

Upcycling de déchets de cuir : de l'élaboration de nouveaux matériaux à l'émergence d'une nouvelle marque

LEROYER Léo¹, FERNANI Valérie², CHARRIER Bertrand¹

¹Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, Mont de Marsan, France

²API'UP, 108 Avenue Lartigau, Capbreton, France

leo.leroy@univ-pau.fr

Mots clefs : cuir, upcycling, composite, colle à bois

Contexte et objectifs

API'UP est une association spécialisée dans la collecte et l'upcycling de déchets avec une approche responsable et solidaire. En association avec un cabinet de design (La Racine), elle propose une gamme de mobilier et d'objets contemporains éco-conçus. En 2018, API'UP a démarré un programme de R&D, dénommé MATERIA, de manière à diversifier les matières valorisées en complément du bois, initialement seul à l'être, en intégrant le cuir et le textile. Dans ce cadre, l'antenne montoise du laboratoire IPREM - UPPA (équipe Xylomat) a été sollicitée pour développer de nouveaux matériaux à partir de ces ressources.

L'objectif initial était d'étudier le comportement de ces matières en thermocompression pour la fabrication de panneaux. Ces expérimentations ont débuté en 2018 et ont permis de sélectionner la colle qui semblait la plus pertinente. Il s'agit d'une colle naturelle traditionnellement utilisée dans l'industrie du bois. S'en est suivi un développement progressif jusqu'à l'optimisation des produits finis en vue de la commercialisation, sous la nouvelle marque OSPHER, créée par API'UP.

L'objet de ce poster est de présenter les dernières étapes de prototypage jusqu'à la préproduction des panneaux pour l'exposition « Le FRENCH DESIGN » de la galerie VIA en octobre et novembre 2021.

Matériel et méthode

Le cuir a été collecté par API'UP auprès d'entreprises partenaires du sud ouest de la région Nouvelle Aquitaine, puis broyés par leur soin à l'aide d'un broyeur à couteaux à une granulométrie de 3 mm. Les mélanges de cuir de manière à obtenir les coloris souhaités pour les panneaux finis ont été élaborés par Léa Diaz, doctorante au laboratoire.

Le mélange broyat de cuir/colle naturelle a été effectué dans un mélangeur à pales, fabriqué sur mesure pour le laboratoire.

Les panneaux ont été pressés dans des moules à l'aide d'une presse pilote (PAGNONI MONZA, instrumentalisée par la société 3R (Montauban), de capacité 100 tonnes, dimensions des plateaux 600x600 mm). Quatre types de moule ont été utilisés : 2 moules en polyoxyméthylène (POM) pour les essais de petites dimensions, un moule en bois revêtu d'un film téflon ou plastique et un moule en aluminium chemisé POM pour le prototypage des panneaux de taille 1. Les moules en POM et aluminium ont été conçus et modélisés au laboratoire et usinés par une entreprise sous-traitante d'API'UP, tandis que les moules en bois ont entièrement été fabriqués au laboratoire (modélisation 3D et usinage à l'aide d'une fraiseuse Charly 2U, Charlyrobot).

Les panneaux obtenus ont ensuite été séchés dans un séchoir chauffé à 40°C pendant 2 jours, puis laissés à température ambiante pendant 2 semaines.

Les montants en bois des panneaux cuir ont été fabriqués par l'atelier d'API'UP. Les essais de charnières modulables en composite PLA/bois ont été remodelés et fabriqués au laboratoires (logiciel cura, imprimante 3D Ultimaker 2+).

Résultats et discussion

Après 2 années de développement en partenariat avec la société API'UP, un composite à base de cuir broyé et d'une colle naturelle a été mis au point au laboratoire. Le procédé et les formulations font actuellement l'objet d'un dépôt de brevet. Il s'agissait alors de trouver les meilleures méthodes de valorisation de ce matériau pour le compte de l'entreprise.

Design et Prototypage

Après concertation avec le studio La Racine, une application comme panneaux séparateurs de bureaux a été envisagée, suite aux performances mécaniques satisfaisantes et aux premiers résultats encourageants d'absorption acoustique du matériau.

En accord avec le marché cible (mobilier professionnel haut de gamme), la modularité a été une des priorités. Par ailleurs, les dimensions des plateaux de la presse ne permettaient pas d'envisager des panneaux de dimensions supérieures à 500x500 mm.

