



(51) Classification internationale des brevets :  
D02G 3/32 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2013/051381

(22) Date de dépôt international :  
24 janvier 2013 (24.01.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1250687 24 janvier 2012 (24.01.2012) FR

(71) Déposant : CALYF [FR/FR]; 9 Avenue Sully, F-78600  
Maisons Laffitte (FR).

(72) Inventeur : COUR, Francis; 9 avenue Sully, F-78600  
Maisons-Laffitte (FR).

(74) Mandataires : DOMENEGO, Bertrand et al.; Cabinet  
Lavoix, 2, place d'Estienne d'Orves, F-75009 Paris (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

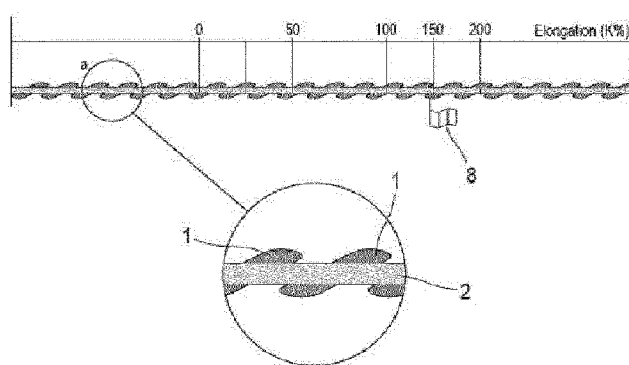
Publiée :

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

(54) Title : HYBRID ELASTIC CABLE AND PROCESS FOR MANUFACTURING SUCH A CABLE

(54) Titre : CÂBLE HYBRIDE ÉLASTIQUE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL CÂBLE

FIG. 4D



(57) Abstract : Hybrid elastic cable comprising at least one elastic wire (1) and at least one resistant wire (2), the elastic wire (1), at a maximum degree of elongation of the cable, encircles the resistant wire (2) in a helix with a specific number of turns per linear metre of the cable, this number of turns ranging between  $n_{sE} - 15\%$  and  $n_{sE} + 15\%$ ,  $n_{sE}$  being determined from the following formula: formula (I), in which  $\epsilon$  is the diameter in mm of the elastic wire (1) at rest,  $\kappa$  is the diameter in mm of the resistant wire (2) and  $K_{max}$  is the preset maximum degree of elongation of the hybrid cable, the elastic wire (1) furthermore being twisted over itself with a specific number of distinct turns per linear metre of the cable, this number of distinct turns ranging between  $n_{sE}$  and  $3 \times n_{sE}$ , the distinct turns in the wire (1) of the first type being wound in the opposite direction to the turns of said helix.

(57) Abrégé : Câble hybride élastique comportant au moins un fil (1) élastique et au moins un fil (2) résistant, le fil élastique (1) à un taux d'élongation maximal du câble se trouve enroulé en une hélice autour du fil résistant (2) avec un nombre spécifique de spires par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE} - 15\%$  et  $n_{sE} + 15\%$ ,  $n_{sE}$  étant

[Suite sur la page suivante]

$$n_{sE} = \frac{1000}{\pi(\phi_e + \phi_K)} \times \frac{\sqrt{K_{max} \times (K_{max} + 200)}}{K_{max} + 100}$$

(I)



---

déterminé à partir de la formule Suivante: Formula (I), dans laquelle  $d_e$  est le diamètre en mm du fil élastique (1) au repos,  $d_r$  est le diamètre en mm du fil résistant (2) et  $K_{max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé du câble hybride, le fil élastique (1) étant en outre tordu sur lui-même avec un nombre spécifique de spires propres par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE}$  et  $3 \times n_{sE}$ , les spires propres du fil du premier type (1) s'enroulant en sens inverse des spires de ladite hélice.

**CÂBLE HYBRIDE ÉLASTIQUE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN TEL CÂBLE****DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention a trait au secteur des fils textiles à usage technique et plus particulièrement à un câble élastique destiné à la réalisation d'articles textiles techniques à caractéristiques élevées en termes de résistance mécanique et de taux d'élongation, telles que des cordons, des sangles ou des tissus.

**ART ANTERIEUR**

D'une manière générale, les câbles élastiques sont couramment fabriqués en associant deux fils de propriétés mécaniques différentes. On utilise ainsi un premier fil en élastomère, par exemple caoutchouc naturel ou élasthane, qui présente une élasticité élevée associée à un faible module élastique et une faible résistance à la rupture. Ce premier fil est combiné avec un ou plusieurs fils qui ont une forte résistance à la rupture, associée à un fort module élastique et une faible capacité d'allongement, comme par exemple des fils de polyamide ou de polypropylène. Du fait de cette combinaison, de tels câbles seront qualifiés sans la suite de la description de « câbles hybrides ».

Ces câbles hybrides classiques se présentent sous la forme d'une âme centrale constituée par le fil élastique, dont la résistance à la traction en fonction du taux d'élongation est représentée par la courbe E en trait continu sur la figure 1A. On rappelle que le taux d'élongation est calculé comme le rapport entre l'allongement à partir d'un état de repos, divisé par la longueur au repos. Cette âme est entourée par une gaine constituée par les fils résistants, la résistance à la traction en fonction du taux d'élongation des fils résistants étant représentée par la courbe T en trait pointillé sur la figure 1A. La réalisation de la gaine autour de l'âme élastique, fait appel à l'une ou l'autre des techniques classiques bien connues de l'homme de l'art : tressage, tricotage, guipage.

En référence à la figure 1B qui représente un diagramme donnant la résistance à la traction en fonction du taux d'élongation, d'un câble hybride classique, les câbles hybrides de l'art antérieur présentent tout d'abord une première zone (zone 1) de charge faible s'étendant par exemple de 0 à 60% d'élongation dans laquelle l'allongement augmente rapidement en fonction de la charge. Puis, à partir du taux de 60%, on observe une seconde zone (zone 2) dans laquelle la raideur du câble augmente progressivement, jusqu'à sa rupture.

Dans la première zone (zone 1) du diagramme de la figure 1B, la résistance à la traction du câble est pratiquement égale à celle du fil élastique (et donc analogue à celle représentée en trait continu sur la figure 1A). La gaine accompagne l'allongement de

l'âme élastique par une modification de la forme géométrique de ses mailles (dans le cas de gaines tricotées ou tressées) ou de ses spires (dans le cas d'une gaine guipée). Cette modification consiste en un allongement des mailles ou des spires dans le sens longitudinal et consécutivement un rétrécissement dans le sens diamétral. Ce rétrécissement dans le sens diamétral entraîne une diminution équivalente du diamètre intérieur de la gaine; simultanément, le diamètre de l'âme élastique diminue en raison de l'élongation qui est imposée à cette âme. Tant que la réduction du diamètre de la gaine n'excède pas celle du diamètre de l'âme élastique, la réduction du diamètre de la gaine et corrélativement son extension dans le sens longitudinal, peuvent se poursuivre librement sans mise en tension significative des fils résistants de la gaine. C'est le cas sur l'ensemble de la première zone (zone 1) du diagramme de la figure 1B. A partir d'un certain taux d'élongation qui dépend des paramètres géométriques des fils résistants, 60 % dans cet exemple, le diamètre de la gaine se réduit plus rapidement que celui de l'âme élastique ce qui entraîne une mise en compression de l'âme élastique enfermée dans la gaine. Ce phénomène est à l'origine d'un accroissement progressif de la raideur du câble qui apparaît au début de la deuxième zone (zone 2) du diagramme de la figure 1B; en outre, il génère un niveau de contraintes élevé à l'interface entre l'âme élastique et les fils de la gaine et entre les fils eux-mêmes. Ce phénomène se poursuit sur la totalité de la deuxième zone (zone 2) du diagramme jusqu'à la rupture du câble, fixée à titre d'exemple à environ 150% de taux d'élongation.

Les câbles hybrides de l'art antérieur présentent ainsi l'inconvénient de présenter une zone de faible charge relativement réduite, en raison d'une augmentation de la raideur qui se manifeste à des taux d'élongation relativement bas (plusieurs dizaines de pourcent au-dessous de l'allongement à la rupture). Ils possèdent également une augmentation trop progressive de la raideur sur la deuxième zone, ce qui est un élément défavorable pour assurer une limitation précise des élongations.

Par ailleurs, ces câbles hybrides de l'art antérieur présentent l'inconvénient de s'user rapidement. En effet, les fils résistants ne sont pas parallèles à l'âme élastique, et sont donc soumis à des contraintes élevées en raison de la compression des fils élastiques. Ces fils résistants sont soumis à de nombreux frottements provoquant leur usure prématurée.

On a décrit dans la demande de brevet français FR 2 910 047, une sangle tissée qui comporte dans le sens chaîne deux types de fils parallèles, à savoir d'une part des fils élastiques et d'autre part des fils résistants, constitués de filaments organiques texturés qui, au repos, se trouvent dans un état plissé. A faible allongement, ces filaments plissés

se déploie progressivement sans opposer de résistance. La sangle se comporte donc sensiblement comme si elle ne comprenait que des fils élastiques. Lorsque ces filaments atteignent leur état de pleine élongation, ils opposent leur résistance à toute élongation complémentaire, conditionnant alors le comportement de la sangle. Toutefois, dans cette association, il est délicat voire impossible d'employer des filaments très résistants, car ils ne sont généralement pas texturables, et ne peuvent donc pas être plissés, compte tenu de leur raideur.

On connaît également par WO2010/146347 une fibre hybride comportant un fil élastique, par exemple en caoutchouc, et un fil résistant, ayant un module d'élasticité élevé. Au repos, le fil résistant se trouve enroulé en hélice autour du fil élastique. Lorsque la fibre est soumise à un effort de tension, le fil résistant est progressivement étiré, ce qui a pour effet de repousser le fil élastique. Lorsque le fil résistant se trouve complètement étiré, le fil élastique se trouve enroulé en spirale autour du fil résistant. Une telle fibre est dite auxétique, car elle possède la particularité que son diamètre augmente quand une tension lui est appliquée.

