



Aérogels de silice et biodéchets : Une isolation thermique de demain pour les bâtiments

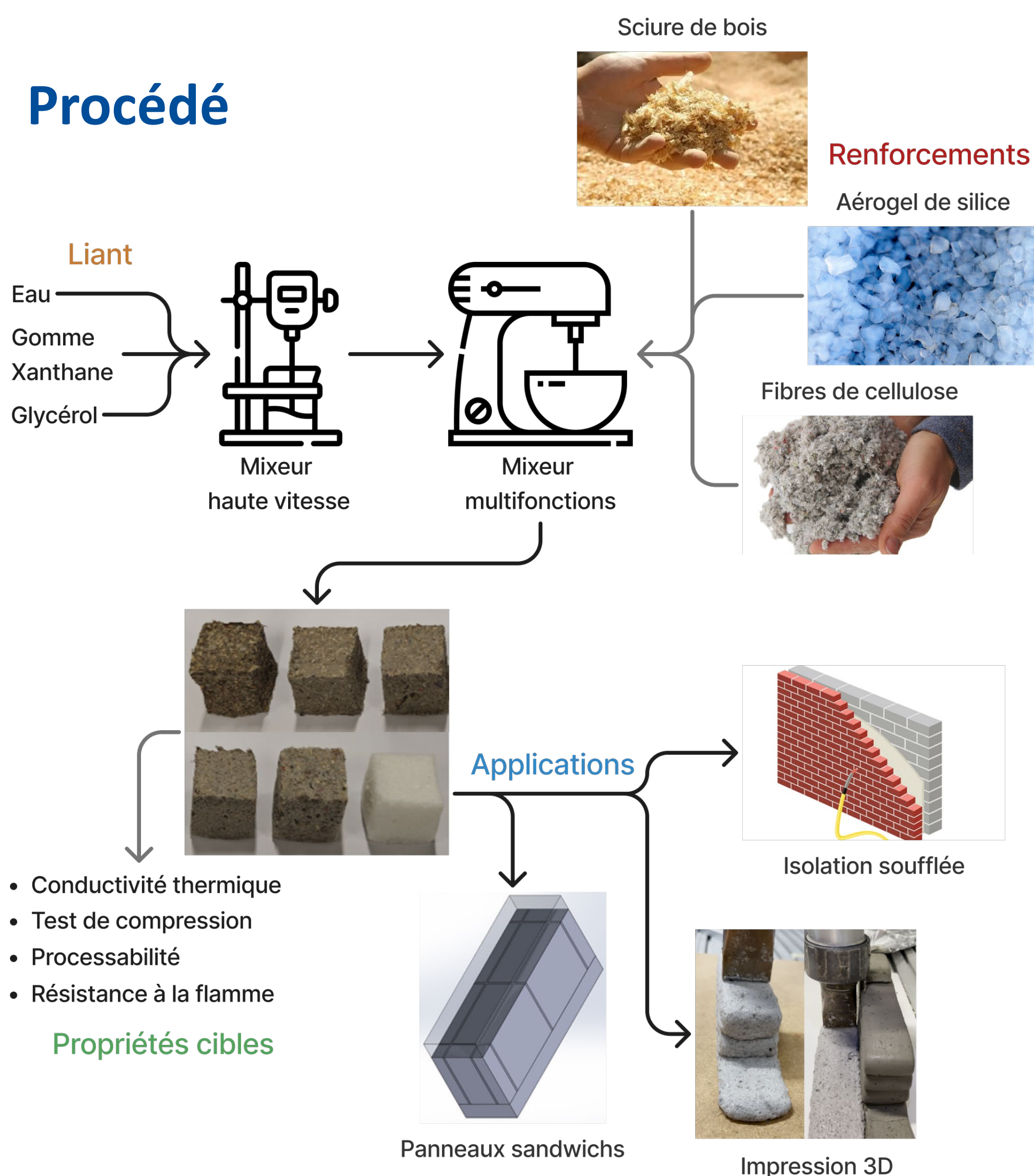
Samuel Pantaléo*, Fenne Adriaanse, Florent Gauvin, H.J.H. Brouwers.

