



**Livrable n°T.2**

**FICHES TECHNIQUES DES PLAQUES  
COMPOSITES**

**15/10/2021**

**KAÏROS**



European Regional Development Fund



## Partners

**PP Leader : Kairos**

**Partners involved : Portsmouth, UBS, Ecotechnilin**

**Deliverable N° & name :**

- **2.2.2 Technical datasheet of the laminate**

## Content

### 1 Contexte de l'activité 2 – MT2

Dans cette activité Kairos a développé des nouveaux matériaux composites, de structure monolithique et sandwich en utilisant la préforme non tissée de fibres de lin légèrement orientée. Celle-ci a été fabriquée par Ecotechnilin via le procédé de Teillage Vandecandelaère. Ces matériaux sont destinés à l'élaboration d'un support publicitaire sur lieu de vente (PLV). Par conséquent, leurs états de surface doivent être lisses et sans défauts apparents afin de respecter les enjeux esthétiques de ce domaine d'application. L'empreinte environnemental de ces nouveaux matériaux est réduite grâce au fort potentiel de recyclabilité et compostabilité de ceux-ci et aux matières premières biosourcée. Kairos doit s'assurer que les matériaux respectent le cahier des charges imposé par le domaine de la PLV (usinabilité, aspect esthétique, allègement, bonne tenue mécanique) tout en vérifiant qu'ils ont une bonne capacité de recyclage. Ces matériaux sont réalisés grâce au procédé de thermocompression favorisant un temps de cycle de fabrication court et un faible coût de mise en œuvre. De nombreux essais tels que des tests de tenue mécanique dans différents environnements, des tests de vieillissement UV et des tests de résistance à la rayure, sont réalisés afin de caractériser le nouveau matériau. Les résultats obtenus permettent ainsi de mettre en place une fiche technique détaillée du matériau et ainsi le comparer aux matériaux conventionnels pétro-sourcés. La fabrication de plaques en composite a également pour but de réaliser un prototype de produit type de PLV. Ainsi, la réalisation d'un meuble de PLV permettra de démontrer la robustesse du matériau pour ce domaine d'application.



## Table des matières

<b>1</b>	<b>Contexte de l'activité 2 – MT2.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Fiche technique des plaques (Livraison T2.2.2) .....</b>	<b>4</b>
2.1	Exemple de fiche technique .....	4
2.2	Méthode de caractérisation .....	6
2.2.1	Découpe.....	6
2.2.2	Essai de traction.....	6
2.2.3	Essai de flexion.....	6
2.2.4	Rugosité .....	7
2.2.5	Dureté Shore D .....	7
2.2.6	Résistance au choc .....	7
2.2.7	Résistance à la rayure .....	8
2.3	Comparaison aux matériaux conventionnels.....	8
2.3.1	Propriétés de flexion .....	8
2.3.2	Propriétés de surface .....	9



## 2 Fiche technique des plaques (Livable T2.2.2)

Les fiches techniques regroupent l'ensemble des propriétés de la plaque composite caractérisées dans l'activité 2, notamment la tenue mécanique, la tenue aux UV, la résistance à la rayure, etc. Elles fournissent également des informations permettant de faciliter la mise en œuvre des supports publicitaires temporaires à savoir les paramètres d'usinage, de collage, de pliage, etc. Elles donnent également les préconisations nécessaires pour la gestion de sa fin.

### 2.1 Exemple de fiche technique

Un exemple est présenté en figure 1 pour la plaque monolithique 1.

**Informations techniques**  
**Kairlin® FLOWER 12 - 12 plis orientés dans la longueur**

---

**Description du produit**

**Le produit et son application**  
 Le Kairlin® FLOWER a été imaginé en suivant une analyse de cycle de vie qui permet de proposer un produit limitant son empreinte environnementale à chaque étape de son existence : conception, fabrication, utilisation et fin de vie.

Le Kairlin® FLOWER est un matériau bio-sourcé conçu à partir de fibres de lin ou de chanvre, et de composants 100 % naturels.

Le Kairlin® FLOWER est produit en Normandie en circuit court, près des champs où est cultivé le lin.

Le Kairlin® FLOWER a des propriétés mécaniques élevées, c'est un matériau à la fois léger et rigide.

