

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
4 décembre 2014 (04.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2014/191667 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
*B32B 5/12* (2006.01) *B32B 29/02* (2006.01)  
*B32B 27/36* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2014/051221

(22) Date de dépôt international :  
26 mai 2014 (26.05.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1354954 30 mai 2013 (30.05.2013) FR

(71) Déposant : **HEXCEL REINFORCEMENTS** [FR/FR];  
45 Rue De La Plaine, F-01120 Dagneux (FR).

(72) Inventeur : **DUCARRE, Jacques**; 2121 route de la  
chevre, F-38630 Corbelin (FR).

(74) Mandataires : **SARLIN, Laure** et al.; Cabinet Beau De  
Lomenie, 51 Avenue Jean Jaurès, BP 7073, F-69301 Lyon  
Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,  
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,  
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,  
ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,  
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) Title : MULTILAYER ELEMENT COMPRISING A REINFORCING MATERIAL COMBINED WITH A SUPPORT LAYER BY MEANS OF AN ELECTROSTATIC LINK

(54) Titre : ÉLÉMENT MULTICOUCHE COMPRENANT UN MATÉRIAU DE RENFORT ASSOCIÉ À UNE COUCHE SUPPORT PAR LIAISON ÉLECTROSTATIQUE

(57) Abstract : The present invention concerns a multilayer element comprising a reinforcing material suitable for producing composite parts combined on at least one of the faces of same with a support layer characterised in that the reinforcing material and the support layer are combined by means of electrostatic forces, and a method for preparing such a material and a method for producing a composite part produced from at least one reinforcing material obtained from such an element, after having removed the support layer.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un élément multicouche comprenant un matériau de renfort adapté à la réalisation de pièces composites associé sur au moins l'une de ses faces à une couche support caractérisé en ce que l'association du matériau de renfort et de la couche support est réalisée par des forces électrostatiques,, ainsi qu'un procédé de préparation d'un tel matériau et un procédé de fabrication d'une pièce composite réalisée à partir d'au moins un matériau de renfort obtenu à partir d'un tel élément,, après avoir ôté la couche support.



WO 2014/191667 A1

## **Élément multicouche comprenant un matériau de renfort associé à une couche support par liaison électrostatique**

La présente invention concerne le domaine technique des matériaux de renfort, adaptés à la constitution de pièces composites. Plus précisément, l'invention concerne l'association d'un matériau de renfort à une couche support par liaison électrostatique.

La fabrication de pièces ou d'articles composites, c'est-à-dire comprenant, d'une part, un ou plusieurs renforts ou nappes fibreuses et, d'autre part, une matrice (qui est, le plus souvent, principalement de type thermodurcissable et peut inclure des thermoplastiques) peut, par exemple, être réalisée par un procédé dit "direct" ou "LCM" (de l'anglais « Liquid Composite Moulding »). Un procédé direct est défini par le fait qu'un ou plusieurs renforts fibreux sont mis en œuvre à l'état "sec" (c'est-à-dire sans la matrice finale), la résine ou matrice, étant mise en œuvre séparément, par exemple, par injection dans le moule contenant les renforts fibreux (procédé "RTM", de l'anglais Resin Transfer Moulding), par infusion au travers de l'épaisseur des renforts fibreux (procédé "LRI", de l'anglais « Liquid Resin Infusion » ou procédé "RFI", de l'anglais « Resin Film Infusion »), ou bien encore par enduction/imprégnation manuelle au rouleau ou au pinceau, sur chacune des couches unitaires de renfort fibreux, appliquées de manière successive sur la forme.

Les procédés indirects, quant à eux, mettent en œuvre des matériaux de renfort de type préimprégnés, qui comprennent la quantité de résine nécessaire à la réalisation de la pièce finale.

Différents matériaux de renfort sont disponibles pour être mis en œuvre dans de tels procédés. Ces matériaux peuvent être du type tissé, non-tissé, unidirectionnel, comporter une ou plusieurs couches, comprendre ou non une part importante de liant thermoplastique ou thermodurcissable. La demanderesse a notamment proposé des matériaux intermédiaires comportant une nappe de fibres unidirectionnelles, en particulier de carbone, associée par collage, sur chacune de ses faces à un non-tissé de fibres thermoplastiques (également appelé non-tissé), nommés dans la suite UD

voilés. Ces matériaux de renfort sont décrits dans les demandes de brevet antérieures WO 2010/046609 et WO 2010/061114.

Lorsque cela est possible, ces matériaux de renfort sont fournis seuls sous la forme de bobine ou rouleau, sans association avec une couche support pouvant faciliter leur manipulation. Ceci permet de réduire les déchets et de simplifier les dispositifs de dépose utilisés qui ne nécessitent pas de dispositif de désolidarisation de la couche support et de ré-enroulement de cette dernière.

