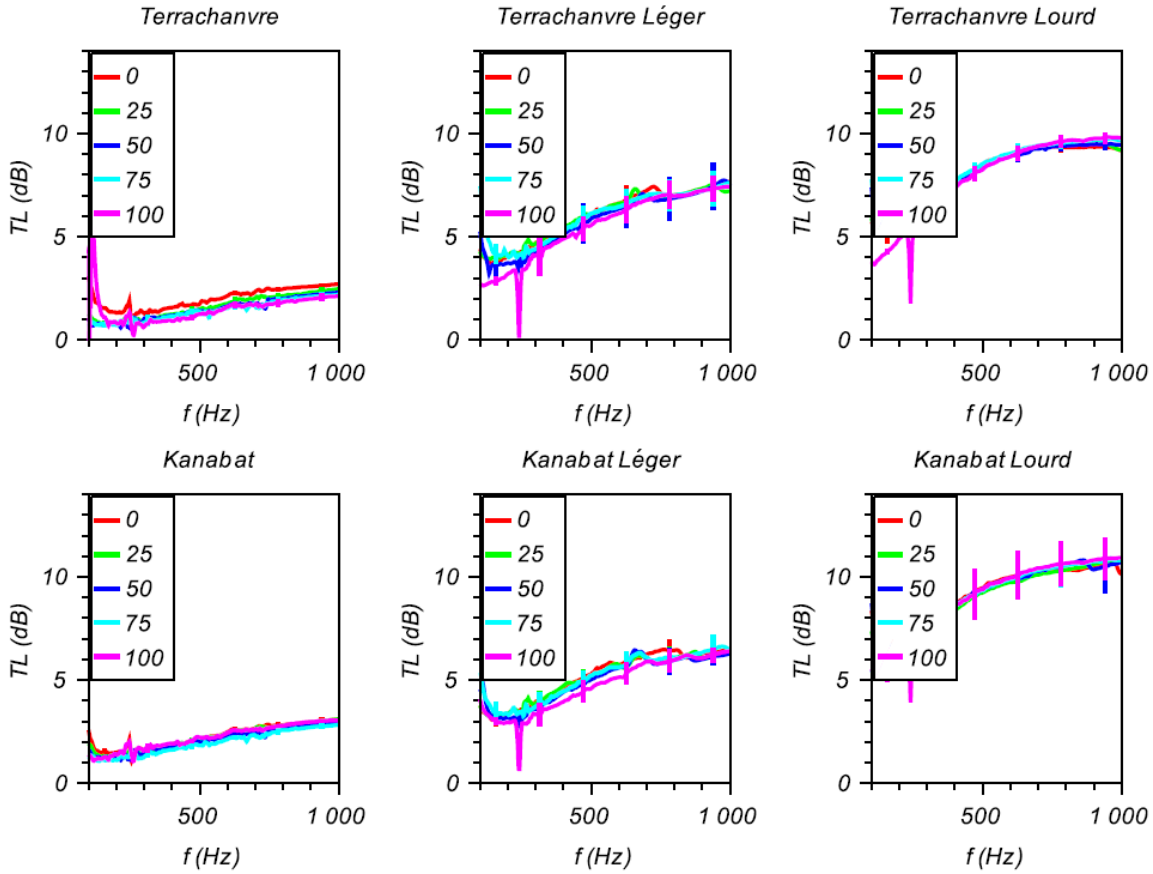
Hygrométrie stabilisée à l'aide de solutions salines saturées (23%, 43%, 75% et 97% HR)