WO2010/146347 souligne le mauvais comportement d'une telle fibre, notamment quand elle se trouve dans un état d'élongation inférieur à son état d'élongation maximale : décollement des spires du fil résistant par rapport au fil élastique, glissement des spires du fil résistant le long du fil élastique, déstructuration de la fibre elle-même.

Il existe donc un besoin pour un câble élastique ayant à la fois :

- un taux d'élongation maximal élevé, avec un bon comportement du câble sur toute la plage de taux d'élongation,
- une élasticité élevée sous faible charge, ,
- une grande raideur sous forte charge, pour limiter les élongations au-delà d'un niveau prédéterminé,
- et une charge à la rupture suffisamment élevée, pour reprendre sans dommage les charges maximales de fonctionnement.

### **EXPOSE DE L'INVENTION**

L'un des buts de l'invention est donc de remédier aux inconvénients évoqués ci-dessus, en proposant un câble hybride de conception simple et peu onéreuse et possédant une courbe d'allongement qui présente :

- une zone de charge faible dans laquelle l'allongement augmente rapidement en fonction de la charge

- et, lorsque le fil atteint un taux d'élongation maximal prédéterminé, une zone de charge très élevée dans laquelle l'allongement n'augmente quasiment plus.

Le câble hybride doit présenter un taux d'élongation maximal élevé, et un bon comportement sur toute la plage de taux d'élongation.

A cet effet, et conformément à l'invention, il est proposé un câble hybride élastique comportant au moins un fil d'un premier type et au moins un fil d'un second type, le fil du premier type présentant un degré de ténacité inférieur à celui du fil du second type, le fil du second type présentant un degré d'élasticité inférieur à celui du fil du premier type, le fil du second type, lorsqu'un taux d'élongation maximal prédéterminé du câble hybride est atteint, se trouvant complètement allongé et le fil du premier type se trouvant enroulé en hélice autour du fil du second type, caractérisé en ce que le fil du premier type audit taux d'élongation maximal se trouve enroulé en une hélice autour du fil du second type avec un nombre spécifique de spires par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE} - 15\%$  et  $n_{sE} + 15\%$ ,  $n_{sE}$  étant déterminé à partir de la formule suivante :

$$n_{sE} = \frac{1000}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} \times \frac{\sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)}}{K_{\max} + 100}$$

dans laquelle  $\varphi_e$  est le diamètre en mm du fil du premier type au repos,  $\varphi_K$  est le diamètre en mm du fil du second type et  $K_{\max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé du câble hybride,

le fil du premier type étant en outre tordu sur lui-même avec un nombre spécifique de spires propres par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE}$  et  $3 \times n_{sE}$ , les spires propres du fil du premier type s'enroulant en sens inverse des spires de ladite hélice,

de telle sorte que lorsque le câble hybride est au repos, le fil du second type est enroulé en hélice autour du fil du premier type, sensiblement sans décollement du fil du second type ou déformation du câble hybride.

Autrement dit, l'invention consiste à câbler ensemble deux fils de propriétés mécaniques éloignées, à savoir un fil de haute élasticité, et un fil de haute ténacité, ou de manière plus générale, un fil de plus forte élasticité et un fil de plus forte ténacité, cette association se faisant que les deux fils sont enroulés l'un autour de l'autre et inversement, selon que le câble est au repos ou en pleine élongation. Pour faciliter la compréhension de l'invention, dans la suite de la description, le fil du premier type, à savoir le fil de plus forte élasticité sera qualifié de « fil de haute élasticité », et le fil du second type, à savoir le fil de plus forte ténacité sera qualifié de « fil de haute ténacité », étant entendu que les degrés d'élasticité et de ténacité sont appréciés non de façon absolue, mais de façon relative entre les deux types de fils.

En d'autres termes, l'invention consiste à réaliser un câble hybride en combinant un fil de haute élasticité et un fil de haute ténacité, qui sont assemblés de telle sorte qu'au repos, le fil de haute ténacité se trouve enroulé en spirale autour du fil de haute élasticité, et qu'au fur et à mesure de l'allongement, les positions relatives des deux fils s'inversent, pour aboutir à une configuration où à partir d'un certain taux d'élongation, le fil de haute ténacité a repoussé le fil de haute élasticité vers l'extérieur, et que ce dernier se trouve enroulé en spirale autour du fil de haute ténacité tendu. On comprend ainsi que le câble hybride suivant l'invention possède deux comportements très différents selon son degré d'élongation. Ainsi, il se comporte sensiblement comme le fil de haute élasticité qui le compose jusqu'à une élongation prédéterminée. Puis, lorsque cette élongation prédéterminée est atteinte, il se comporte alors sensiblement comme le fil de haute ténacité qui le compose, c'est-à-dire avec les caractéristiques de ce dernier. Une telle structure de câble hybride permet en outre d'éviter toute usure des fils de haute ténacité qui lorsqu'ils sont tendus se retrouvent quasi rectiligne, et travaillent dans les conditions optimales.

Le bon comportement du câble hybride est obtenu par un choix particulier des paramètres du câble, et notamment le nombre de spires d'enroulement des deux fils entre eux.

Ainsi, en pleine élongation, le câble hybride suivant l'invention est dans une configuration où le fil de haute élasticité est enroulé en hélice autour du fil de haute ténacité avec un nombre de spires par mètre linéaire du câble hybride compris entre  $n_{sE} - 15\%$  et  $n_{sE} + 15\%$ .  $n_{sE}$  est déterminé en fonction du diamètre du fil de haute élasticité, du diamètre du fil de haute ténacité et d'un taux d'élongation maximale prédéterminé, à partir de la formule suivante :

$$n_{sE} = \frac{1000}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} \times \frac{\sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)}}{K_{\max} + 100} \quad \text{Formule (F1)}$$

dans laquelle  $\varphi_e$  est le diamètre en mm du fil de haute élasticité au repos,  $\varphi_K$  est le diamètre en mm du fil de haute ténacité, et  $K_{\max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé, exprimé en pourcent.

De préférence le fil de haute élasticité est enroulé en hélice autour du fil de haute ténacité avec un nombre de spires par mètre linéaire du câble hybride compris entre  $n_{sE} - 5\%$  et  $n_{sE} + 5\%$ , et encore de préférence entre  $n_{sE} - 2\%$  et  $n_{sE} + 2\%$ .

Le fait que le fil de haute élasticité soit tordu sur lui-même – en d'autres termes torsadé – avec un nombre spécifique de spires propres, les spires propres s'enroulant en

sens inverse des spires de l'hélice formée par le fil de haute élasticité autour du fil de haute ténacité, favorise l'enroulement du fil de haute ténacité autour du fil à haute élasticité quand le câble hybride revient de sa configuration de pleine extension à sa configuration de repos.

5 Le nombre de spires propres par mètre linéaire du câble au taux d'élongation maximal doit être compris entre  $n_{sE}$  et  $3 \times n_{sE}$ , de préférence entre  $n_{sE}$  et  $2 \times n_{sE}$ .

La forme spiralée du fil de haute élasticité, et sa déformation quand le câble hybride se relâche jusqu'à sa configuration de repos, guide le fil à haute ténacité et lui permet de se ranger de manière ordonnée autour du fil à haute élasticité.

10

Les différents éléments décrits ci-dessus, à savoir le nombre de spires du fil de haute élasticité autour du fil de haute ténacité au taux d'extension maximum, et le fait que le fil de haute élasticité soit tordu sur lui-même, permet d'obtenir un câble hybride ayant une fourchette très large de taux d'allongement, et présentant un bon comportement, notamment quand le câble est ramené au repos.

15

On entend ici par bon comportement le fait que, sur la totalité de la plage d'élongation du câble hybride, depuis l'état au repos jusqu'à l'élongation maximale, les spires du fil enroulé en hélice enserrant étroitement le fil en position centrale, empêchant tout glissement relatif des deux fils. En outre le câble est parfaitement stable, et n'a aucune

20 tendance à vriller dans un sens ou dans l'autre. Le câble de l'invention se comporte parfaitement à la fois quand il subit une élongation du repos au taux d'élongation maximal, et en sens inverse, et ce de manière répétée.

20

A contrario, on entend mauvais comportement le fait que le câble a tendance à vriller, ou que les spires du fil de haute ténacité perdent le contact avec le fil de haute

25 élasticité en position centrale, ce qui entraîne des risques de glissement relatif entre les deux fils. Le câble est déstructuré pour des glissements importants entre les deux fils.

25

En respectant les spécifications ci-dessus sur le nombre de spires propres du fil de haute élasticité et le nombre de spires du fil de haute élasticité en pleine élongation du

30 câble hybride, on peut fabriquer un câble hybride ayant un bon comportement pour une plage de taux d'élongation allant de 0 à plusieurs centaines de %. Le taux maximal prédéterminé du câble hybride est par exemple compris entre 100% et 400%, ou encore entre 150% et 300%. La limite supérieure est par exemple définie par le nombre de spires jointives du fil de haute ténacité qu'il est possible de placer sur le fil de haute élasticité au

35 repos.

35



Au repos, le câble hybride suivant l'invention est dans une configuration où le fil à haute ténacité est enroulé en hélice autour du fil de haute élasticité, avec un nombre de spires par mètre linéaire du câble hybride compris entre  $n_{sR} - 15\%$  et  $n_{sR} + 15\%$ ,  $n_{sR}$  étant déterminé selon la formule suivante :

$$n_{sR} = \frac{10}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} * \sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)} \quad \text{Formule (F2)}$$

Le nombre de spire du fil à haute ténacité est de préférence compris entre  $n_{sR} - 5\%$  et  $n_{sR} + 5\%$ , entre  $n_{sR} - 2\%$  et  $n_{sR} + 2\%$ .

