



HAL
open science

Évaluation de la conductivité thermique de composites à base de fibres de *Furcraea foetida* et de plâtre

Julie Bascaules, Lénaïc Malherbe, Laetitia Adelard, Hélène Caillet, Chadi Maalouf, Olivier Marc Marc

► To cite this version:

Julie Bascaules, Lénaïc Malherbe, Laetitia Adelard, Hélène Caillet, Chadi Maalouf, et al.. Évaluation de la conductivité thermique de composites à base de fibres de *Furcraea foetida* et de plâtre. Congrès Français de Thermique, Jun 2024, Strasbourg, France. hal-04678051

HAL Id: hal-04678051

<https://hal.science/hal-04678051v1>

Submitted on 26 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

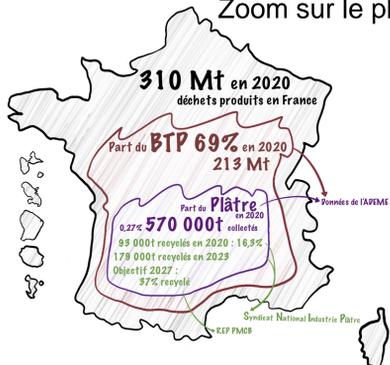
Évaluation de la conductivité thermique de composites à base de fibres de *Furcraea foetida* et de plâtre



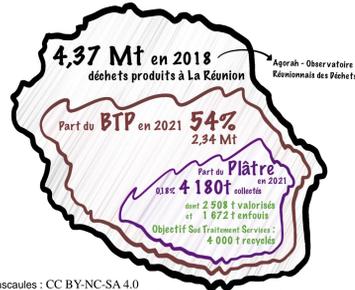
Julie Bascaules^(1,2,3*), Lénaïc Malherbe⁽¹⁾, Laetitia Adelard⁽¹⁾, Hélène Caillet⁽¹⁾, Chadi Maalouf⁽²⁾, Olivier Marc⁽¹⁾

ENJEU D'UN ISOLANT FIBRES *FURCRAEA FOETIDA* / PLATRE RECYCLE

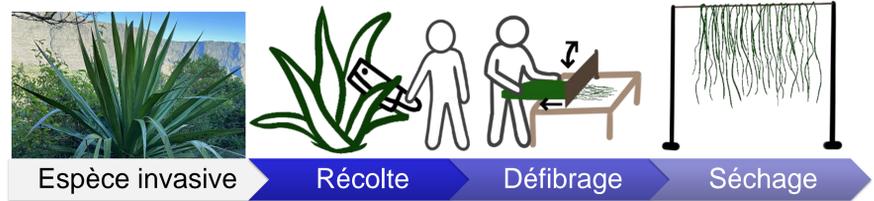
Production de déchets par an en France
Zoom sur le plâtre



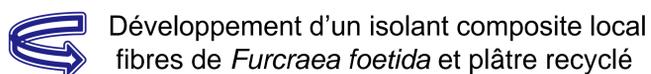
Production de déchets par an à La Réunion
Zoom sur le plâtre
Données du CERBTP



Les fibres de *Furcraea foetida* ou *choca vert*



Importation d'isolants sur l'île de La Réunion



Objectif intermédiaire : Caractérisation du composite avec du plâtre industriel

MATERIELS ET METHODES

Fabrication du composite

- Mélange plâtre/fibres avec variation du pourcentage massique des fibres
- Puis ajout du mélange dans un volume d'eau tel que le ratio eau/plâtre = 0,6

Echantillons de référence Difficulté de démoulage & retrait plus faible

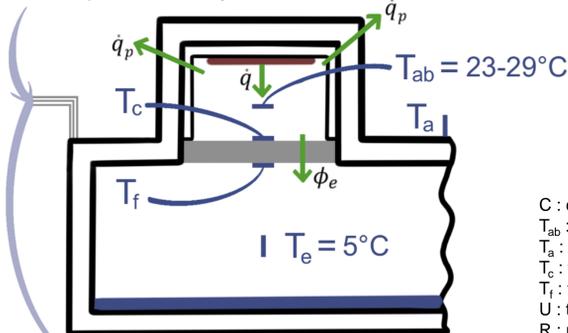
	Plâtre industriel	Fibres en vrac	Composite 0,33%w	Composite 0,59%w	Composite 1,00%w
Plâtre (g)	3000,6	0	2500,5	2500,0	2500,0
Eau (g)	1808,5	0	1503,8	1499,5	1499,5
Fibres (g)	0	79,5	13,2	23,6	40,5
Surface (cm ²)	702,2	729,0	702,2	702,2	702,2
Épaisseur (cm)	3,9	3,9	3,2	3,4	3,9

Tableau 1 : Composition des échantillons lors de la fabrication et dimensions après séchage