La surface poli miroir (rugosité Ra < 0,8µm) permet les impressions, sérigraphies, marquages à chaud et contre-collages directs sur le Kairlin® FLOWER.

Le Kairlin® FLOWER a été imaginé pour respecter le cahier des charges et répondre aux besoins de l'affichage publicitaire, du marketing de point de vente, des supports événementiels, de la signalétique ou encore du packaging.

La planéité de ce matériau peut évoluer en fonction de la température et de l'hygrométrie.

**Conditionnement**  
 Ce matériau doit être stocké à plat en intérieur à température et hygrométrie stable avec le conditionnement de livraison : panneau plan et rigide sur lequel sont empilés les panneaux de ce matériau, chacun séparé par des feuilles de carton, l'ensemble étant exactement aligné sur les champs des panneaux de ce matériau, recouvert d'un second panneau rigide et plan, puis cerclé. Du poids peut être rajouté sur le panneau rigide supérieur s'il est uniformément réparti sur toute la surface.

**Signalétique**  
 Impression numérique, sérigraphie, contre-collage, peinture, marquage à chaud, autocollant.

**Sciage**  
 Idéalement lame composite sinon lame bois.

**Usinage**  
 Découpe laser, numérique (CN), jet d'eau, guillotine, perçage, gravure, ponçage, polissage.

**Fraisage**  
 Idéalement : rotation 20 000 tr/min, avance 1000 mm/min, fraise 1 dent diamètre 4mm, coupe à droite - goujure à gauche.

**Pliage**  
 Pliage idéal avec rainurage et chauffage à 60°C  
 Rainurage et pliage à froid, et pliage à chaud sans rainurage également possibles.

**Thermoformage**  
 Thermoformable avec presse à membranes, moule contre moule, emboutissage  
 Température de transition vitreuse : [50 - 60]°C  
 Température de ramollissement : [110 - 130]°C  
 Température de fusion : [170 - 190]°C

**Collage**  
 Collage à chaud / froid, tout type de colles / colle végétale.

**Nettoyage**  
 Nettoyage/dégraissage à l'alcool à brûler, alcool isopropylique, vinaigre blanc (éviter l'acétone).

**Fin de vie**  
 En fin de vie, le Kairlin® FLOWER peut être recyclé à 100%.  
 Grâce à sa composition 100 % naturelle, le Kairlin® FLOWER peut être composté en compost industriel. Cela permet une valorisation des déchets et de trouver une alternative durable à l'incinération dans le cas où le matériau est difficilement acheminable jusqu'au circuit de recyclage. La compostabilité du Kairlin® a été testée en condition réelle chez un composteur industriel et confirmée par des tests en laboratoire. Le certificat de compostabilité est en cours d'acquisition.

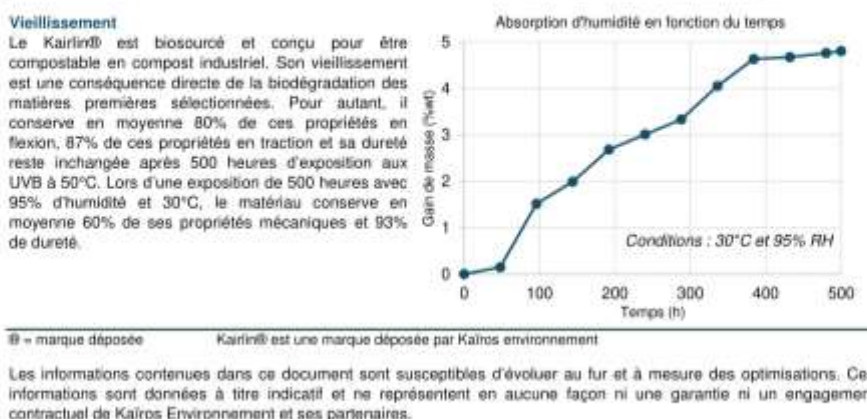
2021



## Les propriétés

Les propriétés sont données à titre indicatif pour des températures ambiantes.