Ainsi, le câble possède la propriété de passer d'une configuration à l'autre, tout en restant dans un état stable lors de ses cycles d'élongation et de relâchement.

De préférence, pour obtenir un câble présentant une transition marquée entre ses deux comportements, à savoir une faible résistance à l'allongement, et une très forte résistance mécanique une fois tendu, on choisit les deux fils composant le câble hybride avec des propriétés nettement distinctes. Pour ce faire, et en fonction des applications, il peut être avantageux que le fil de haute ténacité et le fil de haute élasticité présentent des modules d'élasticité longitudinale, dont le rapport est supérieur ou égale à 10000. Dans d'autres applications ce rapport peut être de l'ordre de 100. Bien entendu, ce rapport peut être adapté en fonction de l'application. Typiquement ce rapport est supérieure à 100, de préférence à 1000.

Selon un autre aspect de l'invention, on peut utiliser pour le fil de haute élasticité et/ou pour le fil de haute ténacité, des fils constitués de multiples fils ou filaments élémentaires.

En pratique, et selon les applications, le fil de haute élasticité peut être choisi parmi la famille des élastomères et notamment les fils d'élasthanne ou de caoutchouc naturel, ou une combinaison de ces fils, ou tout autre fil qui répondrait aux spécifications requises par l'application particulière

Par ailleurs, le fil de haute ténacité peut être choisi parmi les fils du groupe comprenant : les fils de fibres naturelles, les fils de verre, de carbone, d'aramide, de para-aramide, de rayon, ou une combinaison de ces fils, ou plus généralement tout fil obtenu à partir d'une matière synthétique ou naturelle qui présente une plus forte ténacité que l'autre fil du câble, à un niveau compatible avec les propriétés souhaitées pour le domaine d'application.

Dans un mode de réalisation avantageux, le câble hybride comporte au moins un fil dit de tirage solidarisé le long dudit câble, ledit fil de tirage présentant une faible élasticité et étant apte à se rompre sous l'effet d'une charge prédéterminée.

Ceci facilite l'utilisation du câble hybride dans des machines textiles, par exemple des machines de tissage. L'extension du câble est limitée par le fil de tirage pendant la fabrication.

Dans ce cas, le fil de tirage de préférence est solidarisé audit câble par au moins un fil élastique dit de guipage enroulé en hélice autour du fil du premier type, du fil du second type et du fil de tirage.

Dans une variante de réalisation avantageuse, le taux d'élongation varie le long du câble quand le fil de tirage est tendu, de préférence varie de manière continue. Ces taux d'élongations sont appelés « taux d'élongation intermédiaires » dans ce qui suit.

Dans un exemple de réalisation, le taux d'élongation intermédiaire le long d'un premier tronçon est sensiblement constant à une première valeur. Le taux d'élongation intermédiaire le long d'un second tronçon est sensiblement constant à une seconde valeur. La transition entre la première valeur de taux d'élongation et la seconde valeur de taux d'élongation se fait sur une longueur de câble relativement courte.

Dans un autre exemple de réalisation, le taux d'élongation intermédiaire le long du premier tronçon varie de manière continue suivant une loi prédéterminée, par exemple diminue de manière continue. Le taux d'élongation intermédiaire le long du second tronçon est sensiblement constant ou varie de manière continue suivant une loi prédéterminée.

Ainsi le câble hybride présente des tronçons ayant des élongations intermédiaires différentes quand le fil de tirage est tendu. Si le câble est utilisé pour réaliser un article tissé, cet article comporte des zones où le câble a une plus forte élongation intermédiaire, et des zones où le câble a une moins forte élongation intermédiaire. Une fois le fil de tirage rompu, les zones où le câble a une plus forte élongation intermédiaire présenteront une élasticité plus faible que les zones où le câble a une moins forte élongation intermédiaire. Cette propriété peut être utilisée pour contrôler l'expansion d'articles tissés.

Dans un autre mode de réalisation avantageux, le taux d'élongation maximal prédéterminé varie le long du câble. Le câble est alors typiquement dépourvu de fil de tirage.

Ce taux d'élongation maximum variable est obtenu en faisant varier, le long du câble, le nombre de spires du fil de haute élasticité enroulé en hélice autour du fil de haute ténacité par mètre linéaire du câble hybride. Ceci est effectué au moment de la fabrication. Ce nombre de spires est choisi de manière à vérifier le critère sur le nombre de spires du fil de haute élasticité énoncé plus haut.

On fait également varier le nombre de spires propres du fil de haute élasticité, si nécessaire, pour respecter le critère énoncé plus haut.

Ce câble peut être lui aussi utilisé pour la réalisation d'articles tissés. Il permet de réaliser dans cet article des zones plus élastiques, là où le câble a un taux d'élongation maximum plus élevé, et des zones à élasticité plus faible, là où le câble a un taux d'élongation maximum plus faible. Cette propriété peut être utilisée pour contrôler l'expansion d'articles tissés.

En variante, un fil de tirage est ajouté au câble ultérieurement, sans modification des taux d'élongations des différents tronçons du câble.

Dans tous les cas, les critères sur le nombre de spires propres et sur le nombre de spires du fil de haute ténacité sont respectés en tous points du câble.

Un autre objet de l'invention concerne un procédé de fabrication d'un câble hybride élastique ayant les caractéristiques ci-dessus, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- enroulement en hélice du fil du premier type étiré autour du fil du second type tendu, avec un nombre de spires par mètre linéaire compris entre  $n_{sE} - 15\%$  et  $n_{sE} + 15\%$ ,  $n_{sE}$  étant déterminé à partir de la formule suivante :

$$n_{sE} = \frac{1000}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} \times \frac{\sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)}}{K_{\max} + 100}$$

,dans laquelle  $\varphi_e$  est le diamètre en mm du fil du premier type au repos,  $\varphi_K$  est le diamètre en mm du fil du second type et  $K_{\max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé du câble hybride,

- torsion du fil du premier type sur lui-même avec un nombre spécifique de spires propres par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE}$  et  $3 \times n_{sE}$ , les spires propres du fil du premier type étant enroulées en sens inverse des spires de ladite hélice.

En option, le procédé comprend une étape de relâchement de la tension appliquée au câble hybride, de telle manière que la contraction du fil du premier type provoque la mise du fil du second type dans une configuration où il est enroulé en hélice autour du fil du premier type.

Avantageusement, on obtient un brin à l'issue des étapes d'enroulement et de torsion, le procédé comprenant en outre une étape de solidarisation d'au moins un fil dit de tirage le long dudit brin, ledit fil de tirage présentant une faible élasticité et étant apte à se rompre sous l'effet d'une charge prédéterminée, l'étape de solidarisation étant effectuée après les étapes d'enroulement et de torsion.

De préférence, pendant l'étape de solidarisation, on fait varier le taux d'élongation du tronçon du brin auquel le fil de tirage est solidarisé. Ledit tronçon correspond ici au tronçon auquel le fil de tirage est en cours de solidarisation. Ceci est réalisé en faisant varier le rapport entre la vitesse de défilement imposée au brin et la vitesse de défilement

imposée au fil de tirage pendant l'étape de solidarisation. Ceci permet d'obtenir un câble dont le taux d'élongation intermédiaire varie le long du câble.

Comme indiqué plus haut, le taux d'élongation peut être constants ou varier de manière continue le long du brin, ou varier par palier, etc.

5 Selon un troisième aspect, l'invention concerne un objet manufacturé comprenant au moins un câble hybride élastique ayant les caractéristiques ci-dessus.

Par exemple l'objet manufacturé comprend une manche tissée à l'aide du câble hybride, le câble hybride comportant au moins un fil dit de tirage solidarisé le long dudit câble, la manche comprenant une pluralité de fils de chaîne, le câble hybride formant le fil de trame, le câble présentant au moins des premier et second tronçons, le câble ayant des premiers taux d'élongation intermédiaires le long du premier tronçon quand le fil de tirage est tendu, le câble ayant le long du second tronçon des seconds taux d'élongation intermédiaires inférieurs aux premiers taux d'élongation intermédiaires quand le fil de tirage est tendu, le premier tronçon du câble étant un tronçon d'extrémité délimitant une partie d'extrémité de la manche, le second tronçon délimitant une partie centrale de la manche.

Avantageusement, le câble présente des troisièmes taux d'extension intermédiaires le long d'un second tronçon d'extrémité quand le fil de tirage est tendu, les seconds taux d'élongation intermédiaires étant inférieurs aux troisièmes taux d'élongation intermédiaires, ledit second tronçon d'extrémité délimitant une seconde extrémité de la manche.

Par exemple, le premier taux d'élongation intermédiaire augmente de manière continue depuis l'extrémité libre du câble hybride jusqu'au tronçon central. De même, le troisième taux d'élongation intermédiaire augmente de manière continue depuis l'extrémité libre du câble hybride jusqu'au tronçon central. Typiquement, le second taux d'élongation intermédiaire reste constant le long du second tronçon.

Dans un autre mode de réalisation, le câble utilisé pour réaliser la manche ne comprend pas de fil de tirage. Le câble est du type présentant un taux d'élongation maximum variable, comme décrit plus haut. Ledit premier tronçon du câble présente des taux d'élongation maximum relativement plus faibles, ledit tronçon central des taux d'élongation maximum relativement plus élevés, ledit troisième tronçon du câble présente des taux d'élongation maximum relativement plus faibles.

Comme précédemment, le premier taux d'élongations maximum augmente de manière continue depuis l'extrémité libre du câble hybride jusqu'au tronçon central. De même, le troisième taux d'élongation maximum augmente de manière continue depuis

l'extrémité libre du câble hybride jusqu'au tronçon central. Typiquement, le second taux d'élongation maximum reste constant le long du second tronçon.

Au repos, la manche présente une forme tubulaire. Quand la manche est expansée, le premier tronçon et le troisième tronçon s'expansent radialement dans une moindre mesure que le second tronçon. Une manche ayant une forme cylindrique au repos adopte, après expansion, une forme de fuseau, effilée à ses deux extrémités.