Évolution de l'absorption acoustique avec la teneur en eau



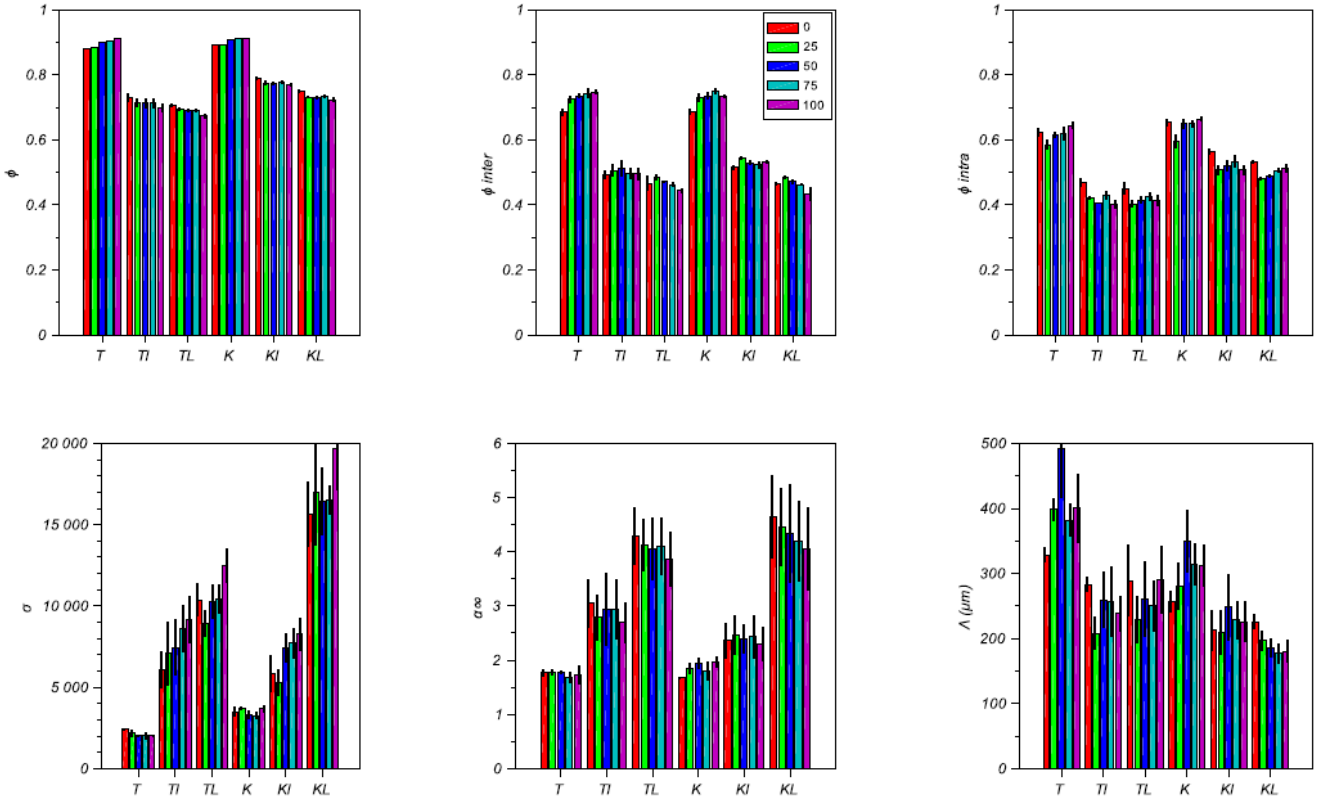
↳ Très légère baisse de l'absorption en fonction de l'humidité relative pour les chènevottes

