



(11) **EP 3 026 675 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**01.06.2016 Bulletin 2016/22**

(51) Int Cl.:  
**H01B 3/18 (2006.01) H01B 3/44 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **15306828.3**

(22) Date de dépôt: **18.11.2015**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**MA MD**

(30) Priorité: **27.11.2014 FR 1461561**

(71) Demandeur: **Nexans**  
**75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **BAHLOUL, Walid**  
**69100 Villeurbanne (FR)**  
• **TOURE, Birane**  
**69100 Villeurbanne (FR)**  
• **POULARD, Corinne**  
**69530 Orlieans (FR)**  
• **AUVRAY, Thierry**  
**69006 Lyon (FR)**

(74) Mandataire: **Feray, Valérie et al**  
**Ipsilon Feray Lenne Conseil**  
**Le Centralis**  
**63 avenue du Général Leclerc**  
**92340 Bourg-la-Reine (FR)**

(54) **CÂBLE COMPRENANT UN REVÊTEMENT À BASE D'UN POLYMÈRE PLASTIQUE ET DE PARTICULES DE CELLULOSE FONCTIONNALISÉE**

(57) La présente invention concerne un câble d'énergie et/ou de télécommunication comprenant un élément conducteur allongé et au moins une couche d'un revêtement polymère entourant ledit élément conducteur al-

longé, caractérisé en ce que ledit revêtement polymère est un matériau composite comprenant au moins un polymère plastique et, à titre de charge, des particules de cellulose fonctionnalisées.

**EP 3 026 675 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à un câble d'énergie et/ou de télécommunication comprenant au moins une couche isolante en un revêtement polymère.

**[0002]** Elle s'applique typiquement mais non exclusivement, aux domaines des câbles d'énergie à basse tension (notamment inférieure à 6kV), à moyenne tension (notamment de 6 à 45-60 kV) ou à haute tension (notamment supérieure à 60kV, et pouvant aller jusqu'à 800 kV), qu'ils soient à courant alternatif ou continu.

**[0003]** Les câbles d'énergie et les câbles de télécommunication sont généralement constitués d'un élément conducteur allongé entouré d'une couche isolante et éventuellement d'une gaine protectrice et/ou de renfort mécanique.

**[0004]** Les matériaux utilisables pour former ladite couche isolante et/ou ladite gaine protectrice sont généralement des matériaux composites à base de polymères, en particulier de polymères plastiques, notamment thermoplastique, et comprenant en outre une ou plusieurs charges telles que par exemple des charges minérales, ainsi que divers additifs tels que des liants, des antioxydants, des colorants, etc...

**[0005]** Ces matériaux composites ne donnent pas toujours entièrement satisfaction dans la mesure où les polymères utilisés ne présentent pas nécessairement une bonne affinité pour les charges utilisées. Les couches isolantes et/ou les gaines protectrices fabriquées à partir de ces matériaux composites ne présentent ainsi pas toujours des propriétés mécaniques suffisantes.

**[0006]** Il a déjà été proposé de remédier à ce problème, notamment dans le document US 2010/0230158 qui propose une composition pour la fabrication d'un revêtement isolant pour fils électriques comprenant un polymère fonctionnalisé par un anhydride acide ainsi que des charges pouvant être de nature très variée, et ce afin d'augmenter l'affinité du polymère pour les charges utilisées, prévenir leur agglomération et augmenter leur dispersibilité dans la matrice polymère du matériau composite.

**[0007]** Toutefois, ce type de revêtement nécessite l'emploi de polymères particuliers portant des fonctions anhydride acide et ne permet donc pas d'utiliser tous les polymères classiquement utilisés dans l'industrie des câbles électriques.

**[0008]** Le but de la présente invention est de pallier les inconvénients des techniques de l'art antérieur en proposant un câble d'énergie et/ou de télécommunication comprenant un revêtement isolant pouvant, si on le souhaite, être en contact direct avec l'élément conducteur allongé tout en présentant de bonnes propriétés mécaniques et tout en garantissant une bonne adhésion autour de l'élément qu'il entoure ainsi que de bonnes propriétés anti-abrasion.