Avantageusement l'objet comprend une vessie gonflable, la manche étant enfilée autour de la vessie. La vessie avantageusement peut être gonflée et provoquer l'expansion de la manche. La manche se déforme de manière contrôlée, ce qui empêche la création de verrues sur la vessie, à la première et à la seconde extrémité de la manche.

#### **DESCRIPTION SOMMAIRE DES FIGURES**

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront mieux de la description qui va suivre, de plusieurs variantes d'exécution, données à titre d'exemples non limitatifs, du câble hybride suivant l'invention, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale schématique d'un câble hybride conforme à l'invention,

- la figure 3 est une représentation graphique de la charge du fil en fonction de son élongation,

- les figures 4A à 4D sont des vues de côté et en coupe longitudinale schématique du câble hybride suivant l'invention à un taux d'allongement de 0%, 75%, 140% et respectivement 147%,

- la figure 5 est une représentation simplifiée d'un dispositif pour la fabrication d'un câble hybride conforme à l'invention

- la figure 6 est une vue en coupe longitudinale schématique d'une variante d'exécution du câble hybride conforme à l'invention,

- la figure 7 est une représentation simplifiée d'un dispositif pour la fabrication du câble hybride de la figure 6,

- la figure 8 est une représentation graphique de la charge du câble hybride de la figure 6,

- la figure 9 est une représentation schématique simplifiée d'un câble avec un fil de tirage et plusieurs tronçons ayant des taux d'extension différents les uns des autres quand le fil de tirage est tendu ;

12

- les figures 10 et 11 sont des représentations schématiques simplifiées d'un ensemble comprenant une vessie et une manche tissée avec le câble de la figure 9, respectivement au repos et expansée ; et
- la figure 12 est une vue agrandie du fil à haute élasticité des figures 4A à 4D

5

#### DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

Par souci de clarté, dans la suite de la description, les mêmes éléments ont été désignés par les mêmes références aux différentes figures. De plus, les diverses vues en coupe ne sont pas nécessairement tracées à l'échelle et les dimensions des éléments peuvent avoir été exagérées pour faciliter la compréhension de l'invention.

10

#### Composition et constitution du câble

En référence à la figure 2, le câble hybride suivant l'invention est constitué d'un fil de haute élasticité (1) et d'un fil de haute ténacité (2) qui, lorsque le câble hybride est dans un état au repos, est enroulé en hélice autour du fil de haute élasticité (1).

15

Le fil de haute élasticité (1) peut être choisi parmi les fils du groupe suivant : fils d'élastomère tels que des fils de polyuréthanes, fils d'élasthane, ou une combinaison de ces fils et le fil de haute ténacité (2) peut être choisi parmi les fils du groupe suivant : fils de fibres naturelles tels que des fils de coton, de lin ou de chanvre par exemple, fils de verre, fils de carbone, fil d'aramide, fils de para-aramide, fils de rayonne, ou une combinaison de ces fils

20

De préférence, le fil de haute ténacité (2) et le fil de haute élasticité (1) présentent un rapport de leurs modules d'élasticité supérieur ou égal à 10000. Toutefois, il est bien évident que le rapport des modules d'élasticité du fil de haute ténacité (2) et du fil de haute élasticité (1) pourra avoir une valeur quelconque en fonction du domaine d'application du câble élastique suivant l'invention.

25

Par ailleurs, il est bien évident que le fil de haute élasticité (1) et le fil de haute ténacité (2) pourront être constitués respectivement d'une pluralité de fils élastiques et respectivement de haute ténacité, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

30

Comme visible sur la figure 12, le fil à haute élasticité 1 est tordu sur lui-même, et forme une pluralité de spires appelées ci-dessous spires propres 3.

Selon un exemple particulier de réalisation de l'invention, le fil de haute élasticité (1) est constitué d'un fil de caoutchouc naturel dont le module d'élasticité longitudinal est égal à environ 2 MPa et dont le diamètre au repos est égal à 1,1 mm. Le fil de haute ténacité (2) est constitué d'un fil d'aramide de titre 3300 dTex, commercialisé sous la marque Kevlar®, par exemple, dont le module d'élasticité longitudinal est égal à environ à 30000

35

MPa et dont le diamètre est égal à 0,6 mm. Pour un taux d'élongation maximal  $K_{\max}=150\%$ , la formule (F1) exposée plus haut donne le nombre de spires  $n_{sE}$  égal à 170.

### Fonctionnement

5 En référence à la figure 3, on peut constater que la courbe d'allongement du câble hybride suivant l'invention présente une zone de charge faible (Zone 1), s'étendant sur la plage 0 à 140%, de taux d'élongation, dans laquelle l'allongement augmente rapidement en fonction de la charge. Lorsque le fil atteint le taux d'élongation maximal prédéterminé, soit  $K_{\max} = 150 \%$ , la courbe montre une zone de charge très élevée (Zone 2) dans  
10 laquelle l'allongement n'augmente quasiment plus.

Entre ces deux zones (Zone 1, Zone 2), la courbe présente une courte zone de transition, (Zone T), s'étendant sur la plage 140 % à 150 % de taux d'élongation, à l'intérieur de laquelle le comportement du câble passe progressivement du comportement élastique au comportement résistant, et vice-versa.

15 Ainsi, le câble hybride suivant l'invention se comporte comme un élastique dont l'élasticité est constante jusqu'à une élongation prédéterminée et, lorsque la dite élongation prédéterminée est atteinte, se comporte comme un fil de haute ténacité, c'est-à-dire une très faible élongation et une grande résistance avant rupture

20 L'évolution du comportement du câble se comprend en examinant l'évolution de sa configuration lors de son allongement progressif, en référence aux figures 4A à 4D. Pour visualiser l'allongement du câble hybride, on a figuré un point particulier du câble par un repère (8) en forme de drapeau, qui se déplace avec l'allongement.

25 Ainsi, plus précisément, et en référence à la figure 4A, le câble hybride au repos se présente dans une configuration où l'âme est constituée par le fil de haute élasticité (1) autour duquel est enroulé en hélice le fil de haute ténacité (2), avec un nombre de spires  $n_{sR}$  dans l'exemple représenté.

30 Dans la plage d'élongation correspondant à la zone 1, en référence à la figure 4B, l'élongation progressive du câble hybride que l'on visualise par le déplacement du repère (8) se traduit par un allongement identique de l'âme constituée par le fil de haute élasticité (1). Le pas des spires de l'hélice constituée par le fil à haute ténacité (2) est augmenté d'un taux d'extension similaire. La résistance opposée par le fil de haute ténacité (2) au  
35 cours de cette élongation de ses spires est quasiment nulle, de sorte que sur la première

phase d'élongation, la résistance à la traction du câble hybride est sensiblement égale à celle du fil à haute élasticité (1).

Ce processus se poursuit jusqu'à ce que le taux d'élongation du câble hybride soit tel que le fil de haute ténacité se trouve dans un état proche de son état de pleine élongation, c'est-à-dire environ 140% dans cet exemple de réalisation. A partir de ce taux d'élongation correspondant au début de la zone de transition (zone T), en référence à la figure 4C, on constate que le fil de haute ténacité (2) force le fil élastique (1), jusque-là rectiligne, à se mettre en hélice. Le fil de haute ténacité (2) et le fil de haute élasticité (1) forment alors une double hélice. Ce processus se poursuit sur les quelques pourcents d'élongation supplémentaires correspondant à la plage de transition, c'est-à-dire la plage d'élongation comprise entre 140 et 150 % dans l'exemple illustré.

A la fin de la zone de transition, en référence à la figure 4D, le fil de haute ténacité (2) atteint son état de pleine élongation et constitue alors l'âme du câble hybride, le fil de haute élasticité (1) se retrouvant enroulé en hélice autour du fil de haute ténacité (2), avec un nombre de spire qui vaut  $n_{SE}$  dans l'exemple représenté. A partir de cette configuration, et jusqu'à la rupture, le comportement du câble élastique est quasi identique à celui du fil de haute ténacité (2).

Le fil de haute élasticité (1) présente un nombre spécifique de spires propres par mètre linéaire du câble double du nombre de spires formé par le fil de haute élasticité (1) autour du fil de haute ténacité à l'état de pleine élongation. Les spires propres du fil de haute élasticité (1) s'enroulent en sens inverse des spires l'hélice formée par le fil de haute élasticité autour du fil de haute ténacité.

### Fabrication

De façon générale pour l'assemblage: le fil de haute ténacité est amené en état de pleine élongation, avec une tension au moins égale à celle qui correspond au début de la zone de transition. Le fil élastique est amené avec un taux d'allongement sensiblement égal au taux d'allongement maximum recherché pour le câble hybride. Le retordage du câble hybride peut être réalisé en utilisant indifféremment l'un ou l'autre des procédés classiques pour le retordage des câblés : simple torsion, double torsion, câblage direct notamment.

En référence à la figure 5 qui présente un dispositif d'assemblage et de retordage particulier, le fil de haute élasticité (1) préalablement étiré et retordu est dévidé depuis une



bobine (10) équipée d'un dispositif de freinage, le fil passe ensuite dans un dispositif d'entraînement constitué par un rouleau motorisé (11) puis dans une broche creuse (12) puis dans une pastille de céramique (9) où se réalise l'assemblage avec le fil de haute ténacité, le câble assemblé étant ensuite entraîné par le rouleau motorisé (14). Un réglage approprié du dispositif de freinage de la bobine (10) et de la vitesse de rotation du rouleau (11) par rapport à celle du rouleau (14) permet de délivrer le fil de haute élasticité au niveau de la pastille de céramique (9) d'assemblage avec un taux d'allongement égal au taux d'élongation maximum recherché pour le câble hybride.