Évolution de l'indice d'affaiblissement acoustique avec la teneur en eau



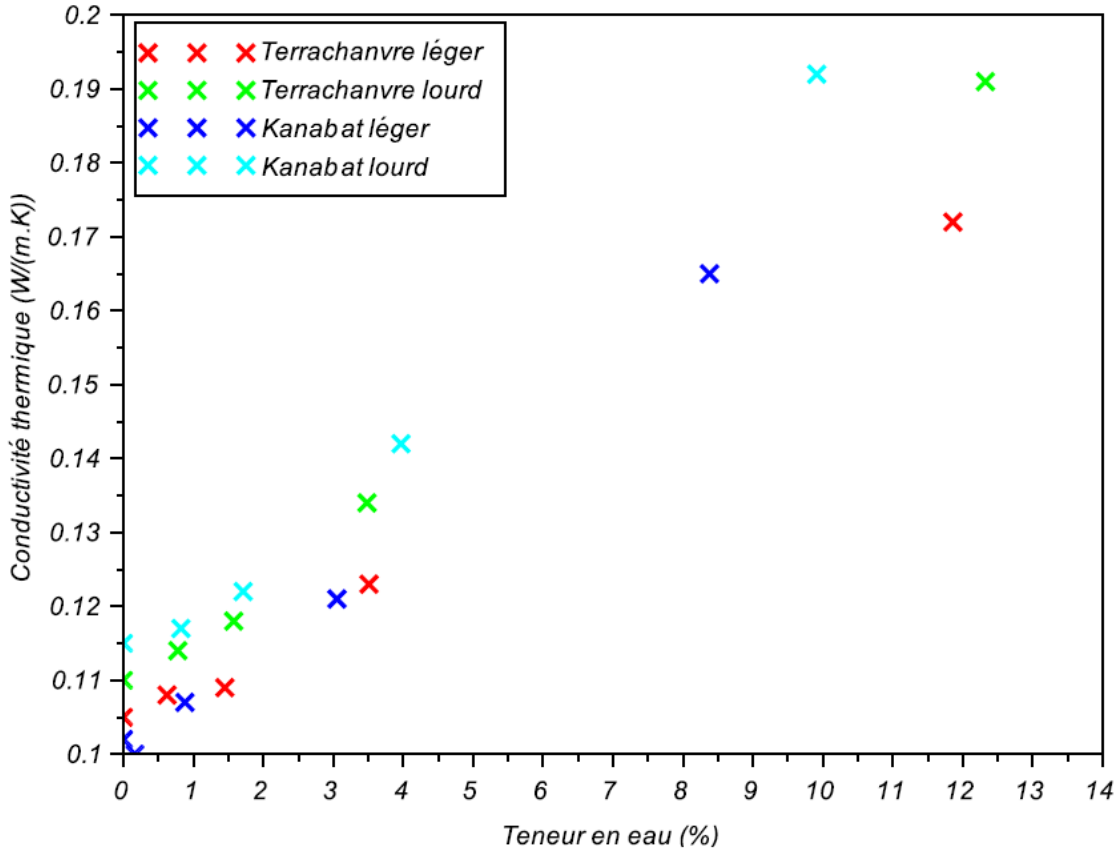
↳ Très légère baisse de l'affaiblissement en fonction de l'humidité relative pour les chènevottes

Évolution des paramètres acoustiques avec la teneur en eau



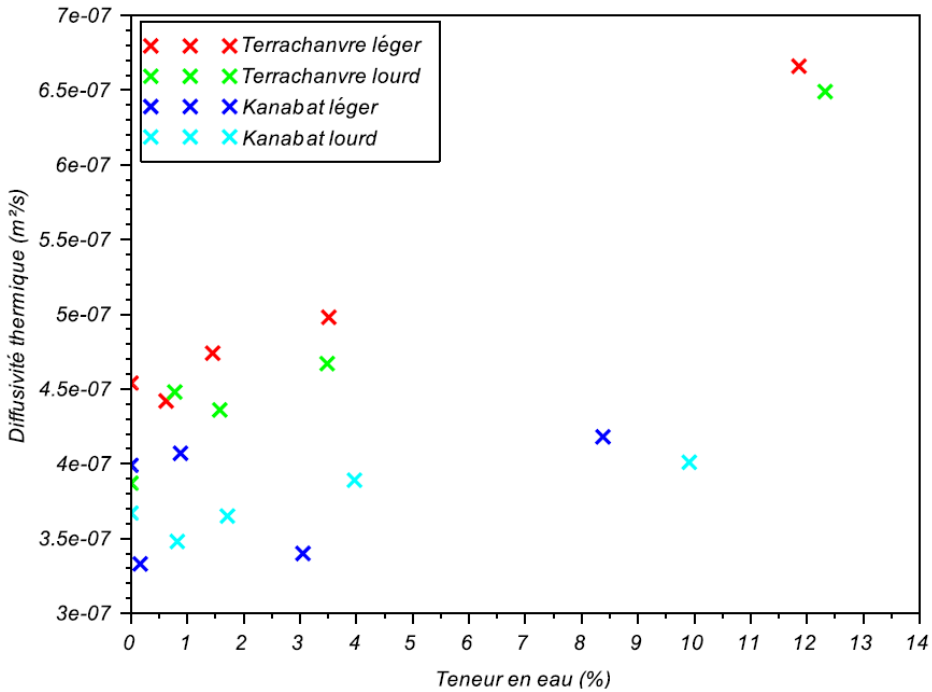
↳ Baisse de la porosité accompagnée d'une augmentation de la résistivité et d'une diminution de la longueur caractéristique visqueuse

