



HAL
open science

Préparation des fibres de *Furcraea Foetida* pour une utilisation en tant qu'isolant thermique

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

► To cite this version:

Julie Bascaules, Hélène Caillet, Chadi Maalouf, Olivier Marc, Laetitia Adelard. Préparation des fibres de *Furcraea Foetida* pour une utilisation en tant qu'isolant thermique. Congrès National de la Recherche des IUT, Université de Haute-Alsace (UHA) Mulhouse - Colmar [Université de Haute-Alsace (UHA)], Mar 2024, Mulhouse, France. hal-04619749

HAL Id: hal-04619749

<https://hal.science/hal-04619749v1>

Submitted on 21 Jun 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.

Préparation des fibres de *Furcraea Foetida* pour une utilisation en tant qu'isolant thermique

Julie Bascaules^{1,2,3}
julie.bascaules@gmail.com

Hélène Caillet¹
helene.caillet@univ-reunion.fr

Chadi Malouf²
chadi.maalouf@univ-reims.fr

Laetitia Adelard¹
laetitia.adelard@univ-reunion.fr

Olivier Marc¹
olivier.marc@univ-reunion.fr

¹ Université de La Réunion, 97410
Laboratoire de physique et ingénierie mathématique pour l'énergie, l'environnement et le bâtiment (PIMENT)

² Université de Reims, 51100
Laboratoire des matériaux et ingénierie mécanique (MATIM)

³ Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)
20 avenue du Grésillé- BP 90406 49004 Angers Cedex 01 France

Thèmes – Matériaux

Résumé – Cet article présente la préparation des fibres de *Furcraea Foetida* en vue d'une utilisation en tant qu'isolant thermique. L'extraction des fibres passe par la récolte manuelle des feuilles. La sélection des feuilles de plus de 80 cm vise à optimiser la conductivité thermique en tant que panneau. Après un rinçage initial, le dimensionnement des feuilles est effectué. La phase de rouissage, essentielle pour faciliter la séparation des fibres de l'enveloppe, peut se décliner en différentes techniques telles que le rouissage au sol, le rouissage contrôlé immergé, et le rouissage contrôlé en étuve. Des tests permettent d'évaluer l'effet du rouissage sur la souplesse et la résistance des fibres. Après le défibrage, plusieurs méthodes de séchage sont envisagées, notamment le séchage naturel sans exposition, le séchage naturel avec exposition au soleil, et le séchage forcé en étuve. Enfin, un traitement des fibres permet d'améliorer ses caractéristiques physiques, sa capacité d'absorption d'eau ou sa résistance mécanique. L'ensemble du processus vise à optimiser la qualité et le rendement des fibres de *Furcraea Foetida* pour leur utilisation potentielle dans divers domaines.

Mots-Clés – Défibrage, *Furcraea Foetida*, séchage, rouissage.

1 Introduction

L'isolation thermique des bâtiments à La Réunion est un véritable enjeu énergétique, économique et écologique, l'intégration de matières biosourcées est une des solutions les plus avantageuse.

Les fibres de *Furcraea Foetida*, *FF*, (ou Choka Vert) possèdent des caractéristiques physiques intéressantes pour de multiples domaines. Il est donc nécessaire d'optimiser l'extraction et la préparation de ces fibres afin d'en sortir la plus grande quantité et la meilleure qualité. A titre d'exemple, les premiers travaux sur les fibres de *FF* ont conduit à un rendement de l'ordre de 1 à 3% [01].

Ainsi dans ce papier, nous allons présenter la préparation des fibres de *FF*. Nous la décomposons en plusieurs étapes, l'extraction des feuilles du milieu naturel, le rouissage afin de faciliter la séparation des fibres, le défibrage, le séchage et le traitement des fibres.

2 Extraction des feuilles

Le *FF* étant une plante envahissante, sa culture est donc interdite en France. On le retrouve naturellement et abondamment sur toute l'île de La Réunion.

L'extraction de feuilles se fait manuellement. Il est préférable de récolter uniquement des feuilles de minimum 80 cm de long car l'objectif est de concevoir un panneau isolant pour le bâtiment, de longues fibres sont donc à privilégier. Une fois coupée, les feuilles sont rincées une première fois afin d'enlever la terre et les grosses impuretés. Elles sont ensuite mesurées (largeur, longueur, épaisseur) et pesées.

3 Extraction des fibres

3.1 Rouissage

Le rouissage est la macération que l'on fait subir à une plante afin de faciliter la séparation de l'enveloppe de la feuille avec les fibres. Plusieurs techniques de rouissage sont faisables pour des feuilles de *FF*.