Le fil de haute ténacité (2) est déroulé depuis la bobine (13), qui est montée sur la broche creuse (12). Ce fil (2) passe dans la pastille de céramique (8) où se réalise l'assemblage avec le fil de haute élasticité (1). La tension du fil de haute ténacité (2) est assurée par un système de freinage intégré à la bobine (13). La vitesse de rotation de la broche creuse (12) sur laquelle est fixée la bobine (13) est ajustée en fonction de la vitesse de rotation du rouleau (14) pour assurer le réglage du nombre de spire  $n_{SE}$ , comme calculé selon la formule (Formule 1).

Le câble hybride (100) est entraîné par le rouleau (14) pour être renvidé sur une bobine (15), à un niveau de tension compatible avec les utilisations ultérieures.

En référence à la figure 6, une variante de réalisation permet de réaliser un câble hybride guipé (200) ayant un brin composé du fil de haute ténacité (2) et du fil haute élasticité (1) agencés comme décrit plus haut, auquel est associé un fil de tirage, présentant une faible élasticité et étant apte à se rompre sous l'effet d'une charge prédéterminée. De préférence, le fil de tirage (18) peut être formé par un fil ou une pluralité de fils obtenus dans la même matière que le fil de haute ténacité (2) ou dans une matière présentant un module d'élasticité longitudinal sensiblement égal, un fil d'aramide par exemple, et présentant un diamètre sensiblement inférieur au diamètre dudit fil de haute ténacité (2) et donc une résistance à la rupture sensiblement inférieure à celle dudit fil (2). Il est également possible d'utiliser un fil soluble, qui est mis dans les conditions appropriées pour sa dissolution lorsqu'il n'est plus utile.

Ce câble hybride guipé (200) comprend le fil de tirage (18) s'étendant sensiblement parallèlement au fil de haute élasticité (1) formant l'âme du câble, et un fil de guipage (20) élastique enroulé en hélice autour de l'ensemble avec un nombre de spires classique, typiquement compris entre 60 et 200 par mètre linéaire.

L'adjonction du fil de tirage a pour objectif de fixer de manière précise un taux d'élongation intermédiaire du câble hybride guipé (200). En effet, lorsque le fil de tirage est tendu, le brin –et donc le câble hybride- est dans un état partiellement étiré, correspondant au taux d'élongation intermédiaire,. On fixe ainsi l'amplitude d'élongation entre l'état intermédiaire du câble, où le fil de tirage est tendu, et l'état de pleine élongation, dans lequel le fil de haute ténacité est pleinement tendu. Cet état de pleine élongation est atteint après rupture du fil de tirage. On notera que ce réglage peut se faire avec une grande précision, et avec une grande latitude sur le taux d'élongation du brin avant association avec le fil de tirage. Le réglage est obtenu en choisissant le rapport entre la vitesse de défilement imposée au brin et la vitesse de défilement imposée au fil de tirage.

En référence à la figure 7, le brin (100) est dévidé depuis la bobine (15) équipée d'un dispositif de freinage ; le brin (100) passe ensuite dans un dispositif d'entraînement constitué par un rouleau motorisé (16), puis dans la broche creuse (17), puis dans la pastille de céramique (24) où se réalise l'assemblage avec le fil de tirage, le câble assemblé étant ensuite entraîné par le rouleau motorisé (22). Un freinage approprié de la bobine (15) permet d'amener le brin (100) sur le rouleau (16) dans son état d'élongation maximale. Un réglage approprié de la vitesse de rotation du rouleau (16) par rapport à celle du rouleau (22) permet de délivrer le brin (100) avec le taux d'élongation intermédiaire désiré à son point d'assemblage avec le fil de tirage.

Le fil de tirage est dévidé depuis la bobine (19) équipée d'un dispositif de freinage. Il passe dans la broche creuse puis dans la pastille (24) où se réalise l'assemblage. Le frein de la bobine (19) est réglé de telle manière que le fil de tirage soit délivré en état de pleine élongation à point d'assemblage.

Un fil élastique (20) présentant un faible diamètre est déroulé depuis la bobine (21) solidaire de la broche creuse (17) qui est entraînée en rotation. Le fil élastique (20) passe au travers de la pastille de céramique (24) où se réalise le guipage, par le fil élastique(20), du brin (100) et du fil de tirage (18) pour former le câble hybride guipé (200). Ce câble (200) est entraîné par le rouleau (22), puis délivré, avec le taux d'élongation intermédiaire, sur la bobine de stockage (23).

Il est bien évident que le fil de tirage (18) pourra être solidarisé au brin (100) c'est-à-dire au fil de haute élasticité (1) et au fil de haute ténacité (2) par tout autre moyen connu de l'homme du métier, comme par collage ou autre, sans sortir du cadre de l'invention.

De plus, il va de soi que le câble élastique guipé (200) pourra être obtenu en continu sans nécessiter que le brin (100) soit conditionné sur une bobine (15), c'est-à-dire directement en aval de l'opération d'assemblage des fils de haute élasticité et de haute  
5 ténacité.

En référence à la figure 8, la courbe d'allongement du câble hybride guipé fait apparaître un premier pic de tension à faible élongation qui correspond à la mise en tension du fil de tirage (18). Dans cet exemple particulier, la rupture du fil de tirage se  
10 produit pour une tension d'environ 8 daN, à très faible allongement. Après la rupture du fil de tirage (18), la résistance du câble hybride revient à une valeur très faible, de l'ordre de quelques Newton qui correspond à la résistance du fil de haute élasticité (1) formant l'âme du câble élastique. Le câble se comporte ensuite de la même manière que le câble hybride ne comportant pas de fil de tirage (18). Ainsi, la courbe présente ensuite une zone  
15 de charge faible dans laquelle l'allongement augmente rapidement en fonction de la charge et, lorsque le fil atteint le taux d'élongation maximal prédéterminé, à savoir 110%, une zone de charge très élevée dans laquelle l'allongement n'augmente quasiment plus.

Ce fil de tirage (18) solidarisé au câble hybride permet une mise en œuvre aisée du  
20 câble hybride, avec une élongation intermédiaire fixée par le fil de tirage pendant les diverses opérations nécessaires à ses utilisations, telles que le tissage, le tricotage ou le tréfilage par exemple.

Il permet également de maintenir une forme fixe d'un câble ou d'un tissu obtenu à  
25 partir d'au moins un câble suivant l'invention jusqu'au moment où les propriétés élastiques sont exprimées, par la rupture du fil de tirage, de telle sorte qu'au-delà d'un niveau de contrainte prédéterminé, le câble ou le tissu peut se déployer librement jusqu'à la limite finale d'extension du câble élastique.

Dans la variante de réalisation représentée sur la figure 9, le câble hybride est du type représenté sur la figure 6. Il comporte un brin (100) avec un fil de haute élasticité et un fil de haute ténacité agencés selon l'invention, un fil de tirage (18) et un fil élastique (non représenté) solidarissant le fil de tirage au brin (100). Le câble hybride comporte des premier et second tronçons d'extrémités (31, 32), raccordés l'un à l'autre par un tronçon  
30 central (33). Le câble (200) présente des premiers taux d'élongation intermédiaires le long du premier tronçon d'extrémités (31) quand le fil de tirage (18) est tendu. Le câble (200)  
35

présente le long du tronçon central (33) des seconds taux d'élongation intermédiaires inférieurs aux premiers quand le fil de tirage (18) est tendu. Le câble (200) présente des troisièmes taux d'élongation intermédiaires le long du second tronçon d'extrémités (32) quand le fil de tirage (18) est tendu, les seconds taux d'élongation intermédiaires étant inférieurs aux troisièmes. En d'autre terme, le taux d'élongation intermédiaire du câble hybride est variable le long du câble hybride. Le premier taux d'élongation intermédiaire augmente de manière continue le long du premier tronçon d'extrémité, depuis l'extrémité libre du câble vers le tronçon central. De même, le troisième taux d'élongation intermédiaire augmente de manière continue le long du second tronçon d'extrémité, depuis l'extrémité libre du câble vers le tronçon central. Le taux d'élongation intermédiaire est sensiblement constant le long du tronçon central.

Un tel câble est obtenu en faisant varier le réglage de la vitesse de rotation du rouleau (16) par rapport à celle du rouleau (22) pendant la fabrication, de manière à délivrer le brin (100) avec le taux d'élongation désiré à son point d'assemblage avec le fil de tirage, et plus exactement en faisant varier le rapport entre la vitesse de défilement imposée au brin et la vitesse de défilement imposée au fil de tirage

Le câble élastique suivant l'invention trouvera de nombreuses applications telles que par exemple pour la réalisation de sangles ou de sandows ou la fabrication de manchons gonflables ou « packer » utilisés en diagraphie ou en exploitation du sous-sol notamment. Il trouve notamment son application pour fabriquer une gaine de contention pour packer du type décrit dans la demande de brevet PCT/FR2007/052534.

Un packer est représenté de manière simplifiée sur les figures 10 et 11. Ce packer (40) comprend un mandrin (41) s'étendant suivant une direction longitudinale, et une enveloppe annulaire gonflable et étanche (42) enfilée autour au mandrin (41). L'enveloppe (42) est liée rigidement au mandrin (41) par des bagues non représentées, disposées aux deux extrémités longitudinales de l'enveloppe.

L'enveloppe (42) comporte une vessie gonflable et étanche (43) (traits interrompus sur les figures 10 et 11), et une manche (44) (traits continus sur les figures 10 et 11) enfilée autour de la vessie (43).

Le volume interne de la vessie communique avec une source de gaz sous pression non représentée, par l'intermédiaire de passages ménagés dans le mandrin (41). L'enveloppe (42) est donc susceptible d'adopter sélectivement un état rétracté autour du mandrin (41) (figure 10) et un état expansé radialement (figure 11).

La manche (44) est tissée, et comprend donc une pluralité de fils de chaîne longitudinaux et un fil de trame entrelacé avec les fils de chaînes. Le fil de trame est un câble hybride du type représenté sur la figure 9. Le premier tronçon d'extrémité (31) du câble est utilisé pour tisser une première partie d'extrémité (45) de la manche, le second tronçon (33) pour tisser une partie centrale (46) de la manche, et le second tronçon d'extrémité (32) du câble pour tisser une partie d'extrémité (47) de la manche.

