



HAL
open science

Perspectives et opportunités pour le développement d'un isolant biosourcé à base de fibres de choca et de plâtre recyclé

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

► To cite this version:

Julie Bascaules, Olivier Marc, Laetitia Adelard, Chadi Maalouf, Hélène Caillet. Perspectives et opportunités pour le développement d'un isolant biosourcé à base de fibres de choca et de plâtre recyclé. Conférence Francophone de l'International Building Performance Simulation Association, May 2024, La Rochelle - Ile d'Oléron, France. hal-04677980

HAL Id: hal-04677980

<https://hal.science/hal-04677980v1>

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.

Perspectives et opportunités pour le développement d'un isolant biosourcé à base de fibres de choca et de plâtre recyclé.

Julie Bascaules*^{1,2,3}, Olivier Marc¹, Laetitia Adelard¹, Chadi Maalouf², Hélène Caillet¹

¹ **Laboratoire Physique et Ingénierie Mathématique pour l'Énergie, l'environnement et le bâtiment (PIMENT). Université de La Réunion, 40 avenue de Soweto, 97410 Saint-Pierre, La Réunion.**

² **Laboratoire MATériaux et Ingénierie Mécanique (MATIM). Université de Reims, Chemin des Rouliers Campus Moulin de la Housse, 51100 Reims.**

³ **ADEME, Agence de la transition écologique. 20 Av. du Grésillé, 49004 Angers.**

*julie.bascaules@univ-reunion.fr

*RESUME. L'association de fibres de *Furcraea foetida* et de plâtre recyclé permet de répondre à plusieurs problématiques, à savoir, le recyclage du plâtre localement, la lutte contre une espèce invasive et la diminution des importations d'isolants à forte empreinte carbone. L'objectif de cet article est de présenter une analyse de l'état de l'art sur les problématiques de gestion de plâtre (ii), de *Furcraea foetida* (iii), et d'isolation à La Réunion (iv), ainsi que sur les solutions de valorisations possibles. Nous nous concentrerons ensuite sur la bibliographie d'un isolant à base de plâtre recyclé (v) et de fibres de *Furcraea foetida* (vi) en prenant en compte la préparation et la fabrication des matières premières. Si les conditions de production du plâtre recyclé sont déjà établies, des expérimentations doivent encore être menées à La Réunion pour en améliorer la qualité. Pour la fibre de *Furcraea foetida*, bien que des caractéristiques thermiques initiales aient été établies, il est crucial de définir un protocole précis de préparation pour maximiser rendement et propriétés thermiques.*

MOTS-CLÉS : isolant biosourcé, fibre végétale, plâtre recyclé.

*ABSTRACT. The combination of *Furcraea foetida* fibers and recycled gypsum offers solutions to several issues, namely, the local recycling of gypsum, combating an invasive species, and reducing the importation of insulating materials with high carbon footprints. The aim of this article is to present an analysis of the state of the art concerning the issues of gypsum management (ii), *Furcraea foetida* (iii), and insulation in Reunion Island (iv), as well as possible valorization solutions. We will then focus on the bibliography of an insulator made from recycled gypsum (v) and *Furcraea foetida* fibers (vi), taking into account the preparation and manufacturing of raw materials. While the production conditions for recycled gypsum are already established, further experiments must still be conducted in Reunion to improve its quality. For *Furcraea foetida* fibers, although initial thermal characteristics have been established, it is crucial to define a precise preparation protocol to maximize yield and thermal properties.*

KEYWORDS : bio-based insulator, plant fiber, recycled plaster.