Le rouissage au sol permet d'utiliser les micro-organismes, champignons et bactéries du sol afin d'éliminer la pectine des feuilles et donc libérer plus facilement les fibres de la feuille. Il demande cependant plus de temps, plusieurs mois, comparé à plusieurs jours ou semaines sur les autres techniques [02].

Le rouissage contrôlé consiste à immerger les feuilles dans de l'eau dans un environnement contrôlé (température de l'eau, dégradation de l'eau au fur et à mesure du traitement). Les études s'accordent à dire qu'il est préférable de sortir les feuilles de l'eau lorsqu'elles commencent à pourrir. Dans l'étude [03], elles ont été immergées pendant 2 à 3 semaines, ce qui permet de dégrader les composants non cellulosiques. Il est possible de placer les fibres dans un bac d'eau à l'étuve. Cela permet de réduire le temps de rouissage.

Un traitement chimique par pectinase [04] peut également

être une solution pour défibrer de manière efficace.

Le rouissage est reconnu pour obtenir des fibres plus souples mais également moins résistantes, c'est pour cela que des tests pour déterminer l'effet du rouissage sur les caractéristiques des fibres sont indispensables.

3.2 Défibrage

Le défibrage se fait en cassant doucement la feuille et en peignant les fibres. Cela peut s'effectuer manuellement ou avec l'aide d'une défibreuse automatique.



Fibres de *FF* après un premier passage dans la défibreuse mécanique

Fibres de *FF* après un deuxième passage dans la défibreuse mécanique

Figure 1 – Photos de l'état des fibres après passage dans la défibreuse mécanique.

Rincer les fibres permet d'éliminer les débris végétaux, une caractérisation des dimensions des fibres peut ensuite être effectuée.

4 Séchage

Plusieurs techniques sont envisageables :

- De façon naturelle sans exposition ou avec une exposition au soleil pendant 1 ou 2 jours [02][05][06][07].
- Dans une étuve : Ce séchage peut être cumulé avec les 2 autres techniques. Par exemple, dans l'étude [02], après 2 jours de séchage naturel, les fibres sont étalées et mises à l'étuve pendant 24h à 80°C.

5 Traitement des fibres

Un traitement post défibrage permet une amélioration des caractéristiques des fibres.

Le traitement le plus étudié est le traitement alcalin. Par la présence de NaOH, il permet de réduire l'hémicellulose (pouvant atteindre 50% de réduction [08]), la lignine et également d'autres composants non cellulosiques, faisant passer la part de cellulose de 60% à plus de 80% [06][08][09]. Cela permet la réduction du caractère hydrophile des fibres. Des études ont également démontré que la température de dégradation des fibres a été améliorée, passant de 210°C à 230°C [08]. L'étude [03] démontre qu'il est possible de trouver un optimum dans la concentration de la solution alcaline. Ainsi, des fibres traitées avec une concentration de 9% (en masse) permet de diminuer l'humidité relative de 3%, d'augmenter la

résistance à la traction d'une fibre de 192 MPa à 416 MPa, et d'augmenter son module d'Young de 7,5 GPa à 12,4 GPa.

La durée du traitement doit également être défini car il impacte grandement les résultats, faisant monter la résistance à la traction jusqu'à 120MPa pour 2h de traitement alors qu'à 5h, celle-ci descend à 100MPa [10].

Un séchage post traitement peut également être effectué afin d'éliminer l'humidité stagnante. Par exemple dans l'étude [03], un séchage a été effectué à 80°C pendant 24h.

D'autres méthodes chimiques comme l'acétylation, le traitement enzymatique et le traitement au silane ($\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$) sont également possibles. Leurs résultats sont moins significatifs concernant des fibres provenant de bagasse [10].

6 Conclusions

En conclusion, l'utilisation des fibres de *Furcraea Foetida* à La Réunion pour l'isolation présente un fort potentiel écologique. Le processus de préparation, de l'extraction aux traitements des fibres, joue un rôle crucial dans l'optimisation des propriétés des fibres. Toutefois, des recherches approfondies restent nécessaires pour maximiser leur efficacité en tant qu'isolant thermique.