Néanmoins, sur quelques applications spécifiques, la demanderesse a constaté que le besoin d'avoir une couche support persiste. C'est notamment le cas lorsque des larges bandes de matériau de renfort doivent être découpées. En effet, les machines actuelles qui déposent des nappes larges gèrent, généralement, la découpe à l'aide de couteaux à ultrason. Ces derniers utilisent le film support comme enclume de découpe. Ces machines peuvent produire des coupes droites (à 90° des fibres dans le cas d'unidirectionnel) sans film support, mais les coupes quelconque (zigzag) sont impossibles. Ceci est rédhibitoire pour l'usage de matériaux de renfort comprenant des nappes unidirectionnelles larges non supportées à une échelle industrielle, car la gestion des déchets est primordiale économiquement et celle-ci est directement liée à la gestion des coupes.

Certaines machines conçues exclusivement pour gérer des nappes unidirectionnelles pré-imprégnées peuvent, cependant, supporter des nappes unidirectionnelles dites sèches (c'est-à-dire comprenant pas plus de 10% en masse de liant), si celles-ci sont livrées avec un film support.

Dans ce contexte, la demanderesse a tout d'abord tenté de contre-coller son matériau nommé UD voilé avec différents type de film support par chauffage, en utilisant le caractère collant à chaud des voiles thermoplastiques. La demanderesse a alors rencontré des difficultés liées au réglage de la température de chauffage lors du contre-collage. En effet, si la température utilisée est trop élevée, il devient ensuite impossible de désolidariser le matériau de renfort du film support. Par contre, si la température est trop faible, aucune liaison ne se crée.

De plus, la demanderesse a constaté que le contre-collage par chauffage présente certains inconvénients majeurs :

5 - Le matériau de renfort d'origine est modifié. En effet, les conditions utilisées lors du contre-collage (température de chauffage, pression, refroidissement) ne correspondent pas forcément au besoin de production du matériau d'origine. Par exemple, lors de son refroidissement le matériau de renfort est en contact avec la surface du film support et celui-ci va donc imprimer son empreinte sur la surface du matériau de renfort qui aura, au final, une structure différente de celle d'origine.

10 - Les températures de chauffage liées au liant utilisé pour le contre-collage peuvent être élevées et être incompatibles avec de nombreux films support. Le risque de pollution du matériau de renfort par des composants provenant du support est alors important, ce qui réduit considérablement la gamme de films adaptés.

15 Ces difficultés démontrent clairement le besoin de trouver un substitut au contre-collage par chauffage, dans le cas de matériau de renfort comportant un liant, ou plus généralement l'intérêt de proposer un nouveau mode d'association matériau de renfort/couche support qui soit facile à mettre en œuvre et n'entraîne aucune altération du matériau de renfort initial et permette de faciliter la manipulation et la découpe du matériau de renfort.

25 Dans ce contexte, la présente invention propose un élément multicouche comprenant un matériau de renfort adapté à la réalisation de pièces composites, et une couche support. Dans le cadre de l'invention, le matériau de renfort est associé sur au moins l'une de ses faces, et en particulier sur une seule de ses faces, à une couche support, cette association étant réalisée par des forces électrostatiques.

30 Un tel mode de liaison entre le matériau de renfort et la couche support permet de préserver l'intégrité d'origine du matériau de renfort et n'altère en rien ses propriétés initiales. Sous l'action de charges électrostatiques, dans le cadre de l'invention, un lien d'attraction est créé entre le matériau de renfort et la couche support, donnant naissance à des liaisons électrostatiques. Ce

lien est suffisamment fort pour maintenir la couche support en position sur le matériau de renfort, pendant les opérations de manipulation et de découpage notamment, tout en permettant ultérieurement un pelage aisé entre les deux composants, afin de pouvoir positionner le matériau de renfort  
5 lors de la réalisation ultérieure d'une pièce composite. Un tel mode de liaison, qui ne fait nullement appel à un chauffage, permet d'élargir la gamme des couches supports utilisables, supprimant les contraintes en termes de stabilité thermique et de risques de pollution du matériau de renfort.