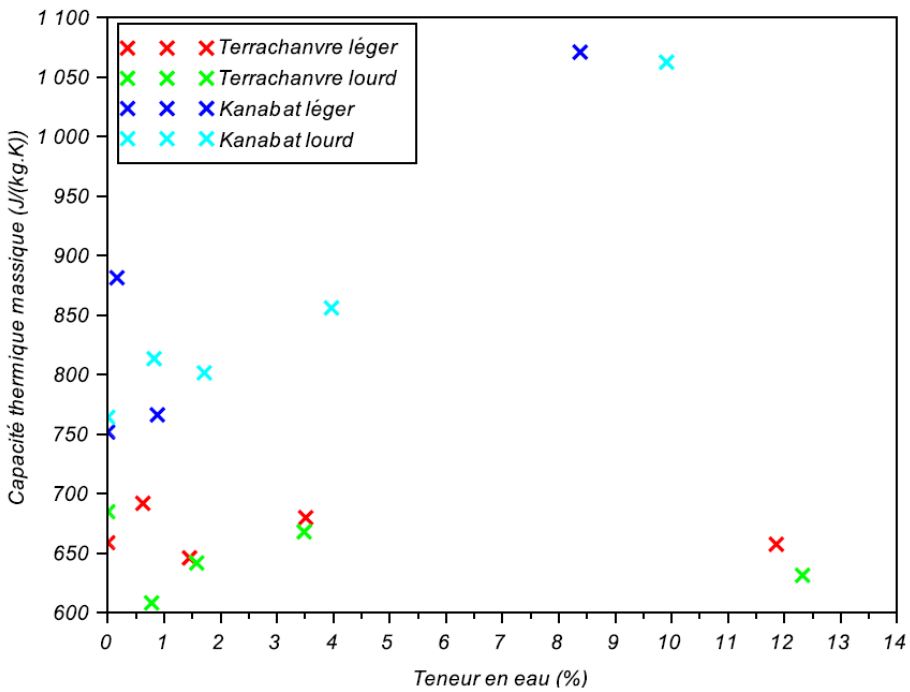
Évolution de la conductivité thermique en fonction de la teneur en eau



↳ Augmentation quasi-linéaire de la conductivité thermique avec la teneur en eau

Évolutions de la diffusivité thermique et de la capacité thermique massique en fonction de la teneur en eau