Références

[01] Hélène Caillet, Julie Bascaules, Youssoufou Mahamani, Patrick Rousset, Jean-François Martin, Laetitia Adelard, Olivier Marc, *Characterization and thermal performance of Furcraea Foetida fibers and pineapple mash as loose-fill insulating material*, October 2023 Entropie thermodynamique – énergie – environnement – économie 4 (Numéro 3 spécial SFT Prix Biot-Fourier), DOI : 10.21494/ISTE.OP.2023.1017

[02] Haja Syed Hussain, Mohd Ridzuan Mohd Jamir, Mohd Shukry Abdul Majid, S. M. Sapuan, Ferriawan Yudhanto, Aris Widyo Nugroho, Muhammad Faiz Hilmi Rani, *Friction and wear characteristics of Furcraea Foetida fiber-reinforced epoxy composites*, Malaysia, Indonesia, Polymer Composites, September 2023, DOI : 10.1002/pc.27719

[03] S.M. Shahril, M.J.M. Ridzuan, M.S. Abdul Majid, A.M.N. BariahM.T.A. Rahman, P. Narayanasamy, *Alkali treatment influence on cellulosic fiber from Furcraea foetida leaves as potential reinforcement of polymeric composites*, Malaysia, India, Journal of materials research and technology 2022;19:2567, DOI : 10.1016/j.jmrt.2022.06.002

[04] A. Bessadok, D. Langevin, F. Gouanvé, C. Chappéy, S. Roudesli, S. Marais, *Study of water sorption on modified Agave fibres*, Tunisia, France, Carbohydrate Polymers 76, 2009, DOI : 10.1016/j.carbpol.2008.09.033

[05] Totong Totong, Wiah Wardiningsih, Muhammad Al-Ayyuby, Ria Wanti & Ryan Rudy: *Extraction and Characterization of Natural Fiber from Furcraea Foetida Leaves as an Alternative Material for Textile Applications*,

Journal of Natural Fibers, 2021, DOI: 10.1080/15440478.2021.1904477

[06] Bhupendra Kumar Saraswat, and Prakash Chandra Gope, *Effects of Alkali Treatment on Agave Americana Fibre Properties*, India, International Journal of Engineering Technology, Management and Applied Sciences, June 2017, Volume 5, Issue 6, ISSN 2349-4476

[07] Madival, A.S.; Doreswamy, D.; Maddasani, S.; Shettar, M.; Shetty, R. Processing, Characterization of Furcraea foetida (FF) Fiber and Investigation of Physical/Mechanical Properties of FF/Epoxy Composite, Polymers 2022, 14, 1476 – DOI : 10.3390/polym14071476

[08] Zaida Ortega, Jessica Castellano, Luis Suárez, Rubén Paz, Noelia Díaz, Antonio N. Benítez, María D. Marrero, *Characterization of Agave americana L. plant as potential source of fibres for composites obtaining*, Spain, SN Applied Sciences (2019) 1:987 - DOI : 10.1007/s42452-019-1022-2

[09] Deepak Jain, Ishita Kamboj, Tarun Kumar Bera, Amardeep Singh Kang, Rohit Kumar Singla, *Experimental and numerical investigations on the effect of alkaline hornification on the hydrothermal ageing of Agave natural fiber composites*, India, USA, International Journal of Heat and Mass Transfer 130 (2019) 431–439, DOI : 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.10.106

[10] Omar Huerta-Cardoso, Isidro Durazo-Cardenas, Veronica Marchante-Rodriguez, Phil Longhurst, Frederic Coulon, Adriana Encinas-Oropesa, *Up-cycling of agave tequilana bagasse-fibres: A study on the effect of fibre-surface treatments on interfacial bonding and mechanical properties*, UK, Results in Materials 8 (2020) 100158, DOI : 10.1016/j.rinma.2020.100158

[11] Albert Jorddy Valenzuela Inga, Juan Gabriel Benito Zuñiga, Nabilt Jill Moggiano Aburto, Raul Arnold Cipriano Solis, Erick Oswaldo Gamboa Tolentino, Abel Max Julcarima Espiritu, Giovane Perez Campomanes, *Sustainable Blocks Reinforced with Agave americana L. Fiber and Its Mechanical Properties*, Perú, Civil Engineering and Architecture, March 2023, DOI: 10.13189/cea.2023.110428

[12] Abhishek Sadananda Madival, Raviraj Shetty, Deepak Doreswamy, Srinivasulu Maddasani, *Characterization and optimization of thermal properties of rice straw and Furcraea foetida fiber reinforced polymer composite for thermal insulation application*, India, Journal of Building Engineering 78 (2023) 107723, DOI : 10.1016/j.job.2023.107723

[13] Santiago Arufe, Arthur Hellouin de Menibus, Nathalie Leblanc, Hélène Lenormand, *Effect of retting on hemp shiv physicochemical properties*, France. Industrial Crops & Products 171 (2021) 113911, DOI : 10.1016/j.indcrop.2021.113911