1. INTRODUCTION

Située dans l'Océan Indien, l'île de La Réunion est reconnue pour sa riche biodiversité et ses divers écosystèmes, allant des littoraux aux reliefs montagneux. Cette île française (Département et Région d'Outre-Mer - DROM) fait face à des défis environnementaux importants, accentués par son isolement géographique et les effets du changement climatique. La croissance démographique de La Réunion induit une expansion de la construction de bâtiments. La climatisation représente 40% de la consommation électrique globale de l'île. Face aux enjeux du réchauffement climatique, l'isolation des bâtiments est un levier important pour maîtriser la consommation. Les isolants minéraux, telle que la laine de roche, sont importés et largement utilisés. Ils possèdent donc une forte empreinte carbone. Dans ce contexte, les isolants biosourcés permettraient de répondre aux enjeux du territoire. A l'instar du chanvre en métropole, le développement d'un matériau composite à base de fibres de choca vert (*Furcraea Foetida*) pourrait être une solution. Cette espèce a été définie comme une plante envahissante à partir du 19^{ème} siècle, et reste à ce jour non valorisée. Des premières études ont mis en avant la capacité d'isolation de la fibre de choca en vrac (Caillet et al. 2023). En parallèle, les déchets de plâtre sont majoritairement enfouis. Un centre de valorisation de déchets, permettant de transformer le plâtre en matière première secondaire, a été mis en place à La Réunion depuis 2014. Cette matière pourrait être intégrée dans l'élaboration de nouveaux matériaux isolants composites de second-œuvre.

Cet article propose un état de l'art qui explore ces trois dimensions à La Réunion : la gestion durable des déchets, la lutte contre une espèce invasive, et le développement d'isolants thermiques biosourcés. À travers une revue bibliographique approfondie, l'objectif est de mettre en lumière les recherches récentes, afin d'évaluer les stratégies actuelles de gestion et de valorisation, et d'identifier les verrous scientifiques de développement d'un isolant à partir de fibres de *Furcraea foetida* et de plâtre recyclé.

2. GESTION DURABLE DES DECHETS DE PLATRE DANS LE SECTEUR DU BTP

Le secteur du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP) en France totalise 224 millions de tonnes de déchets. Parmi eux, le plâtre est un déchet classé comme non dangereux et non inerte. Issus principalement des chutes de découpe de plaques neuves ainsi que des opérations de rénovation, de démolition ou de déconstruction selon le SEDDRé, le plâtre représente un défi spécifique dans le cadre de l'économie circulaire en raison de sa capacité à absorber l'humidité, à durcir lorsqu'il est mélangé avec de l'eau, à devenir fragile une fois sec et à contenir éventuellement des contaminants.

Dans le cadre de l'engagement en faveur de la croissance verte (2020), 66 000 tonnes de plâtre recyclé ont été répertoriées en 2014. En 2016, la filière plâtre s'est fixée des objectifs visant à valoriser 70% (environ 250 000 tonnes sur un total de 400 000 tonnes de déchets de plâtre) de l'ensemble des déchets de plâtre d'ici 2020. En 2022, selon le Syndicat National des Industries du Plâtre (SNIP), le volume réellement recyclé était de 164 500 tonnes. Suite à ce constat, l'arrêté du 10 juin 2022 portant sur le cahier des charges des éco-organismes, des systèmes individuels et des organismes coordonnateurs de la filière à responsabilité élargie du producteur des produits et matériaux de construction du secteur du bâtiment vise un objectif de recyclage du plâtre à hauteur de 37% d'ici 2027.

A La Réunion, la gestion des déchets est confrontée à des défis logistiques et environnementaux accentuant la problématique, et nécessitant des stratégies adaptées pour le recyclage et la valorisation. La CERBTP (Cellule Economique du Bâtiment et des Travaux Publics de La Réunion) a estimé que le

secteur du bâtiment produit environ 4 000 t de déchets de plâtre par an. En 2017, 70% des déchets de plâtre sont enfouis, tandis que seulement 15% sont recyclés, et 15% sont non captés par les installations connus. Le centre de valorisation de Pierrefonds STS (Sud Traitement Services) constitue le seul site capable de recycler localement du plâtre. Son objectif de traitement est de traiter 100% des déchets de plâtre de La Réunion afin de réduire l'enfouissement et l'importation de gypse.