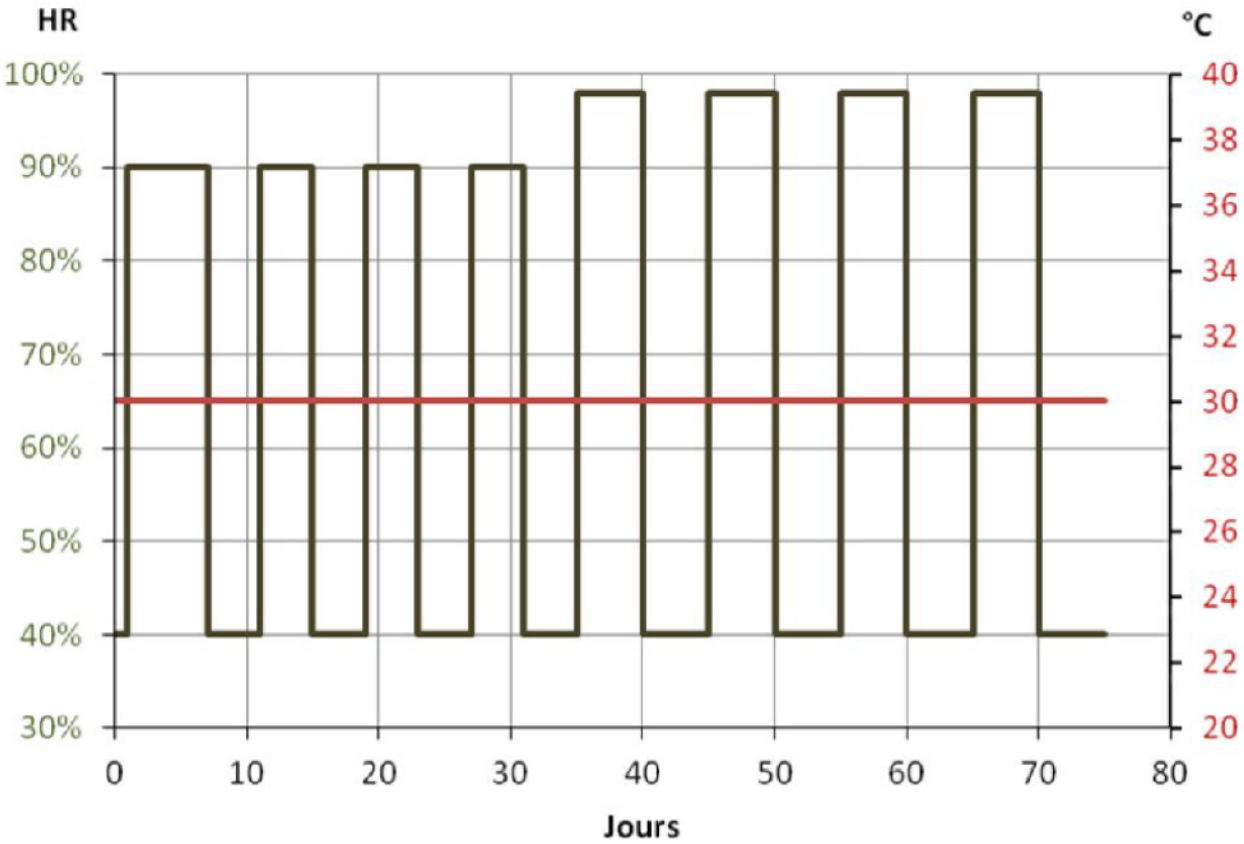




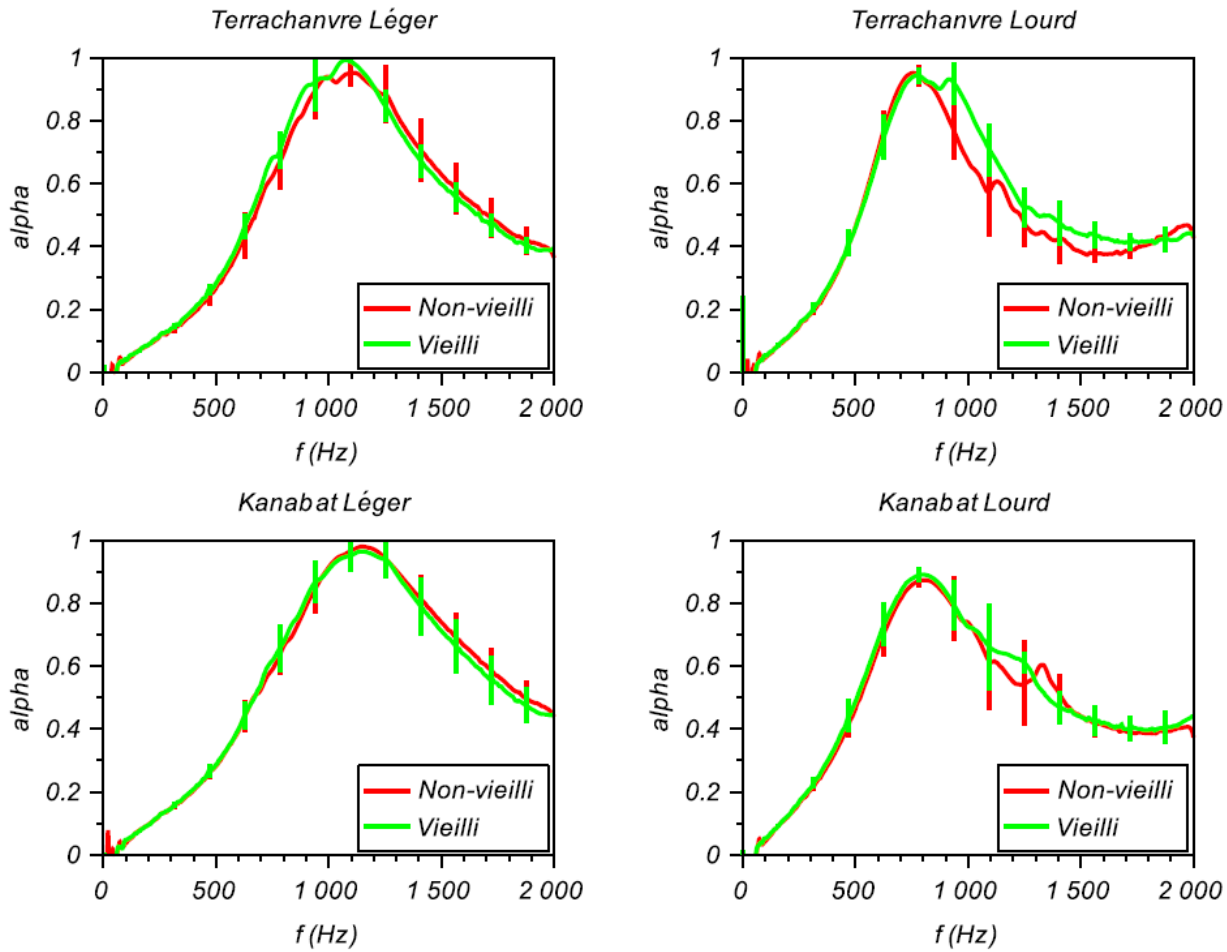
↳ Évolutions de la diffusivité thermique et de la capacité thermique massique diffèrent selon les formulations

Impact du vieillissement sur les performances

Cycles d'humidification/séchage par paliers de 4 puis 5 jours : T = 30°C et HR = 40% ou 90%/95%