**[0009]** La présente invention a pour premier objet un câble d'énergie et/ou de télécommunication comprenant un élément conducteur allongé et au moins une couche d'un revêtement polymère entourant ledit élément conducteur allongé, caractérisé en ce que ledit revêtement polymère est un matériau composite comprenant au moins un polymère plastique et, à titre de charge, des particules de cellulose fonctionnalisée.

**[0010]** Le matériau composite constituant le revêtement polymère du câble d'énergie conforme à l'invention se présente sous la forme d'une phase continue d'au moins un polymère plastique, dans laquelle les particules de cellulose fonctionnalisée sont dispersées. Ledit matériau présente l'avantage de pouvoir être appliqué directement sur l'élément conducteur allongé. Par ailleurs, il est facile à préparer dans la mesure où il permet d'utiliser tout type de polymère plastique en raison du caractère hydrophile des particules de cellulose utilisées à titre de charge, ce qui favorise l'interface avec les polymères et leur dispersion homogène dans le matériau composite. Enfin, l'utilisation d'un tel revêtement polymère permet de diminuer la densité du câble d'énergie l'incorporant, de diminuer son coût de revient et d'améliorer ses propriétés mécaniques.

**[0011]** Selon l'invention, on entend par « cellulose fonctionnalisée », des celluloses dont au moins 0,1 % des fonctions hydroxyle libres présentes sur les sucres constituant le squelette de la cellulose sont substituées par des groupements chimiques formant une liaison éther ou ester avec les fonctions hydroxyle libres des celluloses. Parmi les celluloses modifiées par des groupements formant une liaison éther avec les fonctions hydroxyle libres, on peut notamment citer l'hydroxyéthyl cellulose, l'hydroxyéthyl cellulose éthoxylate, l'hydroxypropyl cellulose, l'hydroxypropylméthyl cellulose, l'hydroxypropylméthyl cellulose phthalate, l'hydroxypropylméthyl cellulose, l'hydroxyéthylméthyl cellulose, la carboxyméthylcellulose, etc... Parmi les celluloses modifiées par des groupements formant une liaison ester avec les fonctions hydroxyle libres, on peut en particulier citer l'acétate de cellulose, les celluloses acétate butyrate, les celluloses acétate propionate, etc...

**[0012]** Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les particules de cellulose sont choisies parmi les celluloses dont au moins une partie des fonctions hydroxyle sont substituées par des groupements acétate, hydroxypropylméthyle (HPM) et/ou hydroxyéthylméthyle (HEM).

**[0013]** De préférence, le taux de substitution des fonctions hydroxyle des celluloses varie de 0,1 à 3 %, et encore plus préférentiellement de 1 à 2 %.

**[0014]** Egalement, selon un mode de réalisation préféré de l'invention, les particules de cellulose se présentent sous la forme de particules sphériques dont la granulométrie varie généralement de 100 nm à 500 µm environ, et encore plus préférentiellement de 50 à 70 µm.

**[0015]** De telles celluloses fonctionnalisées sont, pour leur grande majorité, disponibles dans le commerce.

**[0016]** Les celluloses fonctionnalisées utilisables selon l'invention peuvent également être obtenues par exemple à partir de fibres de bois, par des traitements aptes à conférer auxdites fibres un caractère hydrophile tel que défini précédemment, par exemple par estérification ou éthérification d'au moins une partie en nombre de leurs fonctions hydroxyle libres.

**[0017]** L'estérification des fonctions hydroxyle libres peut par exemple être réalisée par traitement de fibres de bois en milieu CO<sub>2</sub> supercritique en présence d'un acide gras et d'un sel d'acide gras à titre d'initiateur de la réaction d'estérification.

**[0018]** La réaction est réalisée dans un réacteur et en utilisant de préférence les conditions suivantes :

- fibres de cellulose présentant un degré d'humidité variant de 0 à 5 % et encore plus préférentiellement de 0 à 1 % ;
- pression dans le réacteur : 50 à 250 bars, et encore plus préférentiellement de 100 à 150 bars ;
- température supérieure à 100°C, et encore plus préférentiellement variant de 150 à 180°C ;
- durée : 0,5 à 240 heures, et encore plus préférentiellement de 0,5 à 72 heures.

**[0019]** L'acide gras utilisé pour l'estérification est de préférence choisi parmi les acides ayant de 8 à 18 atomes de carbone et parmi lesquels on peut notamment citer l'acide octanoïque, acide décanoïque, acide dodécanoïque, acide tétradécanoïque, acide stéarique, etc...

