



Livrable n°T.2.5.2

Développement d'un panneau de camion
frigorifique
03/2023

UBS & INRAe



European Regional Development Fund



Partenaires

PP Responsable : UBS et INRAe

Partenaires impliqués : Ecotechnilin

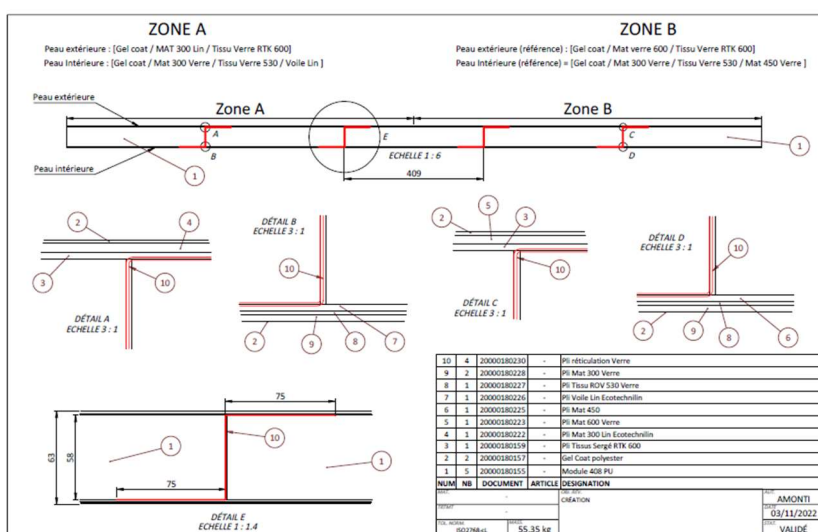
Contenu

➤ Objectifs :

Ce livrable est dédié à la caractérisation des panneaux composites à structure sandwich de camions frigorifiques développés par l'entreprise CHEREAU. Seules les peaux composites de cette structure, renforcées en partie par un mat ou un voile de lin fournis par Ecotechnilin, sont testées et comparées aux matériaux de référence actuels. Pour cela, des essais mécaniques et morphologiques sont réalisés sur un premier prototype de panneau produit par l'entreprise CHEREAU.

➤ Composition d'un panneau :

Les panneaux sont constitués de trois couches : une peau extérieure, une âme en mousse polyuréthane et une peau intérieure. Les deux peaux sont conventionnellement constituées de fibres de verre (mat ou tissu) liées par une résine polyester, et d'un revêtement d'aspect extérieur (gel coat). L'UBS et l'INRAE ont donc réalisé leurs essais sur ces peaux où les mats de verre ont été remplacés par des produits en lin.



Plan de moulage du panneau sandwich et ses composants (Zone A : composites renforcés de fibres naturelles de lin et Zone B : composites renforcés de fibres conventionnelles de verre)



Panneau sandwich entier



➤ Matériaux :

Pour ces essais, le mat de verre 400 g/m² (référence) est remplacé par le voile de lin 150 g/m² (test) dans la peau intérieure du panneau. Pour la peau extérieure, le mat de verre 600 g/m² (référence) est remplacé par un mat de lin de grammage 300 g/m². Les différents empilements des stratifiés sont rappelés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 1 : Empilements des peaux intérieures

| Référence | Test |
|---|--|
| Gel coat | Gel coat |
| Mat de verre 300 g/m ² | Mat de verre 300 g/m ² |
| Tissu de verre ROV 530 g/m ² | Tissu de verre roving 530 g/m ² |
| Mat de verre 400 g/m ² | Voile de lin 150 g/m ² |

Tableau 2 : Empilements des peaux extérieures

| Référence | Test |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Gel coat | Gel coat |
| Mat de verre 600 g/m ² | Mat de lin 300 g/m ² |
| Tissu de verre rtk 600 | Voile de lin 150 g/m ² |