Introduction

L'aérogel de silice, grâce à sa conductivité thermique exceptionnellement basse, voit son nombre d'applications limité principalement à cause de certains de ses caractéristiques, notamment sa résistance. En parallèle, les matériaux biosourcés gagnent en popularité en raison de leur grande disponibilité et de leurs propriétés comparables, voire supérieures, à celles d'options non renouvelables. De plus, leur faible empreinte carbone est cruciale pour réduire les émissions liées au secteur du bâtiment (37% du total). Ainsi, combiner l'aérogel de silice avec des matériaux biosourcés représente une voie prometteuse pour répondre à la fois à des enjeux environnementaux et de performance.

Dans cette étude, des composites à base d'aérogel de silice et de matériaux biosourcés issus de déchets (comme des fibres de cellulose en vrac ou de la sciure de bois) sont étudiés, avec pour principale application l'isolation thermique. L'impact de chaque composant est étudié sur les propriétés liées à cette application: conductivité thermique, résistance mécanique, comportement face à l'humidité et développement de moisissures. Grâce à une méthodologie empirique, des compositions optimisées sont développées pour obtenir les meilleures propriétés. Une conductivité thermique de 20 $\text{mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ est atteinte, avec une résistance à la compression conforme aux normes pour les matériaux d'isolation thermique. Enfin, le potentiel d'application pour ce composite est évalué.

Procédé



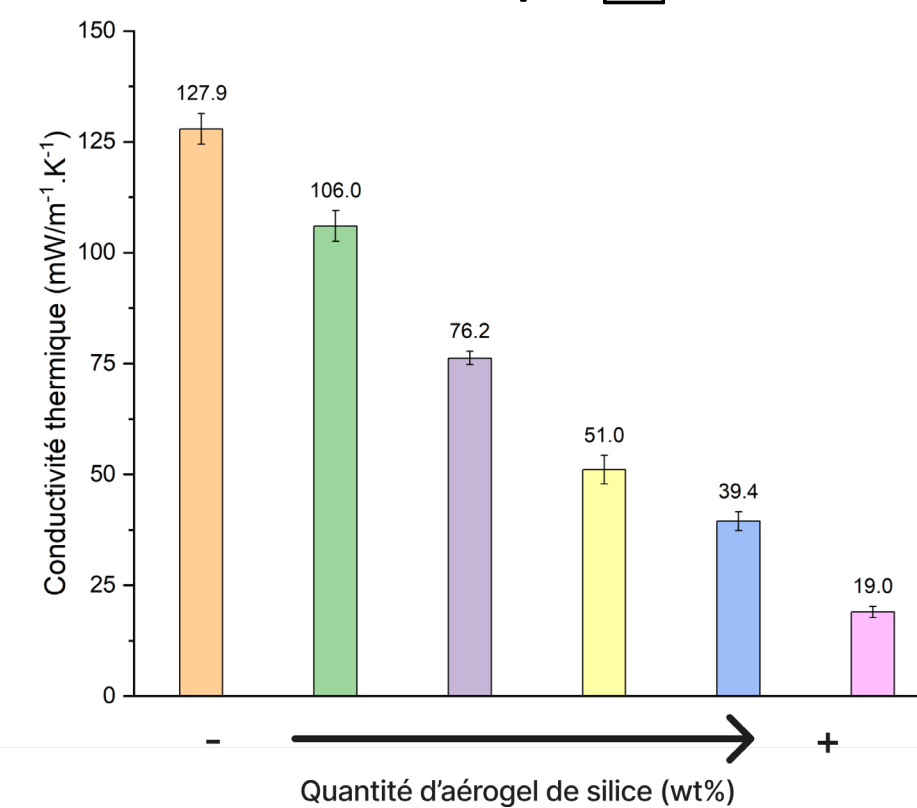
- Liants: 72 wt%,
- Renforcements : 18 wt%,
- Quantité d'aérogel maximisée pour obtenir une isolation thermique la plus efficace possible,
- Facteur limitant : 20 kPa à $\sigma = 10\%$ (compression) – Seuil critique pour les matériaux isolants lors de stockage / transport).