3. GESTION DU *FURCRAEA FOETIDA*, ESPECE ENVAHISSANTE A LA REUNION

Furcraea foetida, aussi connu sous le nom de choca vert à La Réunion, est une espèce de plante succulente pérenne originaire d'Amérique centrale. Caractérisée par sa grande hampe florale qui peut s'élever à plusieurs mètres et par ses longues feuilles de couleur vert vif terminées par une épine brune, cette plante se reproduit principalement de manière végétative à travers des bulbilles. Cette méthode de reproduction facilite sa dissémination rapide, contribuant ainsi à son caractère invasif.



Figure 1 : Photos de *Furcraea foetida* et de sa hampe florale (Photo : Jardin botanique Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, CC BY-SA 4.0).

Introduite sur l'île de La Réunion avant 1825 initialement pour la production de cordages, *Furcraea foetida* est devenue une menace significative pour les sous-bois des forêts semi-sèches indigènes, où elle forme des peuplements denses qui entravent la régénération naturelle des espèces locales (Sarrailh, Madaule, et Rivière 2008). Un inventaire non exhaustif en 2019 a montré la répartition des principaux individus dans l'île (Fenouillas 2021). L'envahissement par le *Furcraea foetida* constitue une menace écologique majeure à La Réunion. La lutte contre cette espèce implique une combinaison de méthodes manuelles, chimiques, mécaniques, et des initiatives de sensibilisation et d'éducation du public.

L'une des approches les plus directes pour contrôler le choca vert est l'élimination manuelle et mécanique (Hivert et Oudin 2020). L'arrachage manuel et la coupe des hampes florales constituent les principales méthodes de gestion, nécessitant un effort collectif important et un suivi régulier pour empêcher la repousse de la plante. Ces méthodes ont montré une certaine efficacité, comme en témoigne l'éradication en cours de *Furcraea foetida* sur l'île Europa. Cependant, à La Réunion, l'éradication à grande échelle reste complexe en raison de la diversité des habitats affectés et de la nécessité d'une intervention humaine soutenue (Triolo 2016). L'Office National des Forêts (ONF) à La Réunion a mené un projet ambitieux de lutte contre le choca vert, couvrant une superficie de 38 hectares entre 2004 et 2013 dans des reliques de forêts sèches. Ce travail a inclus l'arrachage manuel des plantes et la coupe des hampes florales, une méthode reconnue pour son efficacité bien qu'elle exige un investissement significatif en termes de main-d'œuvre et de suivi régulier. Le programme européen Life+Corexerun (2009-2014) (Thueux 2015) et le projet LIFE+Forêt Sèche ont adopté diverses approches. Une

intervention manuelle, qui implique la coupe des tiges et des rosettes de feuilles de cette plante, a été suivie d'une application ciblée d'un herbicide à base de glyphosate directement dans la tige pour garantir une éradication efficace. Néanmoins, elle requiert une gestion et une surveillance méticuleuses pour prévenir les effets indésirables sur l'environnement. Finalement, l'arrachage complet est considéré comme la méthode la plus efficace pour contrôler cette espèce envahissante et restaurer les écosystèmes touchés par sa présence. Bien que l'éradication du choca vert nécessite des efforts conséquents et une vigilance constante, ces méthodes d'intervention manuelle et mécanique se révèlent cruciales pour le contrôle efficace de cette espèce invasive et la préservation de la biodiversité des milieux qu'elle affecte. Les feuilles coupées peuvent être laissées à même le sol ou récupérées à des fins de valorisation.