Propriétés	Unité	Norme	Valeur	Tolérance
<b>Propriétés physiques et dimensionnelles</b>				
Fraction massique des fibres	[%]		23,2%	
Masse surfacique	[g/m <sup>2</sup> ]		2070	
Épaisseur	[mm]		1,48	± 0,05
Masse volumique	[kg/m <sup>3</sup> ]		1305	± 42
<b>Propriétés mécaniques</b>				
MD	Module de traction	[N/mm <sup>2</sup> ]	8679	± 593
	Contrainte maximale en traction	[N/mm <sup>2</sup> ]	82,4	± 3,1
	Allongement à la rupture	[%]	1,57	± 0,05
CD	Module de traction	[N/mm <sup>2</sup> ]	5110	± 243
	Contrainte maximale en traction	[N/mm <sup>2</sup> ]	38,5	± 0,3
	Allongement à la rupture	[%]	1,48	± 0,15
MD	Module de flexion	[N/mm <sup>2</sup> ]	4982	± 552
	Contrainte maximale en flexion	[N/mm <sup>2</sup> ]	139,0	± 4,7
	Déformation à la rupture	[%]	3,13	± 0,10
CD	Module de flexion	[N/mm <sup>2</sup> ]	3725	± 211
	Contrainte maximale en flexion	[N/mm <sup>2</sup> ]	87,7	± 2,6
	Déformation à la rupture	[%]	3,23	± 0,12
	Dureté Shore D	DIN 53505	87,3	± 0,3
	Résistance au choc - Charpy	[kJ/m <sup>2</sup> ]	29,8	± 6,6
<b>Propriétés de surface</b>				
	Résistance aux rayures	EN 438-2-25	En cours	±
	Rugosité (Ra)	[µm]	NF EN 10049	0,57 ± 0,06
<b>Propriétés thermiques</b>				
	Température de service	[°C]		de -55 à 55
<b>Comportement au feu</b>				
	Résistance au feu	NF P92-501 & NF P92-504		M4



2021

Figure 1 : fiche technique de la plaque monolithique 1 (12 plis orientés dans la longueur)

Ces fiches techniques sont rédigées en français comme en anglais.

La première page décrit le produit et informe les imprimeurs sur la manière de transformer le matériau dans les meilleures conditions. La deuxième page regroupe les différentes propriétés du matériau.

Les propriétés mécaniques dépendent des conditions extérieures notamment l'humidité et l'exposition aux UV. Cette influence a été caractérisée par l'université de Portsmouth. Les résultats donnés dans cette fiche technique dans la rubrique « vieillissement » sont détaillés dans leur rapport (Livrable 2.1.2).



## 2.2 Méthode de caractérisation

Afin d'obtenir ces propriétés plusieurs méthodes sont effectuées en suivant différentes normes. Ces procédures sont détaillées pour chaque propriété ci-après.

### 2.2.1 Découpe

Des échantillons de ces plaques sont découpés en forme d'éprouvettes afin de mener les différents essais caractérisation mécanique et physico-chimique, permettant la réalisation des fiches techniques. La découpe est réalisée grâce à une fraiseuse numérique où la fraise se déplace à 50mm/sec et tourne à 25 000 tr/min. Les éprouvettes sont découpées selon les deux directions dans le plan de la plaque. Une direction correspond au sens de déroulement de la bobine, elle est appelée « machine direction » (MD). La deuxième direction correspond au sens opposé, elle est intitulée « cross direction » (CD).

Les tests sont effectués à température ambiante.

### 2.2.2 Essai de traction

Dans chaque configuration (matériau et orientation), les essais mécaniques en traction sont réalisés avec 5 éprouvettes, supposées homogènes. Ainsi, chaque valeur présentée est la moyenne d'une série de 5 valeurs issues de 5 essais reproductibles. Les tests de traction sont réalisés avec une MTS criterion 42 équipée d'une cellule de 5kN et d'un extensomètre d'une longueur de déplacement de 25mm. Une vitesse de déplacement de 1mm/min est choisi et les tests sont conduits en suivant la norme ISO 527. Les géométries des éprouvettes dépendent de plusieurs critères notamment de l'épaisseur des plaques. Ainsi, tous les paramètres choisis sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1 : paramètres des essais de flexion

Type	Plaque 1	Plaque 2	Plaque 3	Plaque 4
Épaisseur (mm)	1,49 +/- 0,05	1,03 +/- 0,03	1,09 +/- 0,03	2,42 +/- 0,02
Largeur MD (mm)	15,19 +/- 0,04	15,03 +/- 0,03	15,16 +/- 0,01	15,05 +/- 0,01
Largeur CD (mm)	15,24 +/- 0,04			