L'invention trouve tout son intérêt lorsque le matériau de renfort ne  
10 présente pas de caractère collant sur une gamme de température allant de 18 à 25°C, rendant ainsi impossible son association à la couche support par collage à l'ambiante grâce à un tack résiduel. Aussi, de manière préférée, le matériau de renfort ne comporte pas de matière thermodurcissable ou une part de matière thermodurcissable ne représentant pas plus de 10% de la  
15 masse totale du matériau de renfort. En particulier, le matériau de renfort est constitué de fibres de renfort uniquement, ou de fibres de renfort et d'une matière thermoplastique, dans ce dernier cas la masse de matière thermoplastique ne représentant pas plus de 10% de la masse totale du matériau de renfort, et représentant, de préférence, de 0,5 à 10% de la  
20 masse totale du matériau de renfort, et préférentiellement de 2 à 6% de la masse totale du matériau de renfort. Il est néanmoins possible que l'invention soit appliquée à des matériaux de renfort du type pré-imprégné, présentant un taux plus important de matière thermoplastique et/ou de matière thermodurcissable. En s'affranchissant d'un collage par chauffage,  
25 l'invention permet de préserver l'intégrité du matériau d'origine, sans entraîner de fonte du ou des liants thermoplastiques qui pourraient être présents.

En particulier, dans le cadre de l'invention, le matériau de renfort peut comporter un ou plusieurs tissus, non-tissé(s) ou matériau(x)  
30 unidirectionnel(s). En particulier, le matériau de renfort comporte un ou plusieurs tissus, non-tissé(s) ou matériau(x) unidirectionnel(s), en fibres de renfort et, en particulier, en fibres de carbone. L'élément selon l'invention est

nommé multicouche, car il comprend une couche de matériau de renfort et une couche support. Il est également possible que le matériau de renfort, lui-même, comporte une ou plusieurs couches liées entre elles par tout moyen approprié.

5 L'invention est applicable à tout type de matériau de renfort adapté pour la réalisation de pièces composites. De tels matériaux sont notamment à base de fibres de verre, carbone, aramide ou céramiques.

L'invention est particulièrement adaptée aux matériaux de renfort constitués d'une nappe de fibres de carbone unidirectionnelles liées sur  
10 chacune de leurs faces à un liant thermoplastique, notamment du type non-tissé de fibres thermoplastiques. De tels matériaux de renfort sont notamment décrits dans les documents EP 1125728, US 6,828,016, WO 00/58083, WO 2007/015706, WO 2006/121961 et US 6,503,856 et dans les demandes de brevet au nom de la demanderesse WO 2010/046609 et WO  
15 2010/061114, auxquelles on pourra se référer pour plus de détails.

Dans le cadre de l'invention, la couche support est, de préférence, en un matériau isolant électrique. En particulier, la couche support présente une résistivité de  $10^8$  à  $10^{17}$   $\Omega.m$ , de préférence de  $10^{10}$  à  $10^{17}$   $\Omega.m$ . De telles mesures, sont en particulier réalisées à 20°C et avec une humidité relative de  
20 0%, de préférence selon la norme CEI60093 :1980. Plus la résistivité est haute, plus l'adhésion entre la couche support et le matériau de renfort, sera importante et durable. La couche support pourra notamment être en un polymère, de préférence choisi parmi les polymères thermoplastiques tels que les polyamides, comme le polyéthylène téréphtalate, les copolyamides,  
25 les polyesters, les copolyesters, ou en cellulose, coton, soie naturelle ou en fibres artificielles.

A titre d'exemple, la couche support peut être un film, un papier ou un textile, ou tout type de couche assurant le rôle de support, c'est-à-dire facilitant la manipulation et la découpe. De manière avantageuse, la couche  
30 support présente une épaisseur appartenant à la gamme allant de 10 à 500  $\mu m$ .

L'adhésion entre la couche support et le matériau de renfort doit être suffisante pour maintenir les deux éléments en position. Dans le cadre de l'invention, les forces électrostatiques assurant l'association du matériau de renfort et de la couche support correspondent, de préférence, à une force de pelage de 50 à 1000 mN. Les forces électrostatiques assurant l'association du matériau de renfort et de la couche support correspondent, notamment, à une tension de charge résiduelle de 0,1 à 3kV. La tenue dans le temps de ces forces électrostatiques est également bonne. Même si juste après génération des charges à l'interface du matériau de renfort et de la couche support, une diminution des forces électrostatiques présentes est observée, jusqu'à une valeur appartenant notamment à la gamme allant de 0,1 à 3kV, ensuite il n'y a plus de réduction significative de la force d'adhésion. Notamment, une excellente stabilité est alors observée, pendant un mois de stockage de l'élément multicouche sous la forme d'un rouleau ou bobine. En revanche, il est très facile de désolidariser les deux parties par une action de pelage. Une nette tendance à la réassociation des deux est également constatée, après pelage, avec néanmoins une réduction de l'attraction après chaque cycle réassociation / pelage.