Malgré les défis posés par son invasion, *Furcraea foetida* présente un potentiel de valorisation notable grâce à la robustesse de ses fibres. Leur diamètre moyen varie entre 142 et 181 μm , et elles s'étendent sur toute la longueur des feuilles, permettant ainsi d'obtenir des fibres de grande longueur, pouvant atteindre jusqu'à 2 m. Historiquement utilisées dans la fabrication de cordages, ces fibres possèdent une résistance mécanique élevée utilisées pour des applications industrielles, notamment dans les matériaux composites (Haja Syed Hussain et al. 2023), les textiles techniques et l'isolation biosourcée (Caillet et al. 2023). Dans cette dernière étude, la conductivité thermique de fibres en vrac, avec une densité de 0,022, a été mesurée à 0,066 W/m.K. A titre de comparaison, le chanvre en vrac, affiche une conductivité thermique de 0,076 W/m.K lorsqu'il a une densité de 0,018. La densité en vrac des fibres conditionnées influence directement la conductivité thermique ; ainsi, une densité en vrac plus élevée pourrait améliorer les propriétés isolantes du matériau. Ainsi, avec une densité de 0,085, le chanvre en vrac atteint une conductivité de 0,04 W/mK. Cette observation souligne des perspectives prometteuses pour l'isolation à base de fibres de *Furcraea foetida*, en particulier si une densité supérieure est obtenue. L'utilisation de ces matériaux ne se limite pas donc seulement à la gestion de l'espèce invasive *Furcraea foetida* ; elle propose également des alternatives durables aux matériaux traditionnels non renouvelables utilisés dans l'industrie de l'isolation. Leurs fibres peuvent être transformées en plusieurs produits innovants tels que des panneaux composites pour l'isolation des murs, des doublages de parois pour améliorer les performances thermiques des bâtiments, ou encore des parois multicouches pour une isolation efficace tout en contribuant à la régulation de l'humidité intérieure. Pour cela, les performances thermiques sont cruciales afin d'assurer une efficacité énergétique optimale dans les bâtiments. Des facteurs clés tels que la perméabilité à la vapeur, la capacité thermique spécifique, et la conductivité thermique, dont les valeurs doivent se situer en dessous de 0,065 W/m.K pour les laines minérales (syndicat national des fabricants d'isolants en laines minérales manufacturées), jouent un rôle déterminant dans l'évaluation de l'efficacité d'un isolant. Ces paramètres sont essentiels pour optimiser la régulation thermique et l'humidité au sein des structures.

4. L'ISOLATION THERMIQUE A LA REUNION : DEFIS ET PERSPECTIVES

La Réunion, située à plus de 9 300 km de la France hexagonale, est confrontée à des défis en matière d'isolation thermique en raison de son climat tropical humide (température 30°C et humidité 80%) et de sa situation géographique isolée. L'importation de matériaux traditionnels tels que la laine de roche, malgré leur efficacité, soulève des préoccupations environnementales et économiques majeures. Leur fabrication, transport et élimination contribuent à une empreinte carbone élevée. Par exemple, d'après la base de l'INIES, l'impact environnemental de 1 m² de laine de roche FGD MAX C2 pour 160 mm

d'épaisseur durant toute sa durée de vie est de 31,5 kg CO₂. Les matériaux non biosourcés posent des défis en termes de gestion des déchets à la fin de leur vie. Ils sont largement enfouis et contribuent aux émissions de gaz à effet de serre. La dépendance de La Réunion aux importations augmente la sensibilité de l'île aux fluctuations des coûts de transport et aux politiques commerciales internationales (Pacheco-Torgal et Jalali 2012). Comme le démontre l'Agence Qualité Construction AQC et Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement CAUE, les isolants peuvent rencontrer des problèmes de performance, notamment en raison de la condensation liée à un climat tropical humide, altérant leurs propriétés thermiques et mécaniques. Leur exposition à l'humidité peut entraîner la formation de moisissures, nuisibles à la qualité de l'air intérieur et à la santé. Cette étude met en avant l'importance de considérer des matériaux locaux adaptés aux conditions climatiques de l'île. La production de matières biosourcées, comme le choca vert, réduirait la dépendance aux importations et permettrait à La Réunion de réduire son empreinte carbone et de promouvoir une construction plus responsable et durable (Grigoletto et Courard 2018).