La manche (44) est tissée en entrelaçant les fils de chaînes avec le fil de trame, de manière connue en soi. Cette opération étant réalisée en utilisant le câble hybride (200) dans un état d'élongation où le fil de tirage (18) est tendu.

Il en découle que les première et seconde parties d'extrémité (45, 47) de la manche sont réalisés avec un fil de trame ayant des premiers et troisièmes taux d'élongation intermédiaires variant de manière continue, alors que la partie centrale est réalisé avec un fil de trame ayant un second taux d'élongation intermédiaire constant, inférieur aux premiers et troisièmes taux d'élongation intermédiaires.

Quand l'enveloppe passe à son état expansé, le fil guide du câble hybride est rompu, ce qui permet au câble hybride de s'allonger jusqu'à son taux d'élongation maximum. Les première et seconde parties d'extrémités (45, 47) subissent alors une expansion radiale moins forte que la partie centrale (46). En effet, le rapport entre le taux d'élongation intermédiaire et le taux d'élongation maximal est plus élevé pour le tronçon central (33) que pour les deux tronçons d'extrémité (31, 32) du câble hybride.

La manche va donc adopter une forme de vessie, comme représentée sur la figure 11. Les parties d'extrémités (45, 47) ont des sections transversales croissantes quand on les suit longitudinalement, depuis l'extrémité de la manche vers le tronçon central (46). Le tronçon central (46) a une section transversale sensiblement constante. Par exemple les tronçons d'extrémité ont des formes tronconiques et le tronçon central une forme cylindrique.

La vessie, à l'état expansé de l'enveloppe, remplit la manche et présente sensiblement la même forme que celle-ci. Les deux extrémités longitudinales de la vessie ne présentent donc pas de zones où le matériau constituant la vessie est excessivement étiré (verrues), ce qui pourrait provoquer la rupture de la vessie à terme.

REVENDICATIONS

1. Câble hybride élastique comportant au moins un fil (1) d'un premier type et au moins un fil (2) d'un second type, le fil (1) du premier type présentant un degré de ténacité inférieur à celui du fil (2) du second type, le fil (2) du second type présentant un degré d'élasticité inférieur à celui du fil (1) du premier type, le fil du second type (2), lorsqu'un taux d'élongation maximal prédéterminé du câble hybride est atteint, se trouvant complètement allongé et le fil du premier type (1) se trouvant enroulé en hélice autour du fil du second type (2), caractérisé en ce que le fil du premier type (1) audit taux d'élongation maximal se trouve enroulé en une hélice autour du fil du second type (2) avec un nombre spécifique de spires par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE} - 15\%$  et  $n_{sE} + 15\%$ ,  $n_{sE}$  étant déterminé à partir de la formule suivante :

$$n_{sE} = \frac{1000}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} \times \frac{\sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)}}{K_{\max} + 100}$$

,dans laquelle  $\varphi_e$  est le diamètre en mm du fil du premier type (1) au repos,  $\varphi_K$  est le diamètre en mm du fil du second type (2) et  $K_{\max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé du câble hybride,

le fil du premier type (1) étant en outre tordu sur lui-même avec un nombre spécifique de spires propres par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE}$  et  $3 \times n_{sE}$ , les spires propres du fil du premier type (1) s'enroulant en sens inverse des spires de ladite hélice,

de telle sorte que lorsque le câble hybride est au repos, le fil du second type (2) est enroulé en hélice autour du fil du premier type (1), sensiblement sans décollement du fil du second type (2) ou déformation du câble hybride.

2. Câble suivant la revendication 1 **caractérisé** en ce que, au repos, le nombre de spires du fil du second type (2) enroulé, en hélice autour du fil (1) du premier type par mètre linéaire du câble est compris entre  $n_{sR} - 15\%$  et  $n_{sR} + 15\%$ ,  $n_{sR}$  étant déterminé à partir de la formule suivante :

$$n_{sR} = \frac{10}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} * \sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)}$$

dans laquelle  $\varphi_e$  est le diamètre en mm du fil du premier type au repos,  $\varphi_K$  est le diamètre en mm du fil du second type et  $K_{\max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé du câble.

3. Câble suivant l'une quelconque des revendications 1 ou 2 **caractérisé** en ce que le fil du second type (2) et le fil du premier type (1) présentent des modules d'élasticité longitudinal dont le rapport est supérieur ou égal à 10000.

5 4. Câble suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé** en ce que le fil du premier type (1) est choisi parmi les fils du groupe suivant : fils d'élastomère tels que des fils de caoutchouc naturel, les fils d'élasthanne, ou une combinaison de ces fils.

10 5. Câble suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4 **caractérisé** en ce que le fil du second type (2) est choisi parmi les fils du groupe suivant : fils de fibres naturelles, tels que coton, lin ou chanvre, fils de verre, fils de carbone, fils de fibres organiques telles que aramide, para-aramide, polyester, polypropylène, polyamide, d'aramide ou une combinaison de ces fils.

15 6. Câble suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5 **caractérisé** en ce qu'il comporte au moins un fil dit de tirage (18) solidarisé le long dudit câble, ledit fil de tirage (18) présentant une faible élasticité et étant apte à se rompre sous l'effet d'une charge prédéterminée.

20 7. Câble suivant la revendication 6 **caractérisé** en ce que le fil de tirage (18) est solidarisé audit câble par au moins un fil élastique dit de guipage (20) enroulé en hélice autour du fil du premier type (1), du fil du second type (2) et du fil de tirage (18).

25 8. Câble suivant la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que le taux d'élongation varie le long du câble quand le fil de tirage est tendu, de préférence varie de manière continue.

9. Câble selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'élongation maximal prédéterminé varie le long du câble.

30 10. Procédé de fabrication d'un câble hybride élastique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé** en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- enroulement en une hélice du fil du premier type (1) étiré autour du fil du second type (2) tendu, avec un nombre de spires par mètre linéaire compris entre  $n_{sE} - 15\%$  et  $n_{sE} + 15\%$ ,  
35  $n_{sE}$  étant déterminé à partir de la formule suivante :

$$n_{sE} = \frac{1000}{\pi(\varphi_e + \varphi_K)} \times \frac{\sqrt{K_{\max} \times (K_{\max} + 200)}}{K_{\max} + 100} \quad 22$$

,dans laquelle  $\varphi_e$  est le diamètre en mm du fil du premier type (1) au repos,  $\varphi_K$  est le diamètre en mm du fil du second type (2) et  $K_{\max}$  est le taux d'élongation maximale prédéterminé du câble hybride,

- 5 - torsion du fil du premier type (1) sur lui-même avec un nombre spécifique de spires propres (3) par mètre linéaire du câble compris entre  $n_{sE}$  et  $3 \times n_{sE}$ , les spires propres (3) du fil du premier type (1) étant enroulées en sens inverse des spires de ladite hélice,.

10 11. Procédé de fabrication selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'on obtient un brin à l'issue des étapes d'enroulement et de torsion, le procédé comprenant en outre une étape de solidarisation d'au moins un fil dit de tirage (18) le long dudit brin, ledit fil de tirage (18) présentant une faible élasticité et étant apte à se rompre sous l'effet d'une charge prédéterminée, l'étape de solidarisation étant effectuée après les étapes d'enroulement et de torsion.

15

12. Procédé de fabrication selon la revendication 11, caractérisé en ce que, pendant l'étape de solidarisation, on fait varier le taux d'élongation du tronçon du brin auquel le fil de tirage est solidarisé.

20

13. Objet manufacturé (40) comprenant au moins un câble hybride élastique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9.

14. Objet selon la revendication 13, l'objet comprenant une manche (44) tissée à l'aide du câble hybride, le câble hybride comportant au moins un fil dit de tirage (18) solidarisé le long dudit câble, ledit fil de tirage (18) présentant une faible élasticité et étant apte à se rompre sous l'effet d'une charge prédéterminée la manche (44) comprenant une pluralité de fils de chaîne, le câble hybride formant le fil de trame, le câble présentant au moins des premier et second tronçons (31, 33), le câble ayant des premiers taux d'élongation intermédiaires le long du premier tronçon (31) quand le fil de tirage est tendu, le câble ayant le long du second tronçon (32) des seconds taux d'élongation intermédiaires inférieurs aux premiers taux d'élongation intermédiaires quand le fil de tirage est tendu, le premier tronçon (31) du câble étant un tronçon d'extrémité délimitant une partie d'extrémité (45) de la manche (44), le second tronçon (33) délimitant une partie centrale (46) de la manche (44).

35



23

15. Objet selon la revendication 14, caractérisé en ce que le câble présente des troisièmes taux d'élongation intermédiaires le long d'un second tronçon d'extrémité (32) quand le fil de tirage est tendu, les seconds taux d'élongation intermédiaires étant inférieurs aux troisièmes taux d'élongation intermédiaires, ledit second tronçon d'extrémité (32) délimitant une seconde extrémité (47) de la manche (44).

5

16. Objet selon la revendication 14 ou 15, comprenant une vessie gonflable (43), la manche (44) étant enfilée autour de la vessie (43).