**[0020]** Parmi ces acides gras, l'acide octanoïque est particulièrement préféré. L'ester d'acide gras est par exemple le laurate de méthyle, l'oléate de méthyle et le linoléate de méthyle.

**[0021]** Parmi les sels d'acides gras utilisables à titre de catalyseurs non acides selon l'invention, on peut notamment citer le laurate de potassium et le laurate de sodium. Parmi de tels sels d'acides gras, le laurate de potassium est particulièrement préféré.

**[0022]** Ce procédé permet d'obtenir des particules de cellulose présentant un taux de substitution de leurs fonctions hydroxyle variant de 0,5 à 10 % environ.

**[0023]** Il est également possible de réaliser l'estérification des fonctions hydroxyle libres des fibres de bois en milieu liquide ionique. De façon plus précise, des fibres de bois sont soumises à un traitement comportant les étapes suivantes :

i) la dispersion des fibres de bois dans un liquide ionique formé de l'association d'un cation et d'un anion dont les charges électriques respectives s'équilibrent et dans lequel le cation est choisi parmi les cations ammonium, pyridinium et imidazolium, en présence d'un catalyseur non acide, pour obtenir des particules de cellulose comportant des fonctions hydroxyle libres ;

ii) l'estérification d'au moins une partie des fonctions hydroxyle libres des particules de cellulose par ajout d'un acide, en particulier d'un acide gras, dans la solution de particules de cellulose obtenue ci-dessus à l'étape précédente.

**[0024]** L'étape i) est de préférence réalisée dans un réacteur, sous agitation, et à une température variant de 80 à 120°C, et encore plus préférentiellement de l'ordre de 100°C environ, pendant une durée de 1 à 3 jours environ.

**[0025]** Selon une forme de réalisation préférée de ce mode de traitement, le liquide ionique est choisi parmi le chlorure de 1-butyl-3-méthylimidazolium (BMIMCl), le chlorure de benzyldiméthyl(tétradécyl)ammonium (BDTACl) et le chlorure de 1-butyl-3-méthylpyridinium (BMPyCl). Parmi de tels liquides ioniques, le chlorure de 1-butyl-3-méthylimidazolium (BMIMCl) est particulièrement préféré.

**[0026]** Le catalyseur non acide utilisé lors de l'étape i) est de préférence un sel d'acide gras pouvant également être choisi parmi les sels d'acide gras mentionnés précédemment concernant le traitement des fibres de bois en milieu CO<sub>2</sub> supercritique. Tout comme précédemment, parmi ces sels d'acide gras, le laurate de potassium est préféré.

**[0027]** Lors de l'étape ii), l'acide utilisé est de préférence choisi parmi les acides gras mentionnés précédemment concernant le traitement des fibres de bois en milieu CO<sub>2</sub> supercritique. Tout comme précédemment, parmi ces acides gras, l'acide octanoïque est préféré.

**[0028]** A l'issue de l'étape ii), les particules de cellulose fonctionnalisées sont de préférence séchées à une température d'environ 80°C pendant 24 heures environ.

**[0029]** Selon une forme de réalisation préférée de l'invention, les particules de cellulose fonctionnalisées représentent de 0,1 à 60 % en masse environ, et encore plus préférentiellement de 5 à 15 % en masse environ, par rapport à la masse totale du matériau composite. Une teneur tout particulièrement préférée est 15 % en masse environ.

**[0030]** Selon l'invention, la nature des polymères plastiques n'est pas critique. Ils sont cependant de préférence choisis parmi les polymères thermoplastiques parmi lesquels on peut notamment citer les polyoléfinés telles que par exemples

les polyéthylènes (PE) et les polypropylènes (PP), les polyamides (PA), les polyacétates et en particulier les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), les alcools polyvinyliques (PVA), les polychlorures de vinyles (PVC), les polyfluorures de vinylidène (PVdF), les polyfluorures de vinyle (PVF), les copolymères d'éthylène et d'acrylate de méthyle (EMA), le poly(téréphtalate) d'éthylène (PET), le polytétrafluoroéthylène (PTFE), les copolymères d'éthylène et de 2-hexyléthyl acrylate (2HEA), les copolymère d'éthylène et d'alpha-oléfine tels que par exemple les polyéthylène-octène (PEO), les copolymères d'éthylène et de propylène (EPR), les terpolymères d'éthylène et de propylène (EPT) tels que par exemple les terpolymères d'éthylène propylène diène monomère (EPDM), les copolymères d'éthylène et d'acide méthacrylique, les copolymères d'éthylène et d'acide acrylique ou bien encore les copolymères de tétrafluoroéthylène et d'hexafluoropropylène (FEP), etc ...