Evaluation de la conductivité thermique

Entrées

- Etalonnage des sondes
- Tension
- Température cryostat



Sorties

- Températures des sondes
- Tension réelle

Flux émis par la résistance

$$\dot{q} = \frac{U^2}{R}$$

Flux de chaleur transmis par l'échantillon

$$\phi_e = \frac{\lambda}{e} S (T_c - T_f)$$

Pertes thermiques

$$\dot{q}_p = C(T_{ab} - T_a)$$

Bilan thermique

$$\frac{U^2}{R} = \frac{\lambda}{e} S (T_c - T_f) + C(T_{ab} - T_a)$$

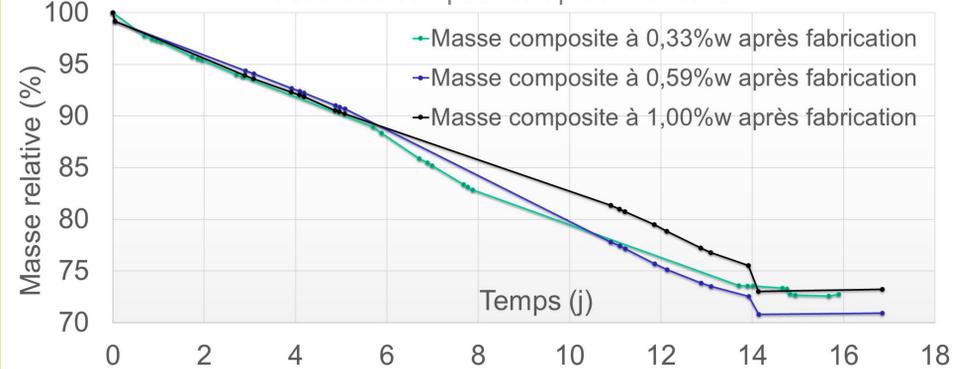
- C : constante de refroidissement
- T_{ab} : température ambiante de la boîte
- T_a : température ambiante de la salle
- T_c : température de la face chaude
- T_f : température de la face froide
- U : tension
- R : résistance

Mesures

- Constante de refroidissement C
- Conductivité thermique apparente λ

RESULTATS ET PERSPECTIVES

Masse des composites après fabrication



Graphique 1 : Evolution de la masse relative des composites lors du séchage naturel

Séchage des composites en conditions ambiantes. Au jour 14, un passage à l'étuve a assuré un séchage complet. Les isolants ont ensuite été stabilisés en conditions ambiantes avant le test

Une concentration plus élevée en fibres réduit la masse volumique des composites, les rendant plus légers. Leur conductivité thermique varie également avec la concentration en fibres. Toutefois, les écart-types élevés, relativement aux moyennes, mettent en évidence une importante dispersion des mesures. La conductivité thermique du composite à 1% de fibres reste inférieure à celle du plâtre, soulignant le potentiel de l'ajout des fibres de *Furcraea foetida* pour améliorer les performances thermiques

Des tests supplémentaires sur l'incorporation de fibres dans le plâtre sont nécessaires pour confirmer leur influence sur la réduction de la conductivité thermique du composite

Perspectives

Fibres de *Furcraea foetida*

Conductivité thermique pour des densités > à 0,04
Caractérisation mécanique et hygrothermique des fibres
Amélioration des caractéristiques par post-traitements

Composite fibres de *Furcraea foetida* / plâtre recyclé

Développement du même composite avec du plâtre recyclé
Caractérisation mécanique et hygrothermique du composite
Exploration des résultats avec différentes mises en forme

Sandwich plâtre/fibres/plâtre
→ Répartition homogène des fibres sur toute la surface de l'isolant

Composite amidon/fibres
→ 100% biosourcés, léger

Composite à particules plâtre/broyats
→ Récupération des déchets de feuilles sous forme de broyats

	Plâtre EN 13279-1	Fibres choca en vrac*	Fibres de chanvre en vrac**	Plâtre industriel	Fibres choca en vrac	Composite 0,33 %w	Composite 0,59 %w	Composite 1 %w
Conductivité thermique (W/mK)	0,34	0,066	0,040	0,22 ± 0,005	0,036 ± 0,005	0,195 ± 0,046	0,207 ± 0,053	0,165 ± 0,023
Masse volumique (kg/m ³)	1000	0,022	0,085	1067	0,035	1205	1119	988,9
C (W/°C)	NC	NC	NC	0,36	0,315	0,492	0,511	0,460

Tableau 2 : Conductivité thermique apparente moyenne et constante de refroidissement en triplicat pour chaque échantillons fabriqués et comparaison avec la littérature. *Caillet et al. 2023. **Kosiński et al. 2018.

Augmenter la densité de fibres de *Furcraea foetida* en vrac réduit la conductivité thermique. Cette valeur sera validée par des mesures sur de nouveaux échantillons

La valeur expérimentale du plâtre industriel est éloignée de la norme. Nous l'avons conservée à des fins de comparaison, mais de nouveaux tests sont nécessaires pour comprendre cette divergence