10

1/8

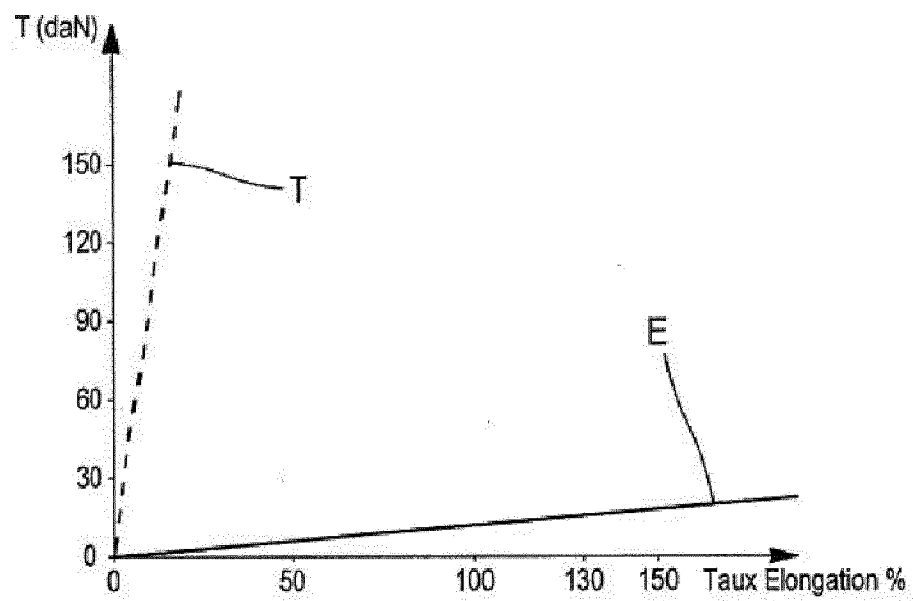


FIG. 1A

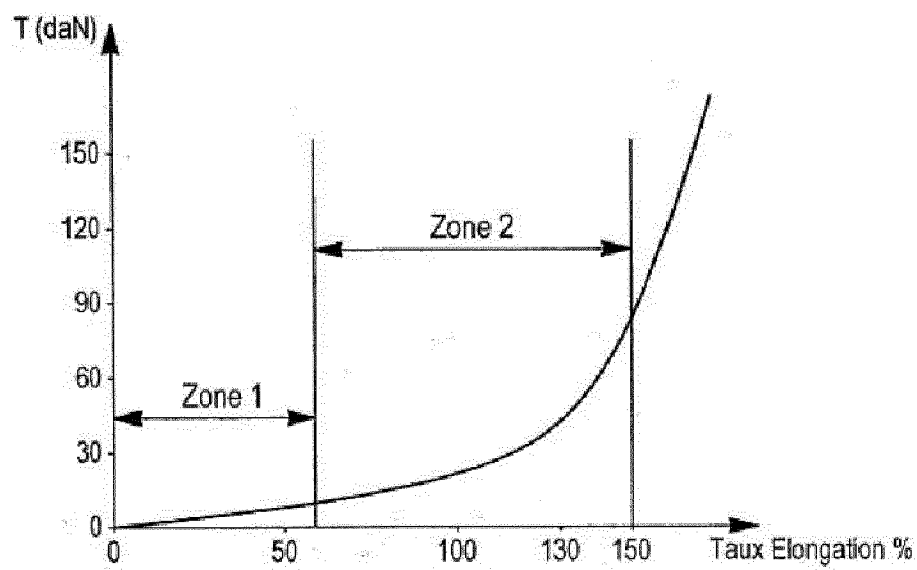


FIG. 1B

2/8

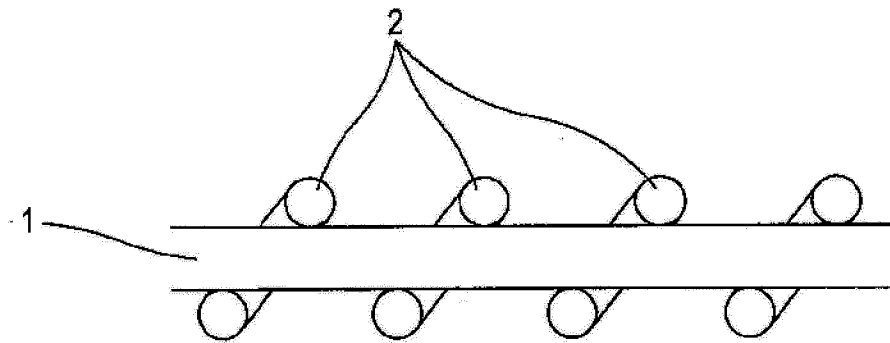


FIG. 2

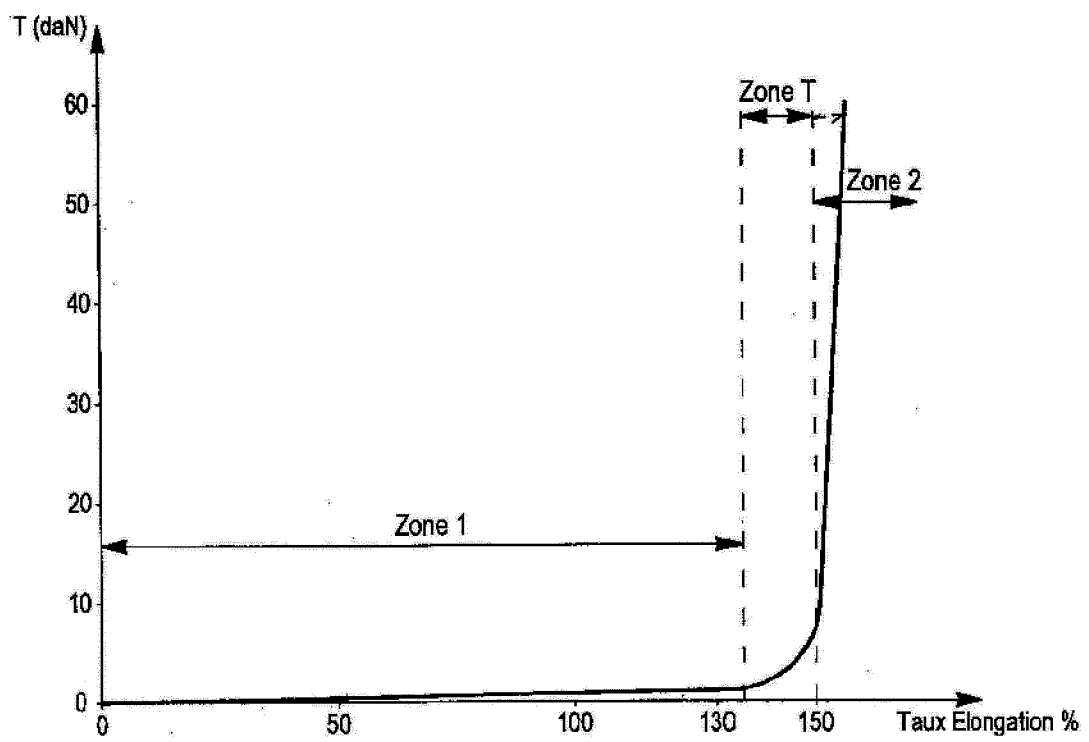


FIG. 3

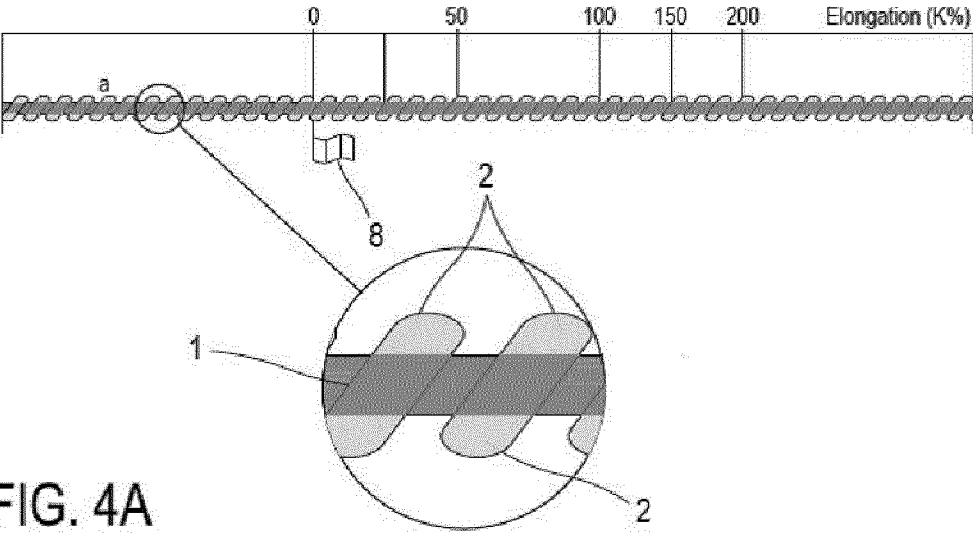


FIG. 4A

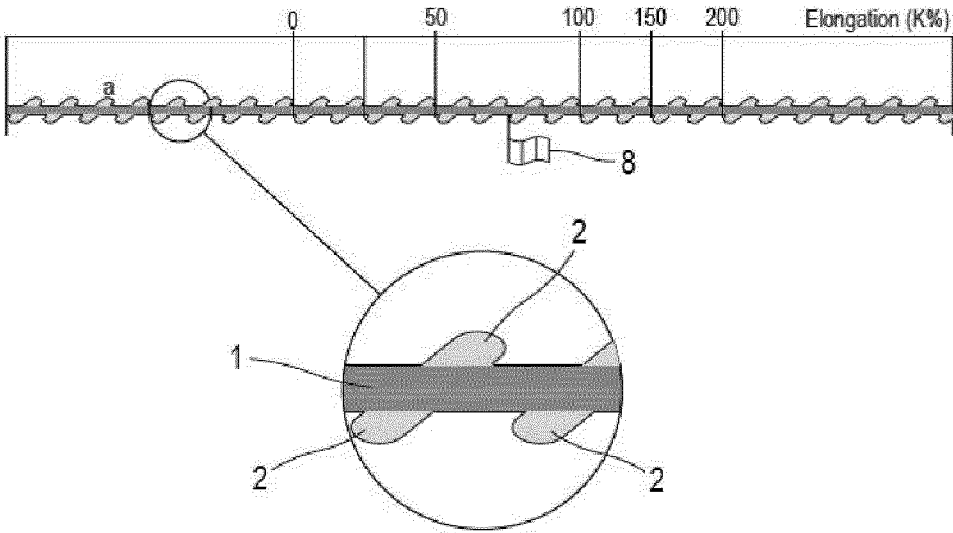