De manière avantageuse, l'élément multicouche se présente sous la forme d'une bande de largeur supérieure ou égale à 50 mm. En effet, l'invention trouve un intérêt tout particulier lorsque de telles bandes de grande largeur doivent être découpées, le support étant alors indispensable dans ce cas. De telles bandes de plusieurs mètres de long peuvent notamment être stockées sous la forme de rouleau. Les éléments multicouches selon l'invention sont parfaitement adaptés pour être mis en œuvre sur des machines de dépose équipées de moyens capables de réaliser des découpes complexes.

La présente invention concerne également un procédé de fabrication d'un élément multicouche selon l'invention dans lequel l'association entre le matériau de renfort et la couche support est réalisée en soumettant l'élément multicouche à un générateur d'électricité statique.

Pour cela, un empilement de la couche support et du matériau de renfort en contact l'un de l'autre, est placé dans un champ électrique, généré, par exemple par application d'une tension de 10 à 50kV, et de préférence de 15 à 30 kV. Dans le cadre de l'invention, l'association de la  
5 couche support et du matériau de renfort se fait donc sans application de chaleur, ni de pression.

De manière classique, le champ électrique est généré entre une barre conductrice reliée à un générateur de tension positive et une barre conductrice reliée à la masse. L'empilement peut indifféremment être  
10 positionné, de manière à ce que le matériau de renfort fasse face à la barre conductrice reliée au générateur de tension positive ou à celle reliée à la masse.

Enfin, l'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une pièce composite réalisée à partir d'au moins un matériau de renfort  
15 obtenu à partir d'un élément multicouche selon l'invention, après avoir ôté la couche support. Le plus souvent, la couche support est ôtée, après avoir réalisé une opération de découpe de l'élément multicouche, en particulier selon une direction non parallèle à sa largeur. Les techniques classiques d'empilement et, dans le cas où le matériau de renfort ne contient pas une  
20 quantité de matière thermoplastique et/ou thermodurcissable suffisante, les techniques classiques d'injection ou d'infusion de résine, seront mises en œuvre. Pour plus de détails sur les techniques pouvant être utilisées, on pourra se référer à la demande de brevet WO 2010/046609.

Les exemples ci-après, en référence aux Figures annexées, permettent  
25 d'illustrer l'invention, mais n'ont aucun caractère limitatif. La **Figure 1** présente des résultats de mesures de tension et la **Figure 2** présente des résultats de mesures de force de pelage.

### EXEMPLES

30 Des éléments multicouches selon l'invention ont été fabriqués à partir :  
- d'un matériau de renfort constitué d'une nappe de fibres de carbone unidirectionnelles (commercialisé par la société Hexcel

Corporation sous la référence HT40 et présentant une surface spécifique, de 150 g/m<sup>2</sup>) liée sur chacune de ses faces à un voile de fibres de copolyamide d'épaisseur 118µm et de 6g/m<sup>2</sup> (commercialisé par la société Protechnic, 41, Avenue Montaigne, 68700 Cernay, France, sous la référence 1R8D06, de 3 g/m<sup>2</sup>). La liaison est réalisée thermiquement grâce au caractère collant à chaud du voile thermoplastique conformément au procédé décrit pages 27 à 30 de la demande WO 2010/046609.

- d'une couche support constituée d'un film de polyéthylène téréphtalate (commercialisé sous la référence PEPOLIT 150.8 par la société EFFEGIDI INTERNATIONAL S.p.A. Via Provinciale per Sacca, 55 - 43052 Colorno (Parma) – Italie) de 75 microns d'épaisseur.

La génération de charges, et donc l'obtention de l'association par force électrostatique, sont réalisées sur des échantillons de 150x150 mm constitués d'une superposition d'un tel matériau de renfort et d'une telle couche support.

Pour cela, deux dérouleurs sont utilisés :

- un qui supporte le film plastique,
- un autre pour le matériau de renfort.

Les deux nappes sont guidées et positionnées l'une sur l'autre. Il faut assurer au mieux le contact des deux produits avant l'entrée dans la zone de création de charges et donc de la liaison électrostatique.

### **Description des procédures :**

25

#### Association par création de forces électrostatiques

Un générateur de tension positive 0-30000V FRASER 7300P (permettant de fournir une tension réglable de 0 à 30 kV avec une intensité de 1mA) comprenant une barre de génération d'électricité statique 7080 de longueur 300mm (Société Boussey Control) est utilisé. Cette barre émet le courant du générateur sous la forme d'un nuage d'ions. La barre est positionnée 25mm au-dessus de l'échantillon. On positionne dessous, une

plaque conductrice (cornière en aluminium) d'une longueur de 140mm reliée à la terre qui s'étend parallèlement à la barre de génération d'électricité. Cette plaque conductrice est également située à 25mm de l'échantillon, qui se trouve donc à égale distance de la barre de génération d'électricité et de la plaque conductrice. La longueur de la plaque conductrice est choisie de telle sorte qu'elle ne dépasse pas la largeur de l'échantillon, afin d'éviter la création d'un flux préférentiel d'ions entre la barre et la plaque.