**[0031]** Parmi ces polymères, on préfère ceux comportant des groupements fonctionnels (ester, hydroxyle, etc...) qui peuvent interagir avec les particules de cellulose fonctionnalisée de façon à former des liaisons chimiques. Parmi de tels polymères, on peut en particulier mentionner les copolymères d'éthylène et d'acide méthacrylique, les copolymères d'éthylène et d'acide acrylique et les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle.

**[0032]** Lorsque le ou les polymères thermoplastiques ne comportent pas de groupement fonctionnel apte à former des liaisons chimiques avec les particules de cellulose fonctionnalisée, il est préférable d'ajouter un agent de couplage, tel que par exemple de l'anhydride maléique ou un silane, de façon à améliorer la cohésion entre le polymère et les particules de cellulose fonctionnalisée.

**[0033]** Selon l'invention, on entend par « câble d'énergie et/ou de télécommunication » tout câble électrique et/ou optique, destiné au transport d'énergie et/ou à la transmission de données.

**[0034]** Plus particulièrement, ce type de câble peut comprendre un ou plusieurs conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s) (i.e. élément(s) conducteur(s) allongé(s)) entouré(s) par au moins une couche d'un revêtement polymère conforme à l'invention.

**[0035]** De préférence, ledit conducteur électrique est en cuivre, en alliage de cuivre, en aluminium ou en alliage d'aluminium.

**[0036]** La couche de revêtement polymère de l'invention peut être une couche électriquement isolante en contact ou non avec le ou les conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s) composant le câble.

**[0037]** Elle peut être également une gaine de protection entourant un ou plusieurs conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s) électriquement isolé(s).

**[0038]** La couche de revêtement polymère de l'invention peut être ainsi tout type de couche dans un câble, s'étendant le long de l'élément conducteur allongé et entourant ledit élément conducteur allongé.

**[0039]** A titre d'exemple, elle peut être :

1) une couche électriquement isolante directement en contact physique avec l'élément conducteur allongé. Dans ce cas, la couche électriquement isolante présente de préférence une épaisseur allant de 0,2 mm à 20 mm environ, et de préférence de 2 à 10 mm environ.

2) une couche de protection entourant une couche électriquement isolante (couche de bourrage) afin de combler l'espace formé entre la ou les couches isolantes entourant le ou les éléments conducteurs allongés et la couche la plus extérieure du câble (gaine protectrice). Dans ce cas, la couche de protection présente de préférence une épaisseur allant de 1 mm à 20 mm environ.

3) une gaine de protection ou de renfort, c'est-à-dire la couche la plus externe du câble. Dans ce cas, la gaine de protection ou de renfort présente de préférence une épaisseur allant de 0,2 mm à 1 mm environ, et de préférence de 0,5 à 0,7 mm environ.

**[0040]** Le matériau composite peut en outre comprendre un ou plusieurs additifs, et en particulier des anti-oxydants, des agents stabilisants, des retardateurs de grilla, des agents favorisant la mise en oeuvre tels que des lubrifiants, des agents compatibilisants, des colorants, des stabilisants UV, des charges non-conductrices autres que des particules de cellulose modifiée telles que décrites précédemment et/ou des charges minérales.

**[0041]** Le matériau composite constituant le revêtement polymère du câble de l'invention peut être préparé par extrusion selon les techniques bien connues de l'homme du métier, en particulier par extrusion d'un mélange comprenant des particules de cellulose modifiée comme détaillé précédemment et préalablement séchées, au moins un polymère plastique et éventuellement un ou plusieurs additifs. Au cours de cette étape d'extrusion, l'homme du métier veillera à ce que les conditions utilisées, en particulier la température, n'altère pas le caractère solide des particules de cellulose fonctionnalisée, de façon à ce que le matériau extrudé résultant soit bien un matériau composite comprenant au moins une phase continue d'au moins un polymère plastique dans laquelle les particules de cellulose fonctionnalisée sont dispersées.