5. LA FABRICATION DU PLÂTRE RECYCLE

Il existe aujourd'hui un consensus général sur le recyclage du plâtre, démontrant la viabilité du recyclage complet des déchets de plâtre pour la production de nouveaux matériaux de construction, soutenant ainsi les objectifs de durabilité dans le secteur. Cependant, le protocole spécifique et les paramètres de traitement peuvent varier en fonction des caractéristiques des déchets de plâtre et des exigences du produit final.

Tout d'abord la collecte permet de rassembler les déchets de plâtre. Le nettoyage permet l'élimination des impuretés et des matériaux non gypseux tels que les vis, les supports métalliques, et le papier de doublure. Puis, le broyage réduit les déchets de plâtre en une poudre fine pour faciliter le traitement ultérieur. La deuxième étape du processus est la calcination. Les déchets de plâtre broyés sont chauffés à une température spécifique (entre 125 °C et 180 °C) pour éliminer l'eau cristalline et obtenir le hémihydrate de calcium ou bassanite ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) (Geraldo et al. 2017). La température et le temps de chauffage doivent être soigneusement contrôlés pour éviter la production de phases anhydres qui pourraient affecter la qualité du plâtre recyclé. La troisième étape consiste à réhydrater et formuler le plâtre. Il est ainsi mélangé avec de l'eau pour former une pâte (rapport eau/plâtre de 0,6 à 0,8). À ce stade, des additifs peuvent être incorporés pour modifier les propriétés du produit final, comme des retardateurs ou des accélérateurs de prise. La pâte est ensuite coulée dans des moules ou appliquée directement sur des surfaces, selon l'application visée. La pâte se durcit en reprenant de l'eau et en formant le dihydrate de sulfate de calcium ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), retrouvant ainsi une structure similaire à celle du gypse naturel. Le temps de durcissement varie selon le plâtre utilisé et l'application. Des analyses de la composition chimique, de la granulométrie, de la porosité, de la conductivité thermique et des propriétés mécaniques peuvent être faites suivant l'application finale.

À La Réunion, des recherches sont nécessaires afin de déterminer la température et la durée de calcination idéales, ainsi que les paramètres optimaux de gâchage. L'objectif est d'élaborer un protocole exhaustif. Cette démarche viserait à optimiser l'utilisation de cette poudre en tant qu'isolation thermique, en tenant compte des spécificités climatiques de l'île.

6. LA FABRICATION DES FIBRES DE *FURCRAEA FOETIDA*

La collecte des feuilles est effectuée manuellement. Elles sont ensuite lavées, pour éliminer terre et impuretés, puis mesurées et pesées (Caillet et al. 2023; Shahril et al. 2022; Manimaran et al. 2018).

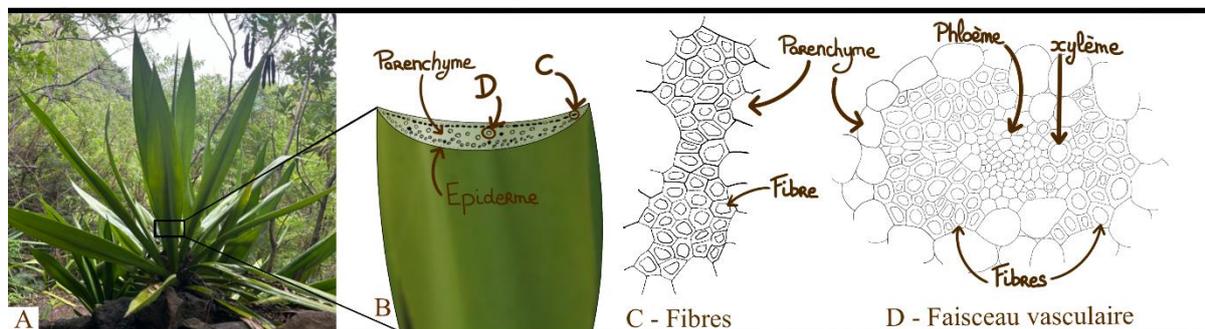


Figure 2 : A, Photo d'un *Furcraea foetida* à La Réunion. Schémas dessinés par Julie Bascaules à partir des observations de (Blunden et al. 1973): B, anatomie d'une feuille. C, ensemble de fibres. D, faisceau vasculaire comportant des fibres, le xylème et le phloème.