Exemples de composition (en %wt)

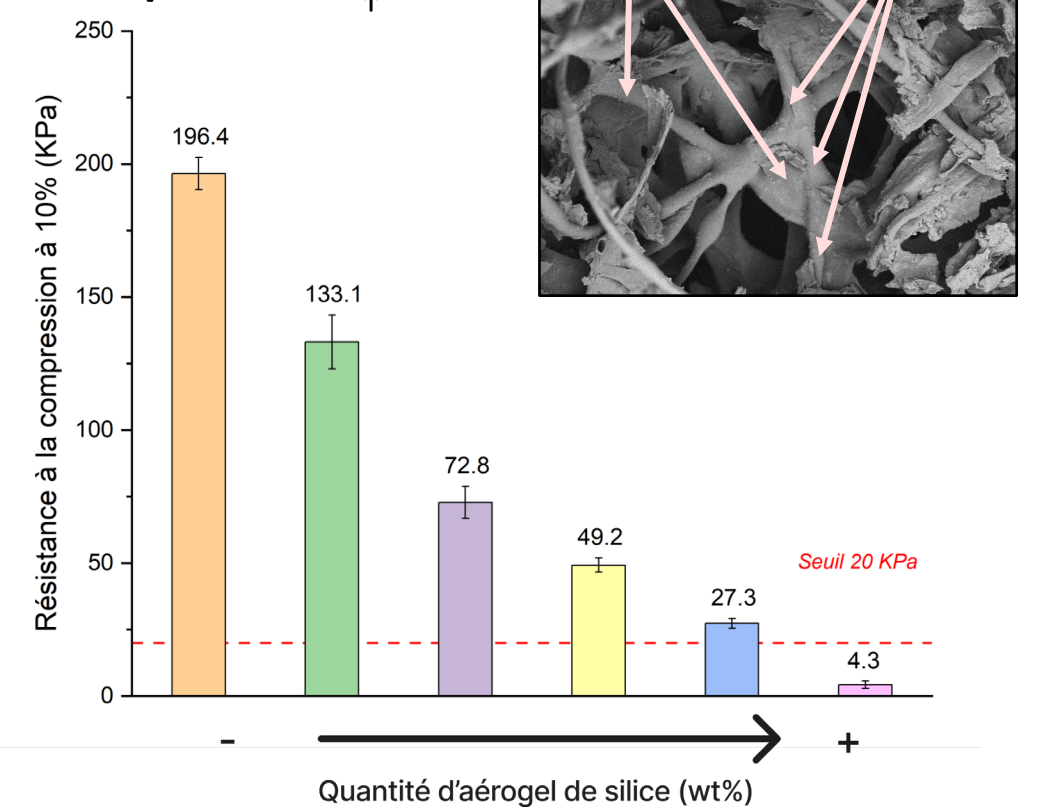
Échantillons	Eau	Xanthane	Glycérol	Cellulose	Sciure	Aérogel
Réf.	72.0	2.0	8.0	10.5	7.50	0.0
A5.0	72.0	2.0	8.0	8.0	5.0	5.0
A10.0	72.0	2.0	8.0	5.5	2.5	10.0
A18.0	72.0	2.0	8.0	0.0	0.0	18.0