**[0042]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière des exemples qui

## EP 3 026 675 A1

vont suivre en référence aux figures annotées, lesdits exemples et figures étant donnés à titre illustratif et nullement limitatif.

### EXEMPLES

5

#### Partie expérimentale

10

**[0043]** Dans cet exemple, on a préparé différentes matrices à base de cellulose fonctionnalisée ou non et de polymère (PE ou EVA). Les matrices ont été préparées par mélange des constituants dans un mélangeur de type calendrier vendu sous la référence « Two rolls mill » par la société Lecuyer.

**[0044]** Les ingrédients utilisés dans les matrices sont listés dans le tableau 1 ci-après :

**Tableau 1**

15

Ingrédients	Fournisseurs	Granulométrie
Particules de cellulose non fonctionnalisée (Alpha-Cel <sup>®</sup> BH200)	International Fibre Europe	35 µm
Particules d'acétate de cellulose	SIGMA	60 µm
Particules d'hydroxyéthylméthylcellulose (HEMC)	TER Group	60 µm
Particules d'hydropropylméthylcellulose (HPMC)	TER Group	60 µm
Polyéthylène (LL1004)	EXXON MOBIL	
Polyoléfine greffée anhydride maléique (Orevac <sup>®</sup> OE 808)	ARKEMA	
EVA ethylene acétate de vinyle (Escorene <sup>®</sup> 0328)	EXXON MOBIL	

25

30

**[0045]** Les différents ingrédients des matrices, dont la composition est donnée dans le tableau 2 ci-après ont été introduits sous la forme de granulés dans le mélangeur, puis la température du mélangeur a été portée à une température supérieure à la température de fusion des polymères de façon à faire fondre le mélange (à 130°C pour les matrices à base de cellulose et de PE (Matrices M1 à M6), et à 150°C pour les matrices à base de cellulose et d'EVA (Matrices M7 à M15). Ces températures sont toutefois insuffisantes pour altérer le caractère solide des particules de cellulose utilisées.

35

**[0046]** Le mélange comprenant les polymères fondus a ensuite été coulé dans des moules puis refroidi sous presse de façon à former des plaques de matrice ayant une épaisseur de 1 mm (Matrices M1 à M15). Des éprouvettes en forme d'haltères (éprouvettes de type H2 ; L : 20 mm, e 1 mm) ont ensuite été découpées dans ces plaques.

**Tableau 2 - Composition des matrices à base de PE :**

40

Matrices	M1 (*)	M2 (*)	M3 (*)	M4	M5	M6
Polyéthylène	95	95	95	95	95	95
Polyoléfine greffée	5	5	5	5	5	5
Cellulose non fonctionnalisée	5	15	30	-	-	-
Acétate de cellulose	-	-	-	5	15	30

(\*) Matrices comparatives, non conformes à l'invention

45

**Tableau 3 - Composition des matrices à base d'EVA**

50

Matrices	M7 (*)	M8 (*)	M9 (*)	M10	M11	M12	M13	M14	M15
Escorene <sup>®</sup> 0328	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Orevac <sup>®</sup> OE 808	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Alpha Cel <sup>®</sup> BH200	5	15	30						
HPMC				5	15	30			

55

## EP 3 026 675 A1

(suite)

Matrices	M7 (*)	M8 (*)	M9 (*)	M10	M11	M12	M13	M14	M15
HEMC							5	15	30
(*) Matrices comparatives, non conformes à l'invention									

**[0047]** La densité de chacune de ces matrices a été mesurée à l'aide d'une balance analytique de précision vendue sous la référence LA 620S par la société Sartorius sur des échantillons de matrice ayant un volume de 1 à 3 cm<sup>3</sup>. La densité est une moyenne de trois mesures.

**[0048]** Les propriétés mécaniques de chacune de ces matrices (allongement à la rupture et force de traction maximale :  $F_{max}$ ) ont été testées sur les éprouvettes H2 à 23°C, à l'aide d'une machine d'essai de traction vendue par la société Zwick/Roell. 6 éprouvettes H2 par matrice ont été testées, et la vitesse de traverse (traction) était de 250 mm/min.