Le défibrage, manuel ou mécanique, sépare les fibres en cassant la feuille et en peignant les fibres. Le rouissage correspond à la macération des plantes pour séparer efficacement l'enveloppe externe des feuilles de leurs fibres. Le rouissage en plein sol, qui peut s'étendre sur plusieurs mois, exploite les micro-organismes du sol pour dissoudre la pectine des feuilles, facilitant ainsi la libération des fibres (Haja Syed Hussain et al. 2023). Le rouissage contrôlé implique l'immersion des feuilles dans de l'eau jusqu'à trois semaines pour décomposer les composants non cellulotiques (Shahril et al. 2022). Cette étape peut être accélérée en chauffant l'eau ou en utilisant un traitement chimique avec de la pectinase (Muñoz-Blandón et al. 2022). Le rouissage rend les fibres plus flexibles mais les affaiblit, justifiant la nécessité de tests pour évaluer l'impact du rouissage sur les propriétés des fibres (Bessadok et al. 2009). Des travaux expérimentaux sont nécessaires pour déterminer la meilleure technique de défibrage des feuilles de *Furcraea foetida*, étant donné que la littérature ne privilégie aucune méthode.

Les fibres peuvent être séchées naturellement, au soleil ou en étuve (Haja Syed Hussain et al. 2023). Dans cette étude, après deux jours de séchage à l'air libre, les fibres ont été placées en étuve pour une durée de 24h à une température de 80°C. Cependant, des températures trop élevées peuvent altérer les fibres, nécessitant une évaluation de l'impact de la température sur leurs performances mécaniques.

Un traitement post-défibrage améliore significativement les propriétés des fibres. Le procédé alcalin, utilisant du NaOH, réduit jusqu'à 50% l'hémicellulose et diminue la présence d'éléments non cellulotiques (Shahril et al. 2022). Cette méthode augmente le pourcentage de cellulose de 60 à 80%, diminuant ainsi leur capacité d'absorption d'eau (Huerta-Cardoso et al. 2020). Un ajustement optimal de la concentration de NaOH peut améliorer la température de dégradation des fibres, passant de 210 à 230°C. Des fibres traitées avec une solution alcaline à 9% en poids ont montré une baisse de 3% du taux d'humidité relative, une augmentation de la résistance à la traction de 192 à 416 MPa, et une augmentation du module d'Young de 7,5 à 12,4 GPa (Shahril et al. 2022). La durée du traitement alcalin influence également les performances des fibres. Un traitement de 2h peut augmenter la résistance à la traction jusqu'à 120 MPa, tandis qu'une prolongation à 5h peut réduire cette même résistance à 100 MPa, illustrant l'importance d'un calibrage précis du temps de traitement (Huerta-Cardoso et al. 2020). Un séchage est recommandé pour retirer toute humidité résiduelle, comme démontré dans l'étude (Shahril et al. 2022) où les fibres ont été séchées à 80°C durant 24h. D'autres méthodes chimiques

comme l'acétylation, le traitement enzymatique, et la silanisation peuvent être explorées, bien que leurs effets sur les fibres de bagasse soient jugés moins significatifs (Huerta-Cardoso et al. 2020).

Les connaissances sur le *Furcraea foetida* sont limitées, avec une seule publication sur la morphologie de leurs feuilles (Blunden, Yi, et Jewers 1973). Les recherches de valorisation des fibres, débutées en 2018, en sont à leurs débuts en matière de caractérisation. La documentation sur la préparation des fibres, les paramètres de rouissage et les utilisations potentielles est également limitée. Il est donc nécessaire de développer la caractérisation et l'utilisation des fibres. La plupart des études se concentrent sur la création de composites, tandis que l'application des fibres en tant qu'isolants thermiques est peu explorée (Caillet et al. 2023). Nous manquons d'informations sur l'efficacité des fibres sous différentes formes (vrac, coupées, tressées, broyées) ainsi que sur leur intégration dans du plâtre recyclé, soulignant ainsi le besoin de recherches approfondies dans ces domaines.