L'échantillon est supporté par 2 fils de nylon très fins, tendus grâce à une masse de 700g, de manière à être positionnés parallèlement à la barre et à la plaque conductrice. Le matériau conducteur peut indifféremment faire face à la barre génératrice ou à la plaque conductrice.

La tension sélectionnée pour le générateur est appliquée pendant 10s en continu. La barre crée un nuage d'ions capté par la face externe du film plastique (coté barre de génération). Sur la face opposée (coté échantillon renfort), une image miroir des charges se forme. Le film plastique constitue une barrière qui retient les charges positives et qui, de fait, est attiré par les charges négatives de l'image miroir. Le film est, donc, "collé" contre le matériau de renfort par l'attraction entre les charges positives et négatives. Une telle attraction se produit dès que la tension appliquée est supérieure ou égale à 15kV.

#### Mesure de tension de charge résiduelle

Les mesures de tension de charge résiduelle sur l'échantillon sont mesurées avec un appareil de mesure de tension statique FRASER 715. Les mesures sont effectuées selon les recommandations fabricant, avec calibration à distance d'une source chargée, mise à la terre, puis orientation orthogonale par rapport à l'échantillon à une distance de 100mm.

#### Mesure de la force de pelage

L'échantillon est fixé sur un support plan par l'intermédiaire d'un scotch double face en contact avec le matériau de renfort. On fixe à une extrémité du film plastique une barrette rigide de largeur égale à celle du film et de

manière que la barrette se retrouve perpendiculaire à la direction des fibres unidirectionnelles. Un gobelet est solidaire de la barrette ; c'est à l'intérieur de celui-ci que l'on verse progressivement de l'eau à l'aide d'une pipette jusqu'à obtenir la désolidarisation du film et du matériau de renfort.

- 5 L'ensemble barrette / gobelet / eau est ensuite pesé.

#### Résultats de mesure de tension superficielle

Pour réaliser l'essai, deux séries de 6 échantillons ont été produites, une à 15kV et l'autre à 30kV.

- 10 Les échantillons sont tous produits en même temps et manipulés une seule fois, afin d'être positionnés sur deux fils nylon tendus qui servent de support.

Les tensions résiduelles sont mesurées à intervalles de temps définis.

- 15 Régulièrement, un échantillon est prélevé pour lui faire subir un test de résistance au pelage. Le test étant destructeur, le nombre d'échantillons réduit avec le temps.

La **Figure 1** présente les résultats de mesures de tension des échantillons moyennés pour chaque relevé. On notera donc que la taille de la population diminue régulièrement (de 6 à 1 individu) avec le temps.

- 20 Il apparaît donc que la tension de surface chute considérablement dans les premières minutes qui suivent la charge, que la tension appliquée soit de 15kV ou 30kV. Ensuite, la tension se stabilise de manière asymptotique autour d'une valeur proche de 0,3kV, et ce pour les deux valeurs de charge initiales.

25

#### Résultats de mesure de tension superficielle

- 30 Certaines mesures ont été effectuées sur des échantillons qui ont vieilli plusieurs heures, alors que d'autres ont été prises quelques minutes après l'étape de génération de charges.

La **Figure 2** reprend les différentes mesures réalisées : tous les points sans remplissage ont été mesurés juste après l'étape de génération de charges.

Il ne semble pas il y avoir d'influence de la tension de charge initiale sur la performance au pelage. En effet, à une tension de surface résiduelle donnée, peut correspondre plusieurs tensions de charge initiales, étant donné que la tension de surface diminue, puis se stabilise dans le temps. On peut donc remettre en question la pertinence d'une mesure de tension résiduelle dans les premières minutes qui suivent la charge. Le résultat est soumis à de trop fortes variations dans cet intervalle de temps.

En conclusion, il ressort que :

- La tension de surface résiduelle diminue rapidement dans les premières minutes qui suivent la charge et se stabilise à un faible niveau et ce, quelle que soit la charge de départ,
- La tension de charge initiale, si elle est au moins de 15kV, n'a, de fait, pas d'influence sur la performance au pelage dans la mesure où l'essai est réalisé plusieurs dizaines de minute après la charge,
- Dans les essais réalisés, la force de pelage mesurée se situe en moyenne à 11g (soit 107,9 mN) +/- 30%.