Des éléments séparateurs de bureaux empilables et articulables ont ainsi été imaginés par le studio de design. Par ailleurs, même si les propriétés mécaniques ont permis une solidité suffisante pour une manipulation des panneaux, il a rapidement été envisagé de rajouter une structuration supplémentaire pour assurer la solidité de l'ensemble.

Une première version (V1), intégrant 4 tubes cintrés collés entre deux demi-panneaux, sont présentée dans les Figures 1 et 2. Les extrémités des tubes permettent de joindre les éléments entre eux de manière à apporter la modularité : des jonctions droites pour l'empilement et des jonctions articulées sur les côtés pour pouvoir former un angle entre deux colonnes.



Fig. 1 : Paravent composé de 8 éléments V1



Fig. 2 : Détail d'un élément V1

Les prototypes V1 ont été produits à l'aide d'un moule en bois, conçu au laboratoire. Les deux demi-panneaux ont été collés avec une colle vinylique, avec 4 arceaux en cuivre cintrés au laboratoire. Malgré un enthousiasme procuré par le design, il s'est avéré que la solidité de l'ensemble n'était pas suffisante, en particulier entre les arceaux de renfort. Une solution aurait été de relier ces 4 « U » pour former une structure plus rigide, mais aurait entraîné un surcoût trop important. Par ailleurs, la fabrication impliquant la préparation de deux demi-panneaux à coller semblait coûteuse et compliquée à industrialiser.

Une seconde version (V2) a ainsi été imaginée, intégrant, cette fois des montants en bois sur les côtés pour assurer la rigidité verticale, comme indiqué dans la figure 3.

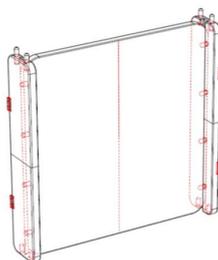


Fig. 3 : Elément de paravent V2 avec montants en bois

Un premier moule en bois a permis d'obtenir une première version des prototypes V2. Après optimisations, plusieurs éléments ont été constatés : bonne tenue mécanique des panneaux, surface un peu pelucheuse et problème de finition des arrêtes, rigidité insuffisante (nécessité de rajouter 2 tubes aluminium à l'intérieur des panneaux) et usure des revêtements internes du moule en bois (film adhésif téflon pour les cotés et film plastique pour les faces). La version (V2) a été retenue et a nécessité de nombreuses optimisations.

Dans un premier temps, deux moules en POM de petites dimensions ont été utilisés pour améliorer la finition des arrêtes, et en particulier pour étudier la possibilité de former des congés d'arrêtes (4 rayons évalués). Que ce soit en pressage symétrique (2 pistons) ou non, les arrêtes n'étaient pas correctement comblées et il a été décidé d'abandonner les congés d'arrêtes au profit d'arrêtes droites.

Selon les observations précédentes, un second moule, pour la pré-production, a été imaginé. Il a été conçu en aluminium pour sa conductivité thermique ainsi que pour sa meilleure résistance mécanique comparativement au POM ou au bois. Cependant, il est apparu que le composite adhérait à l'aluminium lors du pressage. Deux produits de démoulage ont alors été utilisés. Cependant ils n'ont pas donné satisfaction car ils ont adhéré malgré le démoulant liquide. Finalement, pour s'affranchir des problèmes d'adhérence, un moule en aluminium chemisé en POM a été fabriqué. Il a été construit à partir d'une structure aluminium démontable (4 cotés + 4 angles), de 2 pistons aluminium et d'un chemisage POM (2 plaques inférieure et supérieure, et 4 cotés), comme présenté dans les figures 4 et 5.

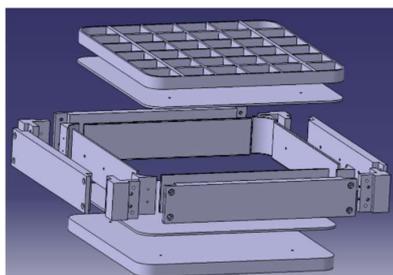


Fig. 4 : Modélisation du moule aluminium



Fig. 5 : Moule aluminium en cours d'utilisation dans la presse

Après optimisation (mélange, température, cycle de pressage, ...), des panneaux très cohésifs ont été obtenus, avec une surface non pelucheuse. Par contre, les tubes internes ont induit des marques sur les faces des panneaux (acceptables pour l'entreprise), tandis que les arrêtes ont présentés quelques défauts sous forme de bourrelet. Un post-usinage des arrêtes a été nécessaire pour obtenir une finition satisfaisante. Les panneaux ainsi produits ont pu être fixés sur les montants en bois fabriqués par API'UP.