### 2.2.3 Essai de flexion

Dans chaque configuration (matériau et orientation), les essais mécaniques en flexion sont réalisés avec 5 éprouvettes, supposées homogènes. Ainsi, chaque valeur présentée est la moyenne d'une série de 5 valeurs issues de 5 essais reproductibles. Les tests de flexion trois points sont réalisés avec une machine MTS criterion 42 équipée d'une cellule de charge de 500N. Cette machine enregistre la force ainsi que le déplacement. La norme ISO 14125 est suivie pour les plaques sandwich tandis que la norme NF 54-606 est préférée pour les plaques sandwich.

Les paramètres géométriques des éprouvettes dépendent de leur épaisseur notamment la longueur, la largeur. D'autres paramètres dépendent également de l'épaisseur des éprouvettes tels que la portée, la vitesse d'essai et les rayons du support et du poinçon de charge. Tous les paramètres variables sont renseignés dans le tableau 2.

Tableau 2 : paramètres des essais de flexion



Type	Plaque 1	Plaque 2	Plaque 3	Plaque 4	Plaque 5
Épaisseur (mm)	1,49 +/- 0,05	1,03 +/- 0,03	1,09 +/- 0,03	2,42 +/- 0,02	5,58 +/- 0,04
Longueur (mm)	80	45,04 +/- 0,05	45,06 +/- 0,09	50,03 +/- 0,03	170
Largeur (mm)	25,21 +/- 0,11	25,05 +/- 0,02	25,08 +/- 0,09	25,03 +/- 0,03	15,05 +/- 0,01
Portée (mm)	24	16,5	16,5	39	112
Vitesse d'essai (mm/min)	0,75	0,5	0,5	1,2	2,8
Rayons des supports (mm)	5	2	2	2	5
Rayon du poinçon (mm)	5	5	5	5	5

### 2.2.4 Rugosité

La rugosité de surface mesure le degré d'irrégularité de la surface du matériau. La mesure de rugosité peut être évaluée de deux manières : en calculant le Ra ou le Rz. Alors que le Ra donne la rugosité moyenne de la surface, le Rz indique les valeurs maximales des déformations ou trous. La mesure de la rugosité de surface est effectuée à l'aide du testeur de rugosité de surface TR 100 Surface Roughness Tester présenté en figure 2. Les valeurs exploitées sont les valeurs de Ra.



Figure 2 : rugosimètre utilisé

### 2.2.5 Dureté Shore D

La dureté Shore D mesure la résistance d'un matériau à la pénétration d'une aiguille sous une force de ressort définie. Elle est déterminée par un nombre de 0 à 100. Plus le nombre est élevé, plus la dureté est élevée. Les essais sont réalisés en suivant la norme DIN 53505 avec le duromètre présenté en figure 3.



Figure 3 : duromètre utilisé

### 2.2.6 Résistance au choc

L'essai de résistance au choc Charpy permet de connaître la résistance d'un matériau à la rupture. Lors de cet essai, l'énergie nécessaire pour rompre le matériau est évaluée. En effet, elle est obtenue en comparant la différence d'énergie potentielle entre le départ du



pendule et la fin de l'essai. La machine est munie d'index permettant de connaître la hauteur du pendule au départ ainsi que la position la plus haute que le pendule atteindra après la rupture de l'éprouvette. Un mouton-pendule est utilisé afin de générer un impact sur le matériau.

### 2.2.7 Résistance à la rayure

Ce test permet d'évaluer la résistance à la rayure de la surface du matériau. Ainsi, un ressort est placé dans le scléromètre selon la force désirée (de 0 à 30N). Le scléromètre est un crayon possédant une pointe en carbure de tungstène. Le scléromètre est ensuite placé sur la plaque perpendiculairement. La pointe appuie ensuite sur le revêtement jusqu'à ce qu'une trace apparaisse (traces, déchirures, ...). La force est ensuite mesurée. Plus la force est élevée pour faire apparaître des traces, plus le revêtement est résistant aux rayures.