**[0049]** Enfin, les propriétés d'absorption de l'eau de chaque matrice à base de PE ont également été testées. Le protocole consiste à déterminer la masse d'un échantillon de matrice avant et après son immersion dans de l'eau maintenue à 90°C pendant 7 jours, puis à calculer le % d'absorption de l'eau en appliquant la formule suivante :  $(m_2 - m_1) \times 100 / m_1$  dans laquelle  $m_1$  est la masse de l'échantillon avant immersion dans l'eau et  $m_2$  est la masse de l'échantillon après immersion dans l'eau. Il est à noter que ce test n'a pas pu être appliqué aux matrices à base d'EVA dans la mesure où ce polymère à une température de fusion qui est inférieure 90°C, ce qui aurait entraîné la destruction des matrices.

**[0050]** Les résultats obtenus pour chacune des matrices sont reportés dans les Tableaux 4 et 5 ci-après :

**Tableau 4 - Matrices à base de PE**

Matrices	M1 (*)	M2 (*)	M3 (*)	M4	M5	M6
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	0,925	0,947	0,988	0,922	0,928	0,937
Ecart type (g/cm <sup>3</sup> )	± 0,002	± 0,002	± 0,005	± 0,006	± 0,003	± 0,006
Allongement (%)	635 ± 19	166 ± 10	68 ± 8	731 ± 23	724 ± 18	636 ± 31
$F_{max}$ (MPa)	15,97 ± 0,3	13,1 ± 0,3	14,6 ± 0,6	17,1 ± 0,5	17,7 ± 0,7	14 ± 2
Absorption d'eau (%)	0,02	0,04	0,06	0,02	0	0
(*) Matrice comparative non conforme à l'invention						

**[0051]** Ces résultats montrent qu'à taux de charge égaux, les propriétés mécaniques sont meilleures avec les matrices à base de PE et d'une cellulose fonctionnalisée (acétate de cellulose) conformes à la présente invention, comparativement aux matrices à base de PE et d'une cellulose non fonctionnalisée non conformes à l'invention. Par ailleurs, ces résultats montrent également que les matrices conformes à l'invention n'absorbent pas d'eau alors que les matrices non conformes à l'invention en absorbent un peu.

**Tableau 5 - Matrices à base d'EVA**

Matrices	M7 (*)	M8 (*)	M9 (*)	M10	M11	M12	M13	M14	M15
Allongement (%)	737	717	526	699	691	648	619	613	625
Ecart type (%)	± 20	± 14	± 110	± 6	± 44	± 19	± 28	± 66	± 11
$F_{max}$ (MPa)	20,4	16	7	17	14,5	19	9	19	10
Ecart type %	0,4	0,6	1	0,8	1,4	1	0,6	1,8	0,7
(*) Matrices comparatives, non conformes à l'invention									

**[0052]** Ces résultats montrent qu'à taux de charge égaux, les propriétés mécaniques sont meilleures avec les matrices à base d'EVA et d'une cellulose fonctionnalisée (acétate de cellulose) conformes à la présente invention, comparativement aux matrices à base d'EVA et d'une cellulose non fonctionnalisée non conformes à l'invention.