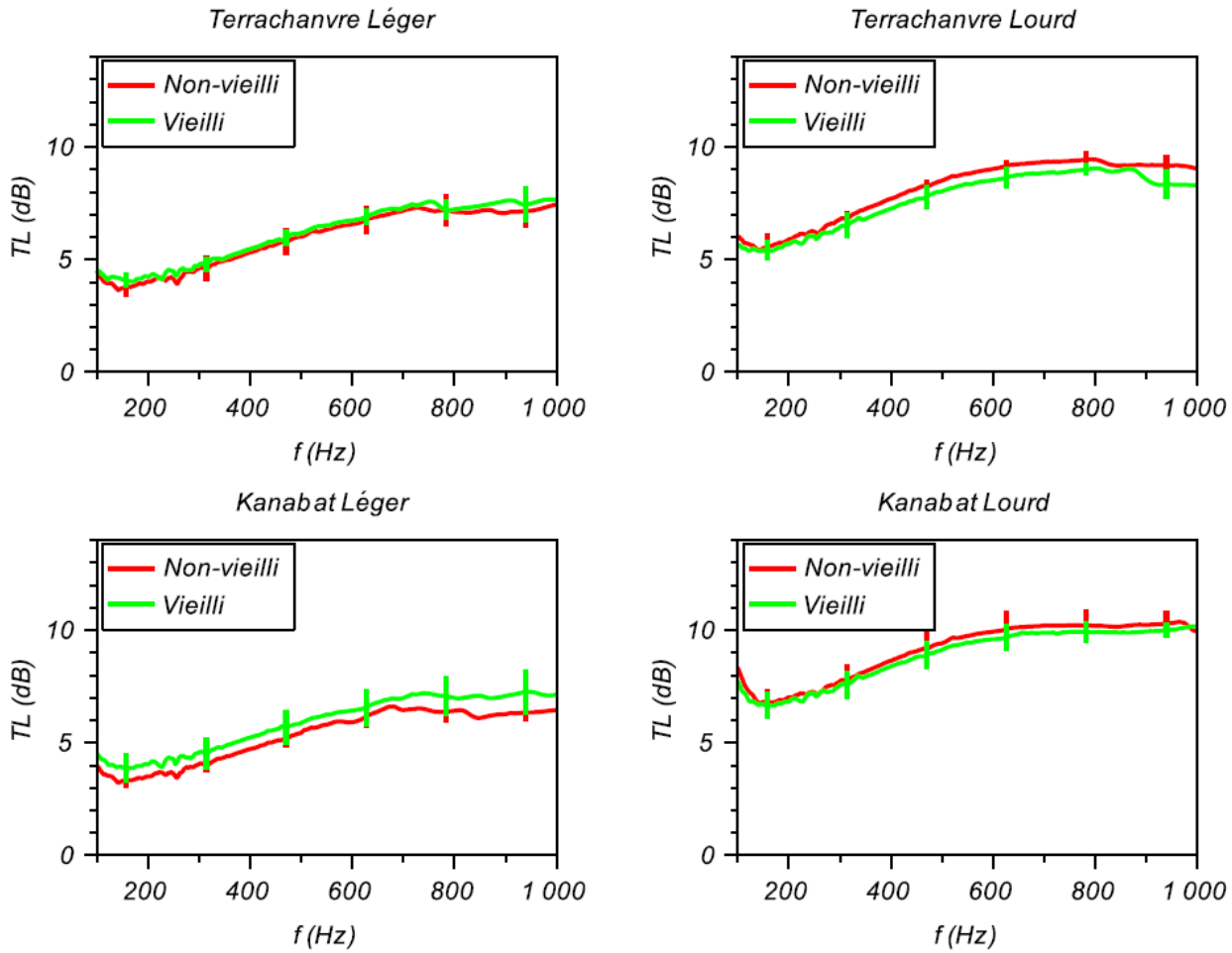


Évolution de l'absorption acoustique après vieillissement



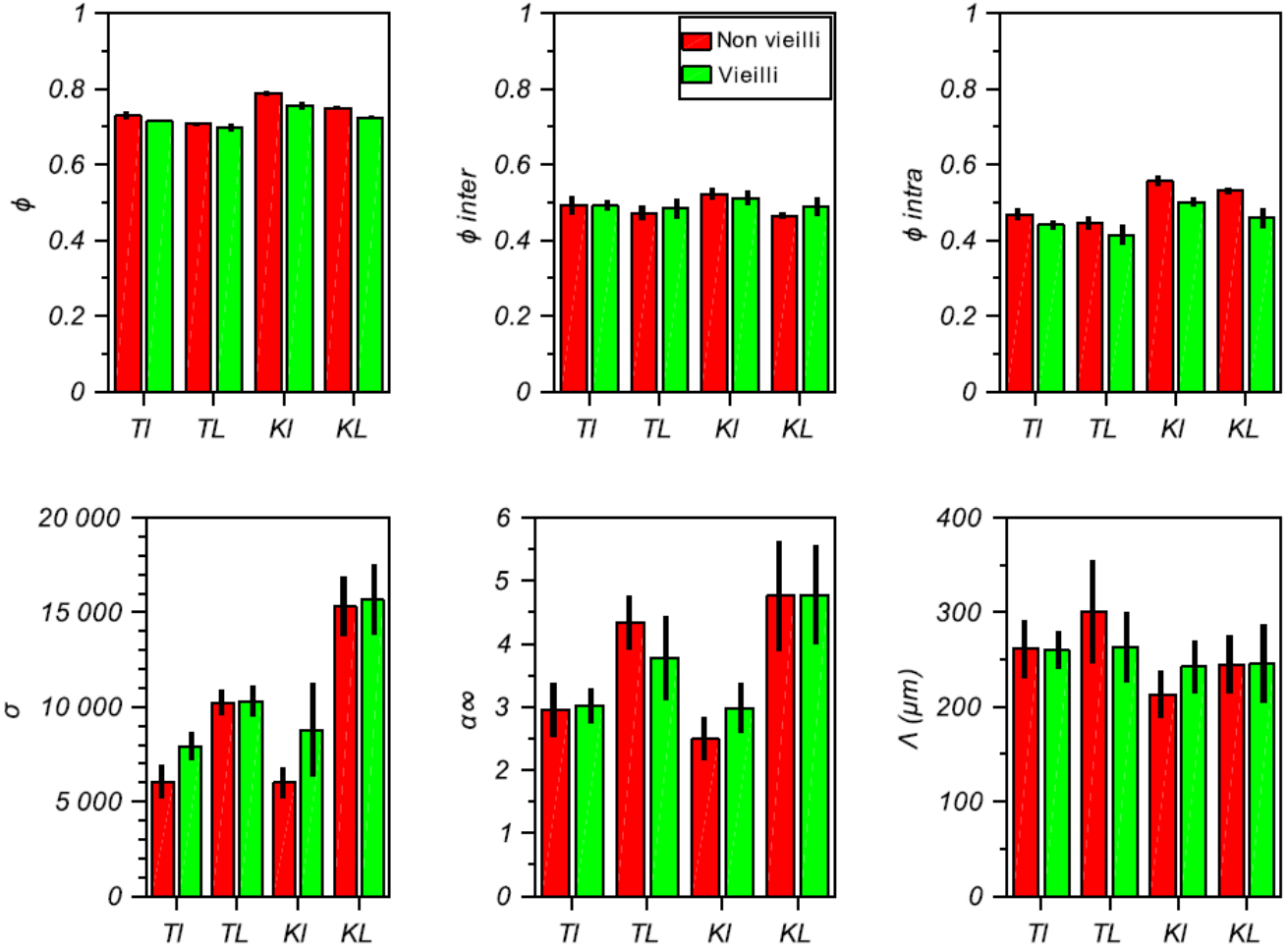
Aucun effet significatif mis en évidence

Évolution de l'indice d'affaiblissement acoustique après vieillissement



↳ Aucun effet significatif mis en évidence

Évolution des paramètres acoustiques après vieillissement



Aucun effet significatif mis en évidence

Conclusion et perspectives

- **Faible incidence de l'humidité de l'ambiance sur les propriétés acoustiques**
  - ↳ **Mesurer l'influence de l'eau liquide**
- **Évolution quasi-linéaire de la conductivité thermique avec la teneur en eau**
- **Variations de la diffusivité thermique et de la capacité thermique massique non satisfaisantes**
  - ↳ **Effectuer des mesures par calorimétrie différentielle à balayage**
- **Aucun impact des cycles d'humidification/séchage sur les performances acoustiques et thermiques**
  - ↳ **Imposer des cycles de vieillissement plus longs et plus contraignants**

Merci de votre attention

Etienne GOURLAY & Philippe GLÉ
Cerema – Direction Territoriale Est
Laboratoire de Strasbourg
11, rue Jean Mentelin
BP9 – 67035 Strasbourg Cedex 2
Tél : 03 88 77 79 16 – etienne.gourlay@cerema.fr
Tél : 03 88 77 46 28 – philippe.gle@cerema.fr