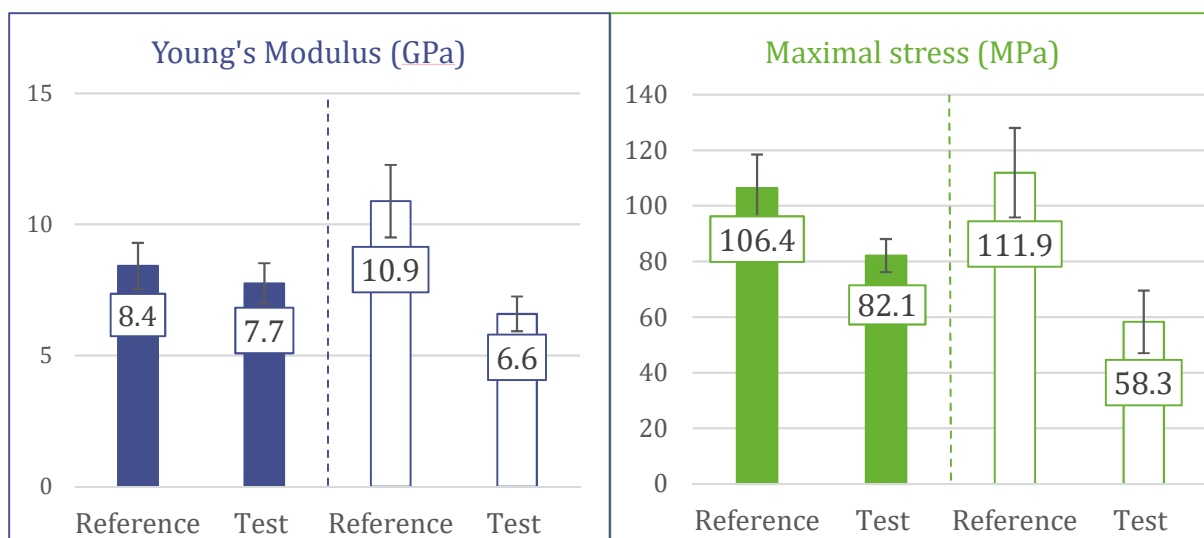
➤ Essais réalisés :

Après préparation des échantillons, des observations sont réalisées au Microscope Électronique à Balayage (MEB) afin de valider la qualité d'imprégnation de ces matériaux et de définir leurs taux de porosité. Des essais de traction et de flexion sont également effectués sur l'ensemble des stratifiés suivant les paramètres précisés dans le tableau suivant :

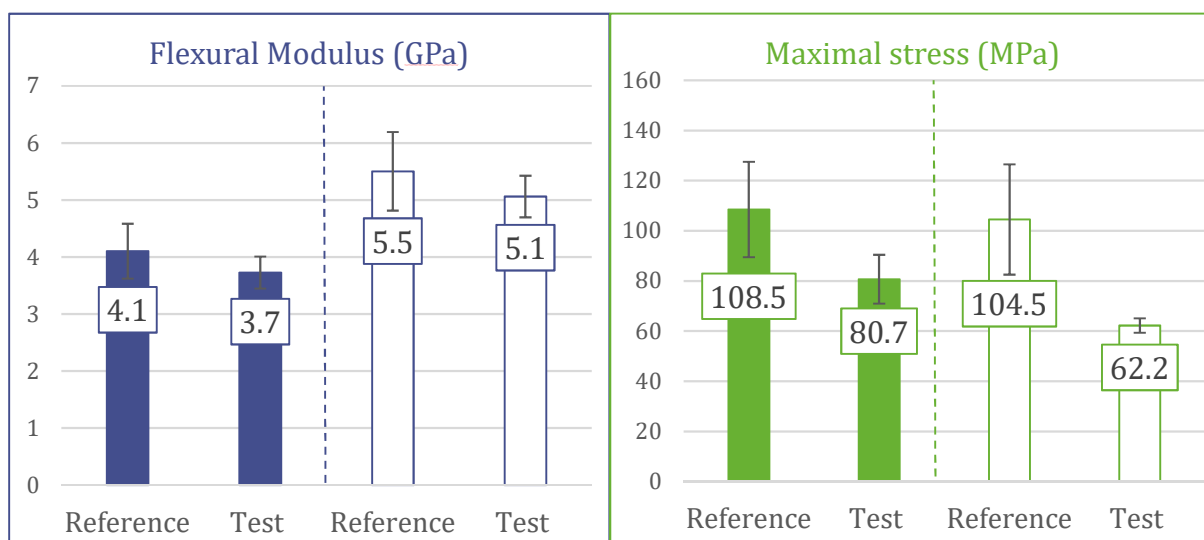
| | Essais de traction | Essais de flexion |
|------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Normes ISO | 14125 | 527-4 |
| Conditions climatiques | RH = 50 ± 5% ; T = 23 ± 2°C | |
| Vitesse d'essai | 1 mm/min | |
| Nombre d'éprouvettes | 10 | |