Des résultats comparables ont pu être obtenus avec d'autres types de films plastiques, en tant que couche support, notamment avec un film en polyester de la marque AIRTECH® (Reference : WL3800) de 50µm d'épaisseur.

**REVENDEICATIONS**

**1** - Élément multicouche comprenant un matériau de renfort adapté à la réalisation de pièces composites associé sur au moins l'une de ses faces à une couche support caractérisé en ce que l'association du matériau de renfort et de la couche support est réalisée par des forces électrostatiques.

**2** - Élément multicouche selon la revendication 1 caractérisé en ce que la couche support est en un matériau isolant électrique.

**3** - Élément multicouche selon la revendication 2 caractérisé en ce que la couche support présente une résistivité de  $10^8$  à  $10^{17}$   $\Omega.m$ .

**4** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le matériau de renfort comporte un ou plusieurs tissus, non-tissé(s) ou matériau(x) unidirectionnel(s) en fibres de renfort, notamment en fibres de verre, carbone, aramide ou céramique.

**5** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que le matériau de renfort ne présente pas de caractère collant sur une gamme de températures allant de 18 à 25°C.

**6** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que le matériau de renfort comporte un liant thermoplastique.

**7** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que le matériau de renfort est constitué de fibres de renfort et d'une matière thermoplastique, la masse de matière thermoplastique ne représentant pas plus de 10% de la masse totale du matériau de renfort, et représentant, de préférence, de 0,5 à 10% de la masse totale du matériau de renfort, et préférentiellement de 2 à 6% de la masse totale du matériau de renfort.

**8** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que le matériau de renfort est constitué d'une nappe de fibres de carbone unidirectionnelles liées sur chacune de ses faces à un liant thermoplastique.

**9** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que le matériau de renfort est constitué d'une nappe de

fibres de carbone unidirectionnelles liées sur chacune de ses faces à un non-tissé de fibres thermoplastiques.

**10** - Élément multicouche selon quelconque l'une des revendications 1 à 9 caractérisé en ce que la couche support est un film, papier ou textile.

5 **11** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que la couche support est en un polymère, de préférence choisi parmi les polymères thermoplastiques tels que les polyamides, les copolyamides, les polyesters, les copolyesters, ou en cellulose, coton ou soie naturelle.

10 **12** - Élément multicouche selon la revendication 11 caractérisé en ce que la couche support est en polyéthylène téréphtalate.

**13** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 12 caractérisé en ce que la couche support présente une épaisseur appartenant à la gamme allant de 10 à 500  $\mu\text{m}$ .

15 **14** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 caractérisé en ce que les forces électrostatiques assurant l'association du matériau de renfort et de la couche support correspondent à une force de pelage de 50 à 1000 mN.

20 **15** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 caractérisé en ce que les forces électrostatiques assurant l'association du matériau de renfort et de la couche support correspondent à une tension de charge résiduelle de 0,1 à 3kV.