De nombreuses discussions ont été menées autour du système d'articulation entre les éléments du paravent (panneaux composite cuir + montants en bois), en particulier via l'utilisation d'« équerres » en composites PLA/bois. Finalement, le système retenu a été une fixation des éléments par une charnière « classique », assurant une stabilité satisfaisante, mais limitant la modularité.

Propriétés acoustiques

Après optimisation, il s'est avéré que le coefficient d'absorption acoustique mesuré par un tube de Kundt selon la méthode développée par Lacoste et al. (2015) était supérieur à 0,4 entre 2 et 6,5 kHz, mais en dessous pour des plus basses fréquences, et ce pour trois couleurs de panneaux évaluées (vert, bleu clair et bleu foncé). Ainsi, les performances acoustiques sont proches de celles de panneaux de liège aggloméré de même épaisseur (20 mm), sur la gamme de fréquence 500-1000 Hz et 4-6,5 kHz, mais inférieures pour la gamme 1250 à 3000 Hz, comme présenté Figure 6.

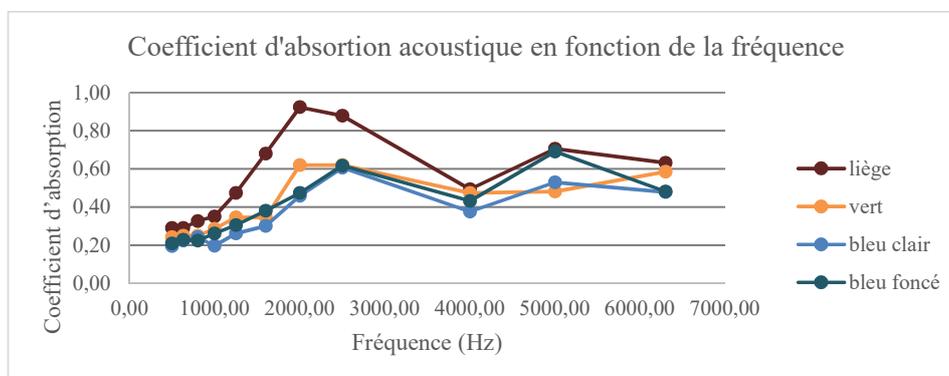


Fig. 6 : Coefficient d'absorption acoustique du matériau en fonction de la fréquence

Conclusion et perspectives

Après 3 années de R&D en collaboration avec API'UP, des éléments de mobilier professionnel ont été imaginés, conçus et fabriqués en laboratoire, en partenariat avec le studio La Racine. A l'issue de cette aventure, une nouvelle marque a vu le jour, créée par API'UP et dénommée OSPHER (La Racine et al.), afin de commercialiser les produits intégrant le nouveau matériau élaboré dans le cadre de ce projet. Les premiers éléments sont actuellement exposés à Paris dans le cadre de la Paris Design Week, Le FRENCH DESIGN à la galerie VIA.

D'autres matériaux à partir de cuir recyclé ont également été obtenus lors de ce projet MATERIA, en particulier des composites de faible densité possédant des performances thermiques et acoustiques. Nous avons également pu créer des panneaux de plus forte densité avec des performances mécaniques permettant une utilisation structurelle. Par ailleurs, ces travaux montrent qu'une colle à bois naturelle très utilisée jusqu'au début du XX^{ème} siècle peut permettre aujourd'hui la mise au point de nouveaux matériaux à forte valeur environnementale. Enfin, des recherches sont toujours en cours, avec notamment le démarrage prochain d'une étude pour l'optimisation du défibrage du cuir (projet UPCY CUIR financé par la Région Nouvelle Aquitaine).

Remerciements

Remerciement de la chaire de recherche de recherche junior « Bois » (<https://recherche.univ-pau.fr/fr/chaieres.html>) pour son soutien financier.

Références

La Racine, HERMITS, API'UP, « Ospher | Aménagements éco-inspirants », <https://ospher.fr/>, consulté le 25 octobre 2021.

LACOSTE, C., BASSO, MC., PIZZI, A., CELZARD, A., ELLA EBANG, E., GALLON, N., CHARRIER, B. Pine (*P. pinaster*) and quebracho (*S. lorentzii*) tannin-based foams as green acoustic absorbers. (2015). *Industrial Crops and Products* (67). 70-73.