Résultats

Conductivité thermique

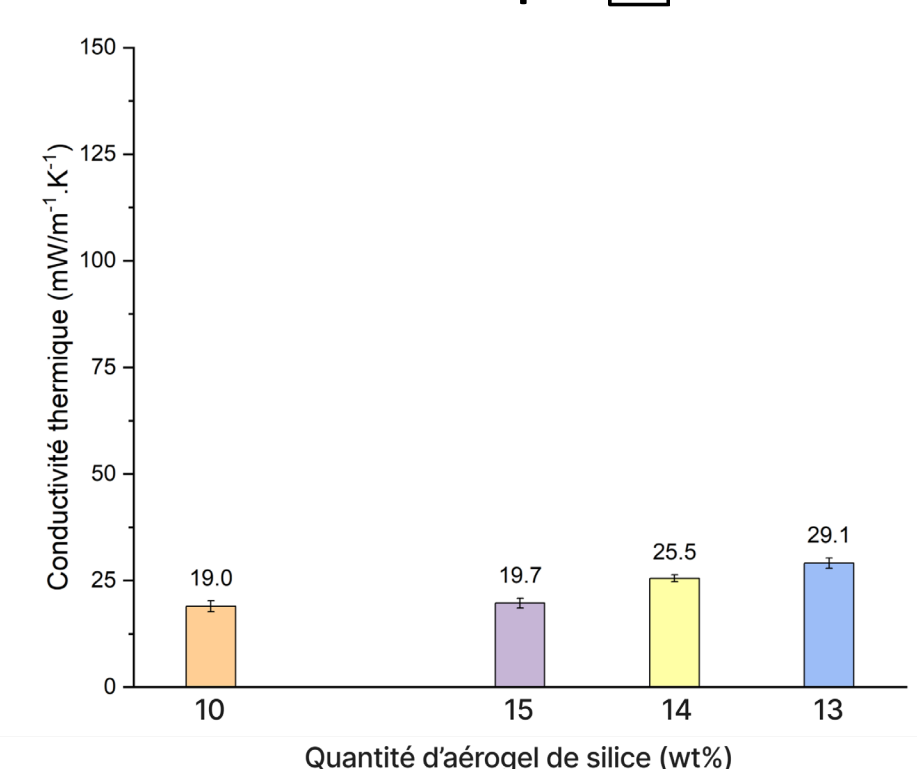


Compression

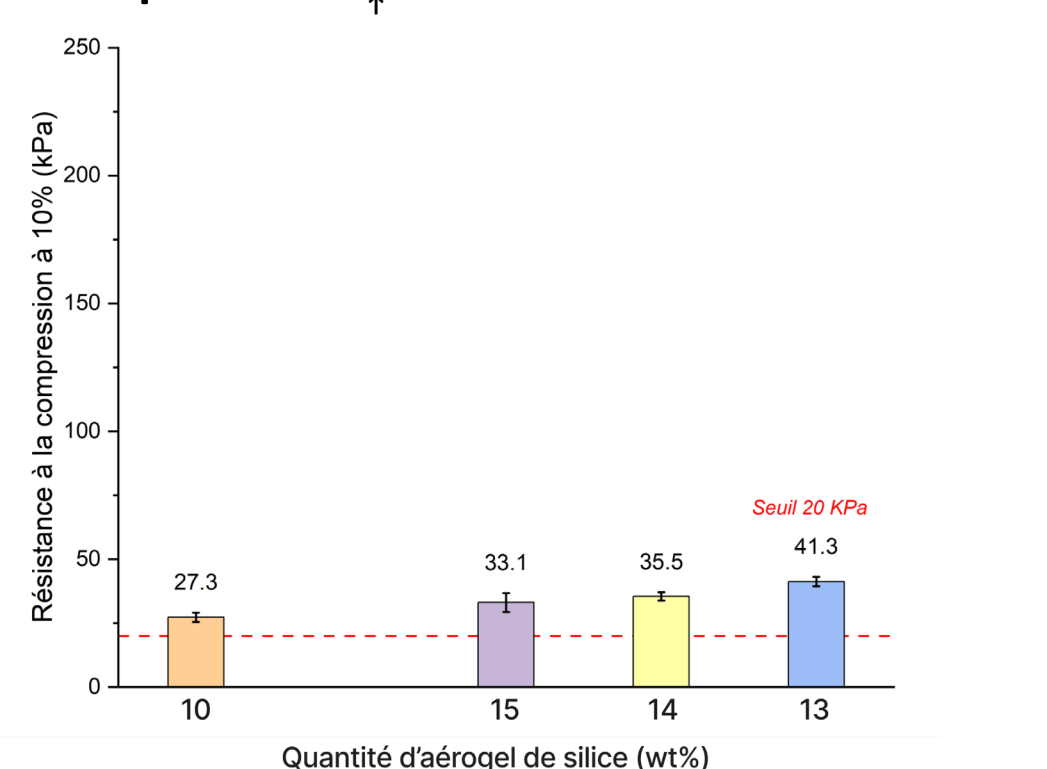


- Compatibilité liant / fibre excellente -> Bonne résistance du liant en combinaison à la résistance naturelle apportée par les fibres.
- Faible conductivité thermique atteinte pour l'échantillon avec le plus d'aérogel, mais résistance à la compression trop faible. → Optimisation nécessaire