➤ Propriétés mécaniques :

Les propriétés mécaniques en traction sont obtenues. Les histogrammes situés à droite et de couleur représentent les résultats des peaux composites intérieures, contrairement aux histogrammes de couleur blanche correspondants aux peaux extérieures.



Ainsi, les propriétés en flexion sont également définies :



Les propriétés mécaniques des peaux intégrant le voile de lin sont très intéressantes avec une rigidité proche du composite de référence. Contrairement au comportement des peaux extérieures, où la substitution du pli de verre par le mat de lin vient faire chuter considérablement les performances mécaniques : réduction du Module de Young de 39% ainsi qu'une perte de 48 et 40% de la contrainte maximale admissible en traction et flexion, respectivement.

➤ Propriétés morphologiques :

Ces résultats peuvent être expliqués par des analyses morphologiques. En effet, les taux de porosité des différents composites sont obtenus à la suite des observations réalisées au MEB.



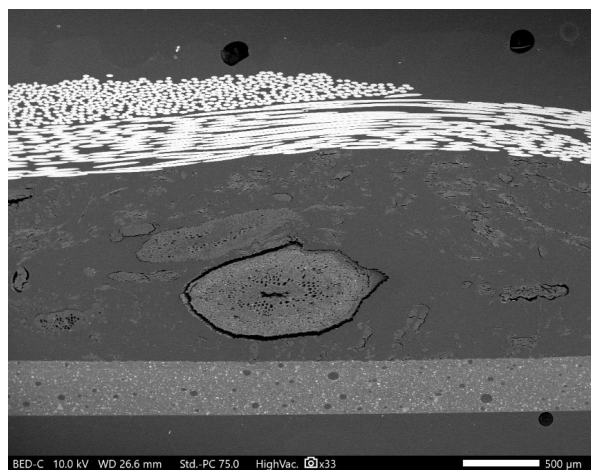
| % surface area | External skin | | Internal skin | |
|----------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | Reference | Test | Reference | Test |
| 1 | 0.33 | 2.17 | 0.93 | 1.95 |
| 2 | 0.67 | 8.08 | 1.13 | 4.17 |
| 3 | 1.17 | 1.26 | 5.27 | 1.91 |
| Moyenne | 0.72 | 3.84 | 2.44 | 2.68 |
| SD | 0.42 | 3.70 | 2.45 | 1.29 |

Il est constaté que pour les échantillons testés (zone de 2 cm dans la tranche du matériau), un taux de porosité d'environ 8% dans les composites extérieurs peut être atteint comparé à la zone de référence ou ces valeurs ne dépassent pas 1%. Il est également intéressant de constater que les taux de porosités dans les peaux intérieures (test et référence) sont quasiment les mêmes. Ces porosités sont effectivement situées dans le mat de verre en contact avec le gel coat.

CONCLUSION

Pour conclure, ces premiers essais permettent d'obtenir des informations sur les performances mécaniques et structurales de ces nouveaux matériaux intégrant des produits semi-finis en lin.

Les performances mécaniques moindres obtenues pour ces composites peut être expliquées par plusieurs facteurs : des taux de porosité plus élevés, surtout pour les peaux extérieures, une architecture avec des plis de grammage inférieur : passages de 400 à 150 g/m² et de 600 à 300 g/m² dans les peaux intérieures et extérieures respectivement. De plus, comme observé sur l'image MEB ci-contre, la non-uniformité que présentent les fibres naturelles peut impacter les performances finales du matériau composite.



Ce travail a permis de valider l'usage du lin pour certaines parties des panneaux et de créer un prototype de panneau de camion frigorifié optimisé ; il constitue une base de travail solide pour les futurs développements que Chéreau conduira. Il a aussi permis de mettre en relation les partenaires Flower avec Cette entreprise et d'envisager de futurs travaux communs.