7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cet état de l'art explore diverses dimensions environnementales et économiques clés à La Réunion, soulignant les défis et les opportunités dans la gestion durable des déchets, la lutte contre les espèces invasives, et la fabrication locale d'isolants thermiques. Malgré les progrès dans le recyclage du plâtre, les objectifs pour 2027 soulignent la nécessité d'améliorer encore la valorisation de ces déchets. La gestion de l'espèce invasive *Furcraea foetida* illustre les complexités de protection de la biodiversité. La valorisation de ces fibres à travers de nouvelles applications industrielles représente à la fois un défi écologique et une opportunité économique. Enfin, les stratégies d'isolation thermique à La Réunion révèlent les défis posés par la dépendance aux matériaux importés et les opportunités offertes par les matériaux biosourcés locaux. L'étude révèle une opportunité significative dans l'utilisation combinée des fibres de *Furcraea foetida* et de plâtre recyclé pour la création d'isolants biosourcés, offrant un modèle prometteur pour le développement de matériaux de construction écologiques, réduisant ainsi l'impact environnemental et améliorant l'efficacité énergétique des bâtiments de l'île.

8. REMERCIEMENTS

Ce travail a été soutenu par l'ADEME, l'agence de la transition écologique, dans le cadre du financement d'une thèse co-dirigée par le laboratoire PIMENT (Physique et Ingénierie Mathématiques pour l'Energie, l'Environnement et le bâtiment) de La Réunion, et le laboratoire MATIM (MATériaux et Ingénierie Mécanique) de Reims.

9. BIBLIOGRAPHIE

- Bessadok, A., D. Langevin, F. Gouanvé, C. Chappey, S. Roudesli, et S. Marais. 2009. « Study of Water Sorption on Modified Agave Fibres ». *Carbohydrate Polymers* 76 (1): 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.09.033>.
- Blunden, G., Yi Yi, et K. Jewers. 1973. « The Comparative Leaf Anatomy of Agave, Beschorneria, Doryanthes and Furcraea Species (Agavaceae: Agaveae) ». *Botanical Journal of the Linnean Society* 66 (2): 157-79. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1973.tb02167.x>.
- Caillet, Hélène, Julie Bascaules, Youssoufou Mahaman, Jean-François Martin, Laetitia Adélar, et Olivier Marc. 2023. « Caractérisation et performances thermiques des fibres de *Furcraea foetida* en tant que matériau isolant en vrac ». *Congrès annuel de la société française de thermique (SFT 2023)*.