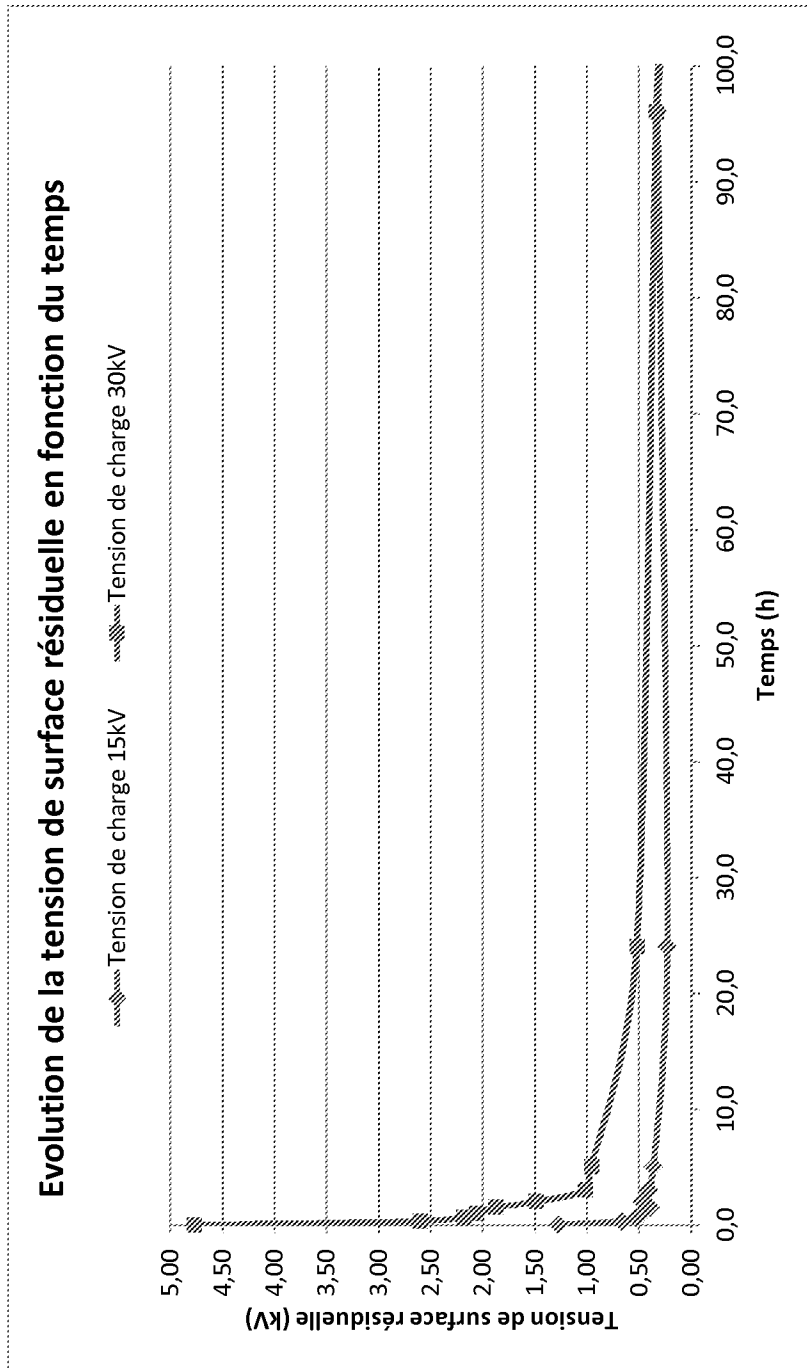
25 **16** - Élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 15 caractérisé en ce qu'il se présente sous la forme d'une bande de largeur supérieure ou égale à 50 mm.

**17** - Procédé de fabrication d'un élément multicouche selon l'une quelconque des revendications 1 à 16 caractérisé en ce que l'association entre le matériau de renfort et la couche support est réalisée en soumettant l'élément multicouche à un générateur d'électricité statique.

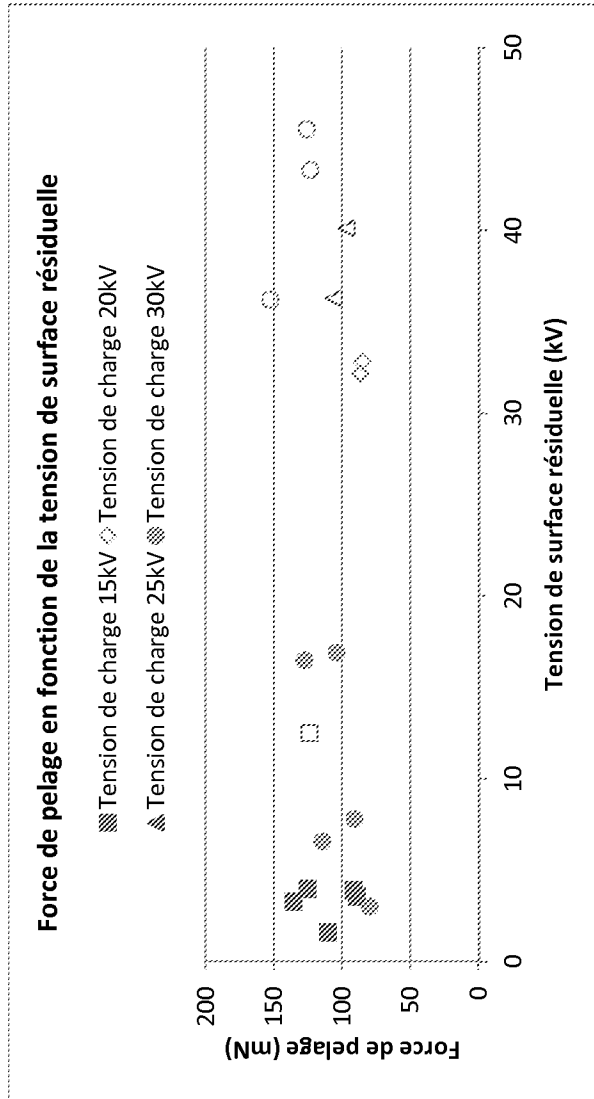
30 **18** - Procédé de fabrication d'une pièce composite réalisée à partir d'au moins un matériau de renfort obtenu à partir d'un élément multicouche selon

l'une quelconque des revendications 1 à 16, après avoir ôté la couche support.