## 2.3 Comparaison aux matériaux conventionnels

### 2.3.1 Propriétés de flexion

Les propriétés de flexion sont quasiment identiques pour toutes les plaques en biocomposite selon les figures 4 et 5. Les propriétés des plaques en biocomposite surpassent très nettement le PVC. Néanmoins, le Dibond conserve un module de flexion bien plus élevé. Outre cette différence, les nouveaux matériaux sont compétitifs face aux matériaux conventionnels pétro-sources.

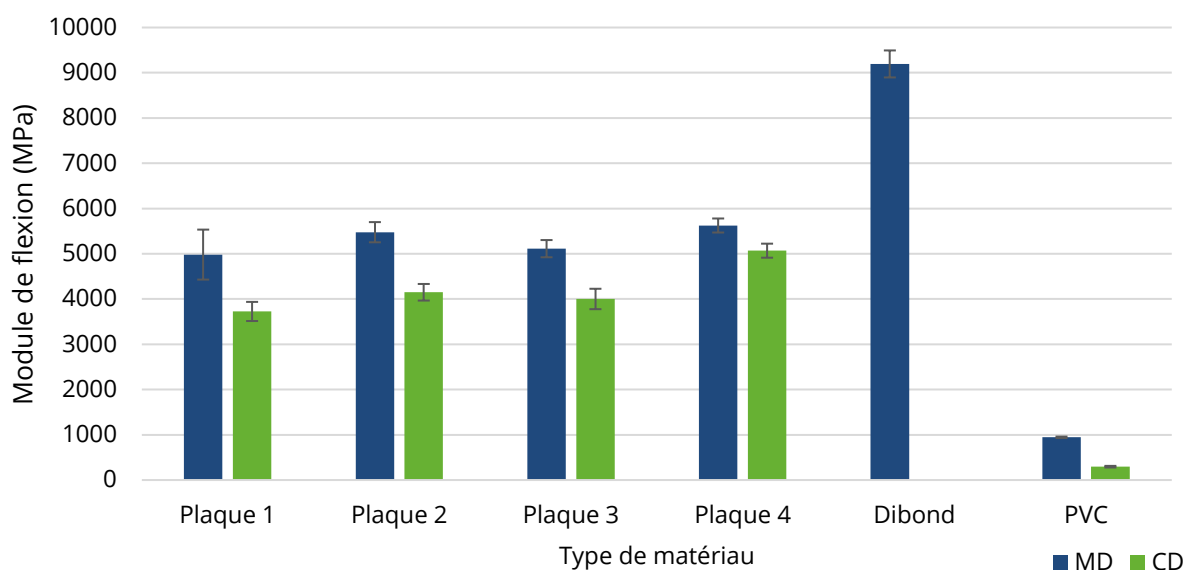


Figure 4 : module de flexion pour les différentes plaques comparées au Dibond et PVC