- Caillet, Hélène, Julie Bascaules, Youssoufou Mahaman, Patrick Rousset, Jean-François Martin, Laetitia Adelard, et Olivier Marc. 2023. « Caractérisation et performances thermiques des fibres de *Furcraea foetida* et de broyat d'ananas en tant que matériau isolant en vrac ». *Entropie thermodynamique – énergie – environnement – économie* 4 (octobre). <https://doi.org/10.21494/ISTE.OP.2023.1017>.
- Fenouillas, Pauline. 2021. « Identification des enjeux de conservation et priorisation des actions de lutte contre les espèces exotiques envahissantes à La Réunion ».
- Geraldo, Rodrigo H., Sayonara M.M. Pinheiro, Jefferson S. Silva, Heloysa M.C. Andrade, Jo Dweck, Jardel P. Gonçalves, et Gladis Camarini. 2017. « Gypsum Plaster Waste Recycling: A Potential Environmental and Industrial Solution ». *Journal of Cleaner Production* 164 (octobre): 288-300. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.188>.
- Grigoletto, Sophie, et Luc Courard. 2018. « Matériaux bio-sourcés et recyclés: de nouvelles ressources pour construire mieux? » *Salon Energie & Habitat, Urban & Environmental Engineering (UEE), Université de Liège*, octobre.
- Haja Syed Hussain, Mohd Ridzuan Mohd Jamir, M.S. Abdul Majid, et Ferriawan Yudhanto. 2023. « Friction and wear characteristics of *Furcraea foetida* fiber-reinforced epoxy composites ». *Polymer Composites*, septembre. <https://doi.org/10.1002/pc.27719>.
- Hivert, Jean, et Dominique Oudin. 2020. « Mission Europa du 6 au 7 juillet 2020 ». Compte rendu. Europa: CBN-CPIE Mascarin, TAAF. <https://ileseparse.cbnm.org/index.php/component/jdownloads/send/19-rapports-scientifiques-et-techniques/348-hivert-j-oudin-d-2020-mission-europa-du-6-au-7-juillet-2020>.
- Huerta-Cardoso, Omar, Isidro Durazo-Cardenas, Veronica Marchante-Rodriguez, Phil Longhurst, Frederic Coulon, et Adriana Encinas-Oropesa. 2020. « Up-Cycling of Agave Tequilana Bagasse-Fibres: A Study on the Effect of Fibre-Surface Treatments on Interfacial Bonding and Mechanical Properties ». *Results in Materials* 8 (décembre): 100158. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2020.100158>.
- Manimaran, P., P. Sentharamaikkannan, M. R. Sanjay, M. K. Marichelvam, et Mohammad Jawaid. 2018. « Study on characterization of *Furcraea foetida* new natural fiber as composite reinforcement for lightweight applications ». *Carbohydrate Polymers* 181 (février): 650-58. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.11.099>.
- Muñoz-Blandón, Oscar, Margarita Ramírez-Carmona, Beatriz Cuartas-Urbe, et José Antonio Mendoza-Roca. 2022. « Evaluation of Original and Enzyme-Modified Figue Fibers as an Azo Dye Biosorbent Material ». *Water* 14 (7): 1035. <https://doi.org/10.3390/w14071035>.
- Pacheco-Torgal, F., et Said Jalali. 2012. « Earth Construction: Lessons from the Past for Future Eco-Efficient Construction ». *Construction and Building Materials* 29 (avril): 512-19. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.054>.
- Sarrailh, Jean-Michel, Tiana Madaule, et Jean-Noël Rivière. 2008. « Étude de la forêt semi-sèche de la Réunion: application à la réhabilitation de la flore indigène ». 2008. https://agritrop.cirad.fr/543728/1/document_543728.pdf.
- Shahril, S. M., M. J. M. Ridzuan, M. S. Abdul Majid, A. M. N. Bariah, M. T. A. Rahman, et P. Narayanasamy. 2022. « Alkali treatment influence on cellulosic fiber from *Furcraea foetida* leaves as potential reinforcement of polymeric composites ». *Journal of Materials Research and Technology* 19 (juillet): 2567-83. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.06.002>.
- Thueux, Pierre. 2015. « Un projet réunionnais pour sauver la forêt semi-sèche Life+corexerun ». Recueil d'expériences LIFE07 NAT/F/000188. programme européen LIFE+ COREXERUN, Parc National de La Réunion, Conservatoire du Littoral - Antenne de La Réunion. https://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/rex/livret6_reconstitution.pdf.
- Totong, Totong, Wiah Wardiningsih, Muhammad Al-Ayyuby, Ria Wanti, et Ryan Rudy. 2022. « Extraction and Characterization of Natural Fiber from *Furcraea foetida* Leaves as an Alternative Material for Textile Applications ». *Journal of Natural Fibers* 19 (13): 6044-55. <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1904477>.
- Triolo, Julien. 2016. « Méthodes de lutte contre les plantes envahissantes ». Fiche technique. Office National des Forêt (ONF) Réunion avec le soutien de la DEAL Réunion. <https://www.cen.nc/documents/22209/84851/M%3%A9thodes+de+Lutte+contre+les+plantes+envahissantes/8d16f3ac-8d70-433e-8fce-7fd24db5ce9a>.