**19** - Procédé de fabrication d'une pièce composite selon la revendication 18 caractérisé en ce que la couche support est ôtée, après avoir réalisé une  
5 opération de découpe de l'élément multicouche, en particulier selon une direction non parallèle à sa largeur.



**FIGURE 1**



**FIGURE 2**

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/FR2014/051221

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B32B5/12 B32B27/36 B32B29/02  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
B32B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/003133 A1 (JOHNSON DAVID R [US] JOHNSON DAVID R [US] ET AL) 5 January 2006 (2006-01-05) paragraphs [0005], [0016], [0017], [0019] -----	1-3, 5-11, 13-19
A	US 2003/008125 A1 (DELANOY CURT [US] ET AL) 9 January 2003 (2003-01-09) claims 1,8 -----	1-19
A	WO 2010/046609 A1 (HEXCEL REINFORCEMENTS [FR]; BERAUD JEAN-MARC [FR]; LAMETHE JEAN-FLOREN) 29 April 2010 (2010-04-29) claim 1 -----	1-19
X,P	FR 2 988 639 A1 (HEXCEL REINFORCEMENTS [FR]) 4 October 2013 (2013-10-04) example 1 -----	1,17
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search <b>31 July 2014</b>	Date of mailing of the international search report <b>08/08/2014</b>
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <b>Schweissguth, Martin</b>
--	---

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2014/051221

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 503 856 B1 (BROADWAY ANDREW [US] ET AL) 7 January 2003 (2003-01-07) claims 12,14 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2014/051221

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006003133 A1	05-01-2006	US 2006003133 A1 US 2009240187 A1	05-01-2006 24-09-2009
-----			
US 2003008125 A1	09-01-2003	JP 4187090 B2 JP 2003103679 A US 2003008125 A1 US 2003203693 A1	26-11-2008 09-04-2003 09-01-2003 30-10-2003
-----			
WO 2010046609 A1	29-04-2010	CA 2736369 A1 CN 102264534 A EP 2342073 A1 JP 2012506499 A RU 2011120428 A US 2012015167 A1 WO 2010046609 A1	29-04-2010 30-11-2011 13-07-2011 15-03-2012 27-11-2012 19-01-2012 29-04-2010
-----			
FR 2988639 A1	04-10-2013	FR 2988639 A1 WO 2013150223 A2	04-10-2013 10-10-2013
-----			
US 6503856 B1	07-01-2003	NONE	
-----			

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°  
PCT/FR2014/051221

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. B32B5/12      B32B27/36      B32B29/02 ADD.				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B32B				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
X	US 2006/003133 A1 (JOHNSON DAVID R [US] JOHNSON DAVID R [US] ET AL) 5 janvier 2006 (2006-01-05) alinéas [0005], [0016], [0017], [0019] -----	1-3, 5-11, 13-19		
A	US 2003/008125 A1 (DELANOY CURT [US] ET AL) 9 janvier 2003 (2003-01-09) revendications 1,8 -----	1-19		
A	WO 2010/046609 A1 (HEXCEL REINFORCEMENTS [FR]; BERAUD JEAN-MARC [FR]; LAMETHE JEAN-FLOREN) 29 avril 2010 (2010-04-29) revendication 1 -----	1-19		
X,P	FR 2 988 639 A1 (HEXCEL REINFORCEMENTS [FR]) 4 octobre 2013 (2013-10-04) exemple 1 ----- -/--	1,17		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe			
* Catégories spéciales de documents cités:				
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets			
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">31 juillet 2014</p>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">08/08/2014</p>			
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Schweissguth, Martin</p>			

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 503 856 B1 (BROADWAY ANDREW [US] ET AL) 7 janvier 2003 (2003-01-07) revendications 12,14 -----	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2014/051221

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2006003133	A1	05-01-2006	US 2006003133 A1	05-01-2006
			US 2009240187 A1	24-09-2009
-----				
US 2003008125	A1	09-01-2003	JP 4187090 B2	26-11-2008
			JP 2003103679 A	09-04-2003
			US 2003008125 A1	09-01-2003
			US 2003203693 A1	30-10-2003
-----				
WO 2010046609	A1	29-04-2010	CA 2736369 A1	29-04-2010
			CN 102264534 A	30-11-2011
			EP 2342073 A1	13-07-2011
			JP 2012506499 A	15-03-2012
			RU 2011120428 A	27-11-2012
			US 2012015167 A1	19-01-2012
			WO 2010046609 A1	29-04-2010
-----				
FR 2988639	A1	04-10-2013	FR 2988639 A1	04-10-2013
			WO 2013150223 A2	10-10-2013
-----				
US 6503856	B1	07-01-2003	AUCUN	
-----				