## Revendications

- 5 1. Câble d'énergie et/ou de télécommunication comprenant un élément conducteur allongé et au moins une couche d'un revêtement polymère entourant ledit élément conducteur allongé, **caractérisé en ce que** ledit revêtement polymère est un matériau composite comprenant au moins un polymère plastique et, à titre de charge, des particules de cellulose fonctionnalisée.
- 10 2. Câble selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cellulose fonctionnalisée est choisie parmi l'hydroxyéthyl cellulose, l'hydroxyéthyl cellulose éthoxylate, l'hydroxypropyl cellulose, l'hydroxypropylméthyl cellulose, l'hydroxypropylméthyl cellulose phthalate, l'hydroxypropylméthyl cellulose, l'hydroxyéthylméthyl cellulose, la carboxyméthyl-cellulose, l'acétate de cellulose, les celluloses acétate butyrate, et les celluloses acétate propionate.
- 15 3. Câble selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le taux de substitution des fonctions hydroxyle varie de 0,1 à 3 %.
- 20 4. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les particules de cellulose se présentent sous la forme de particules sphériques dont la granulométrie varie de 100 nm à 500 µm environ.
- 25 5. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les particules de cellulose fonctionnalisée représentent de 0,1 à 60 % en masse du matériau composite.
- 30 6. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les particules de cellulose fonctionnalisée sont obtenues à partir de fibres de bois par estérification d'au moins une partie en nombre de leurs fonctions hydroxyle libres en milieu CO<sub>2</sub> supercritique en présence d'un acide gras ou d'un ester d'acide gras et d'un sel d'acide gras à titre d'initiateur de la réaction d'estérification.
- 35 7. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les particules de cellulose fonctionnalisée sont obtenues à partir de fibres de bois par estérification d'au moins une partie en nombre de leurs fonctions hydroxyle libres en milieu liquide ionique.
- 40 8. Câble selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les polymères plastiques sont choisis parmi les polyoléfines, les polyamides, les polyacétates et en particulier les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle, les alcools polyvinyliques, les polychlorures de vinyle, les polyfluorures de vinylidène, les polyfluorures de vinyle, les copolymères d'éthylène et d'acrylate de méthyle, le poly(téréphtalate d'éthylène), le polytétrafluoroéthylène, les copolymères d'éthylène et de 2-hexyléthyl acrylate, les copolymères d'éthylène et d'alpha-oléfine, les copolymères d'éthylène et de propylène, les terpolymères d'éthylène et de propylène, les copolymères d'éthylène et d'acide méthacrylique, les copolymères d'éthylène et d'acide acrylique et les copolymères de tétrafluoroéthylène et d'hexafluoropropylène.
- 45 9. Câble selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les polymères plastiques sont choisis parmi les copolymères d'éthylène et d'acide méthacrylique, les copolymères d'éthylène et d'acide acrylique et les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle.
- 50 10. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend un ou plusieurs conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s) entouré(s) par au moins une couche dudit revêtement polymère.
- 55 11. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche de revêtement polymère est une couche électriquement isolante en contact ou non avec le ou les conducteur(s) électrique(s) et/ou optique(s) composant le câble.
12. Câble selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la couche de revêtement polymère est une couche électriquement isolante directement en contact physique avec l'élément conducteur allongé, ladite couche présentant une épaisseur allant de 0,2 mm à 20 mm.
13. Câble selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la couche de revêtement polymère est une couche de protection entourant une couche électriquement isolante, ladite couche présentant une épaisseur allant de 1 mm à 20 mm.

**EP 3 026 675 A1**

**14.** Câble selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** la couche de revêtement polymère est une gaine de protection ou de renfort, ladite gaine présentant une épaisseur allant de 0,2 mm à 1 mm.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 15 30 6828

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 939 895 A2 (NEXANS SA [FR]) 2 juillet 2008 (2008-07-02) * alinéa [0021] - alinéa [0024]; revendications 1-10; tableau 4 * * alinéa [0060] - alinéa [0069] *	1-14	INV. H01B3/18 H01B3/44
X	----- DATABASE WPI Week 201502 Thomson Scientific, London, GB; AN 2015-00497L XPO02741634, & CN 104 086 923 A (WUHU JUNHE WIRE & CABLE CO LTD) 8 octobre 2014 (2014-10-08) * abrégé *	1-14	
X	----- DATABASE WPI Week 201454 Thomson Scientific, London, GB; AN 2014-M70803 XPO02741635, & CN 103 772 784 A (ANHUI TELL CABLE CO LTD) 7 mai 2014 (2014-05-07) * abrégé *	1-11,13, 14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H01B
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>30 mars 2016</b>	Examineur <b>Marsitzky, Dirk</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 15 30 6828

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

30-03-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1939895 A2	02-07-2008	AT 555482 T EP 1939895 A2 EP 2244267 A1 FR 2910692 A1 US 2008153941 A1	15-05-2012 02-07-2008 27-10-2010 27-06-2008 26-06-2008
-----	-----	-----	-----
CN 104086923 A	08-10-2014	AUCUN	
-----	-----	-----	-----
CN 103772784 A	07-05-2014	AUCUN	
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 20100230158 A [0006]