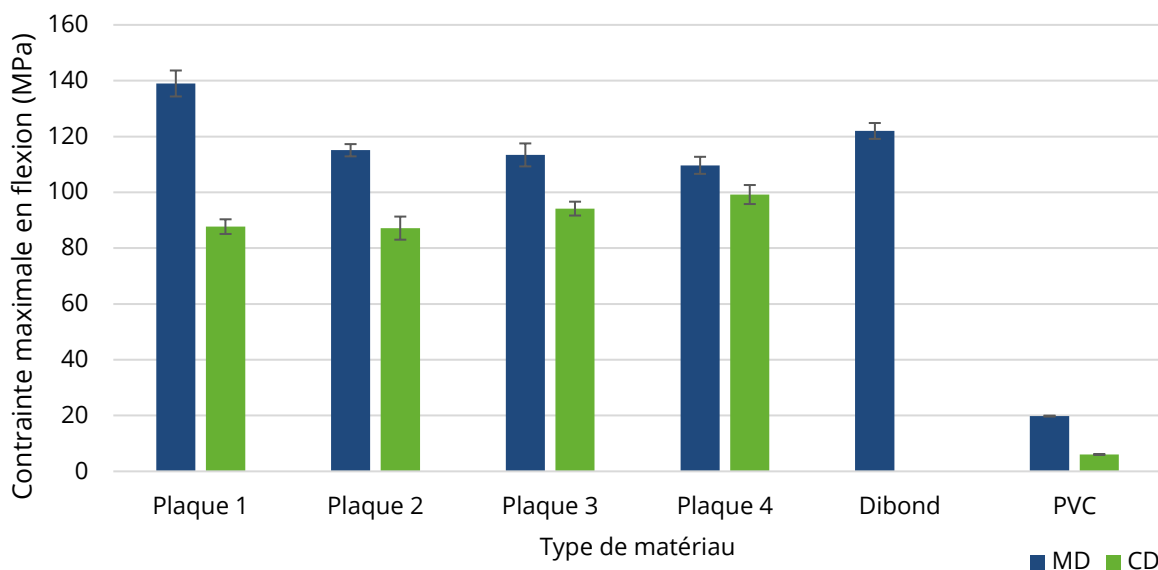


Figure 5 : contrainte maximale en flexion pour les différentes plaques comparées au Dibond et PVC

### 2.3.2 Propriétés de surface

La figure 6 présente les propriétés de dureté Shore D et de rugosité des différentes plaques biocomposite et des produits conventionnels tels que le dibond et le PVC. Les plaques en biocomposite constituent une très bonne alternative face à ces matériaux pétro-sourcés. En effet, les propriétés des plaques sont similaires à celles du dibond et surpassent celles du PVC. Elles sont ainsi totalement adaptées au domaine de la PLV.

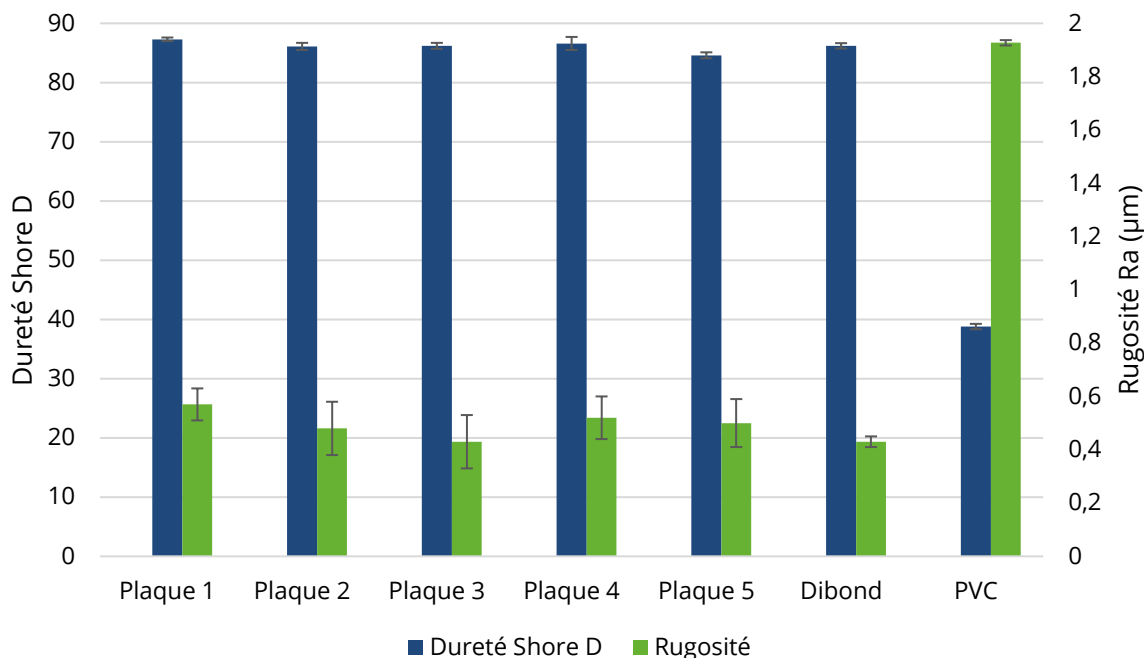


Figure 6 : propriétés de dureté et rugosité pour les différentes plaques et les matériaux concurrents



### 3 Conclusion et perspective

Malgré l'installation d'un refroidisseur, l'état de surface obtenu ne correspond pas totalement à nos attentes. Il est envisagé de modifier le matériau ainsi que le procédé afin d'obtenir l'état de surface souhaité. Ces nouveaux changements permettront de fabriquer par la suite un prototype de PLV.

D'autre part, les essais afin de caractériser la résistance à la rayure des matériaux biocomposites sont toujours en cours. Les résultats seront obtenus pour fin octobre.