Conductivité thermique



Compression



Résistance à la flamme



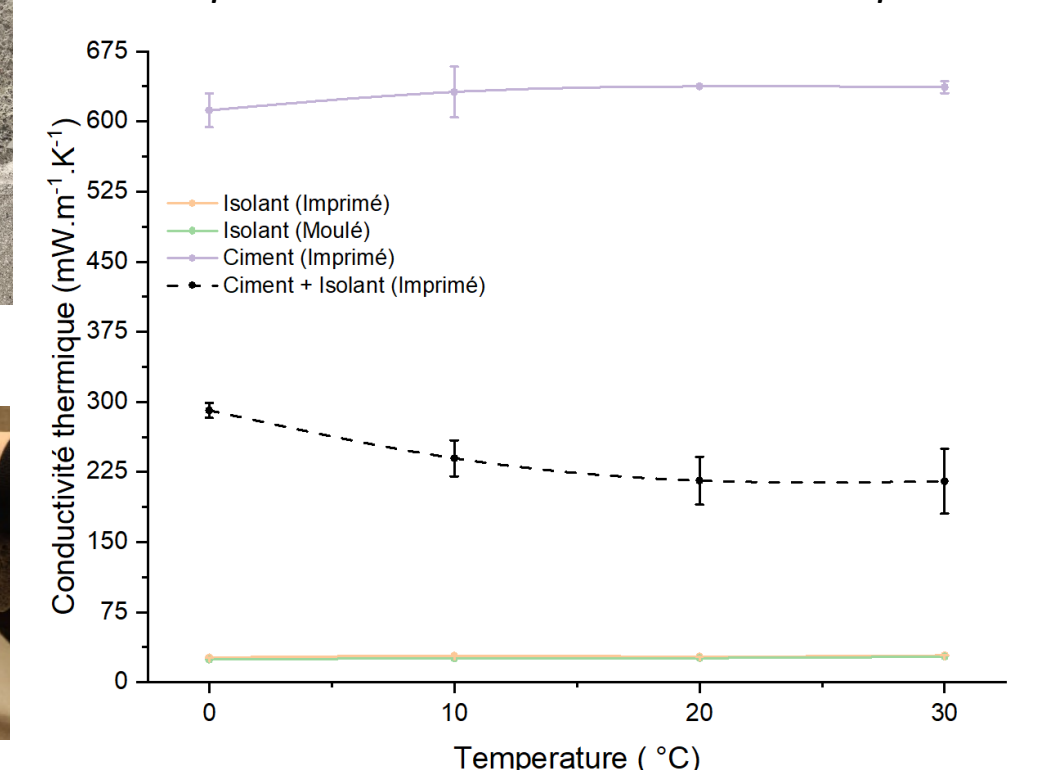
Durée	Ref.	A5.0	A10.0	A18.0
t ₁ (s)	91 ± 29.9	8.3 ± 3.1	7.0 ± 4.2	4.3 ± 1.2
t ₂ (s)	N/A	12.7 ± 6.6	6.0 ± 5.0	3.5 ± 1.5
UL 94	/	V-1	V-1	V-0

Impression 3D



- Coupe latérale: Très bonne homogénéité des couches après séchage,
- Adhésion suffisante ciment/isolation pour auto-maintient.

Comparaison des conductivités thermiques



Conclusions

- ✓ Mix simple, avec large adaptabilité en fonction des conditions (grande quantité d'eau, possibilité d'ajouts d'additifs en fonction des besoins ...)
- ✓ Très faible conductivité thermique atteinte ($\sim 20 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) tout en ayant une résistance mécanique suffisante.
- ✓ Résistance à la flamme
- ✓ Impression 3D possible, voir double impression. Adhésion avec du ciment acceptable