FIG. 4B

4/8

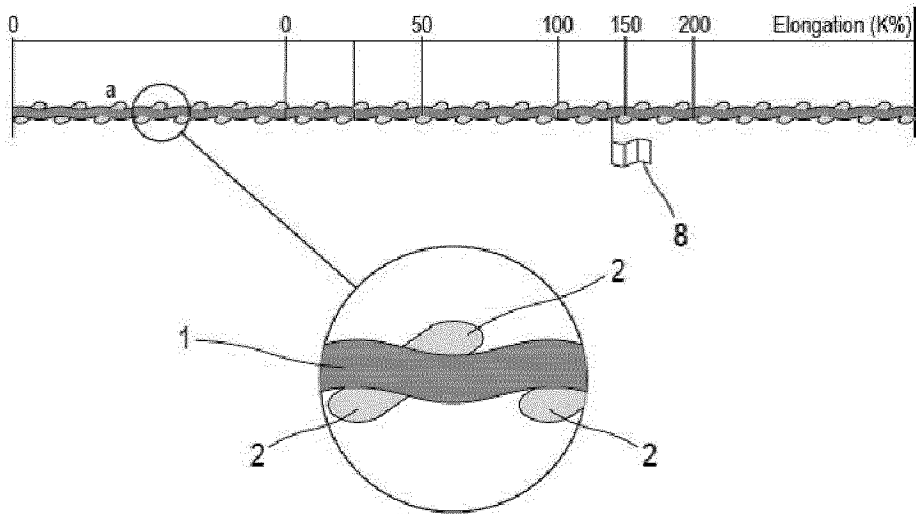


FIG. 4C

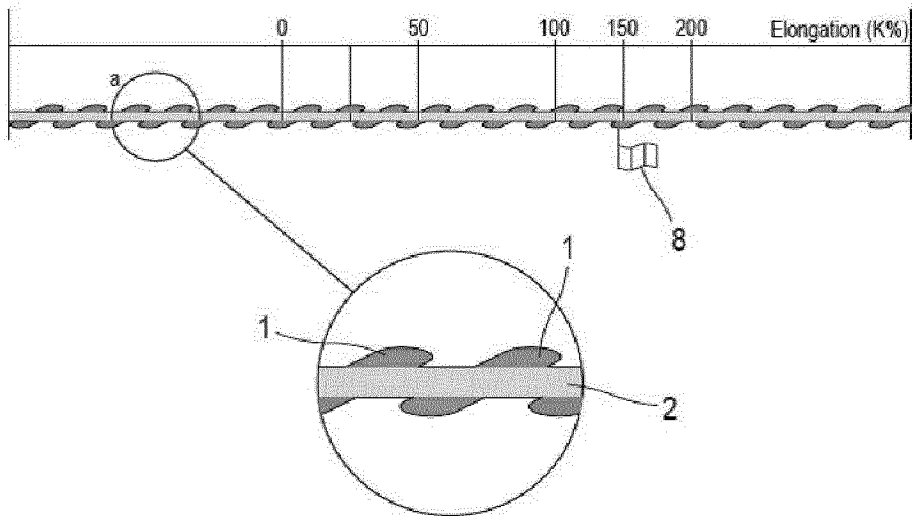


FIG. 4D

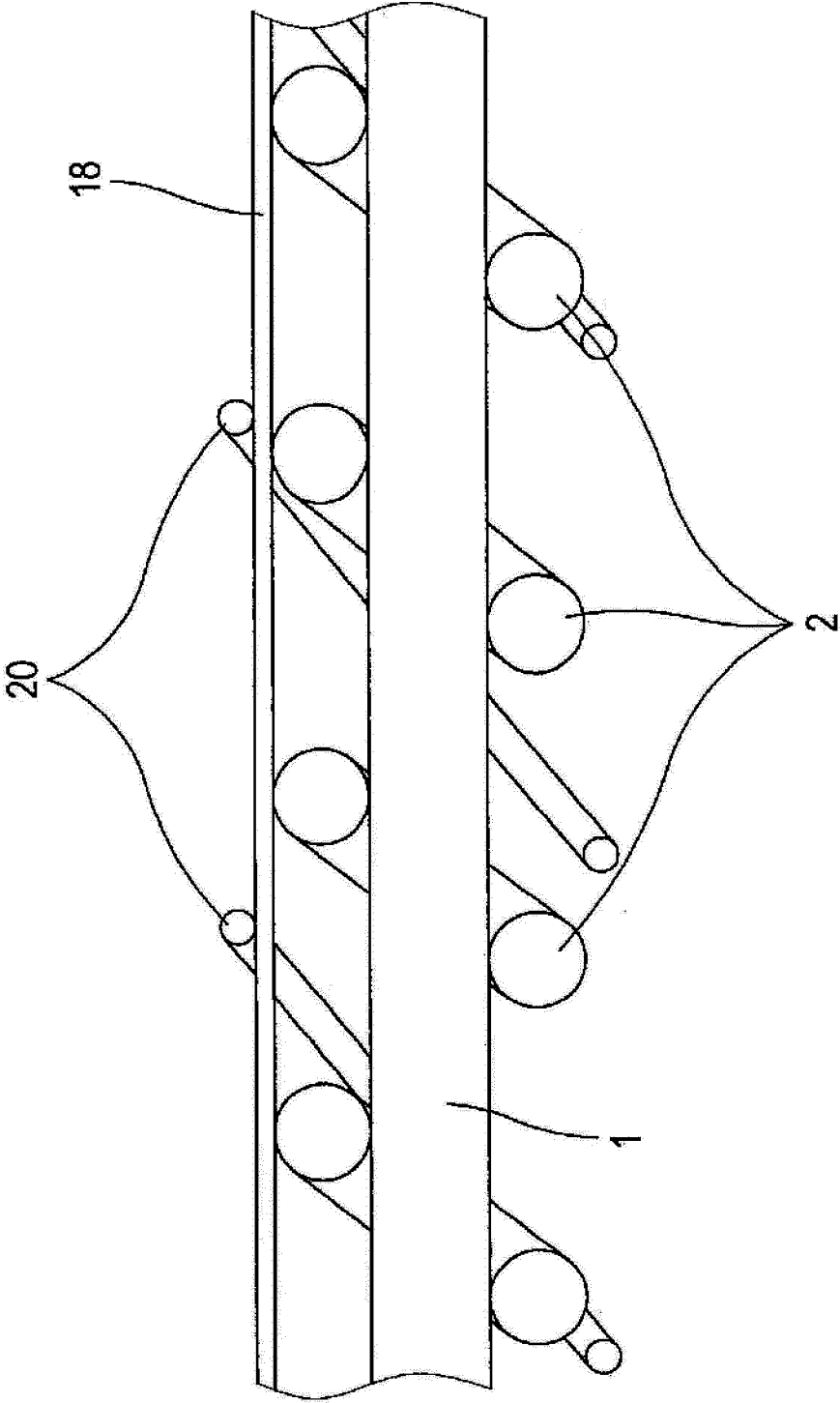


FIG. 6

6/8

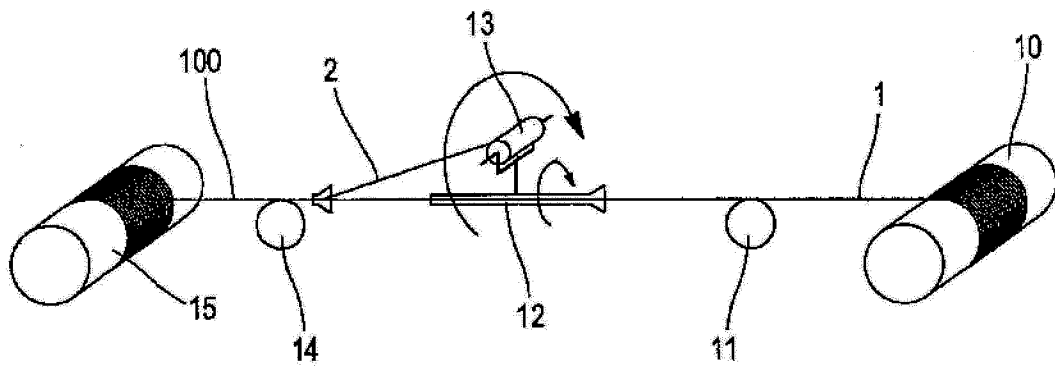


FIG. 5

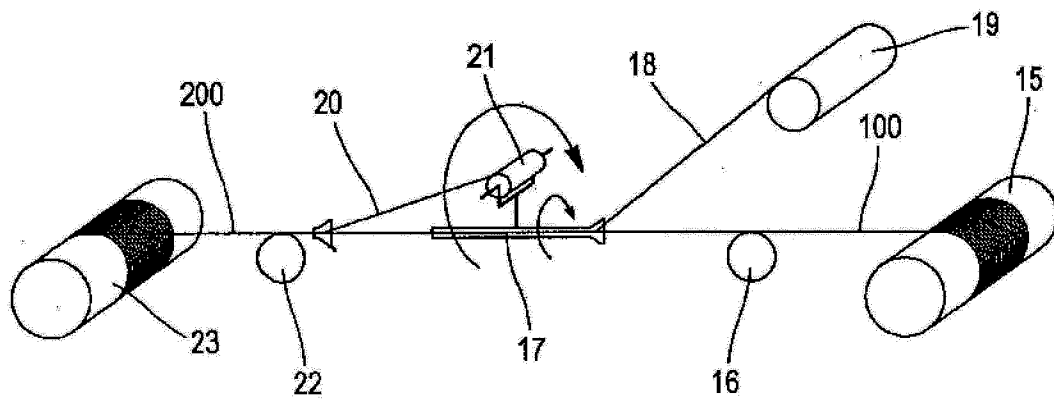


FIG. 7

7/8

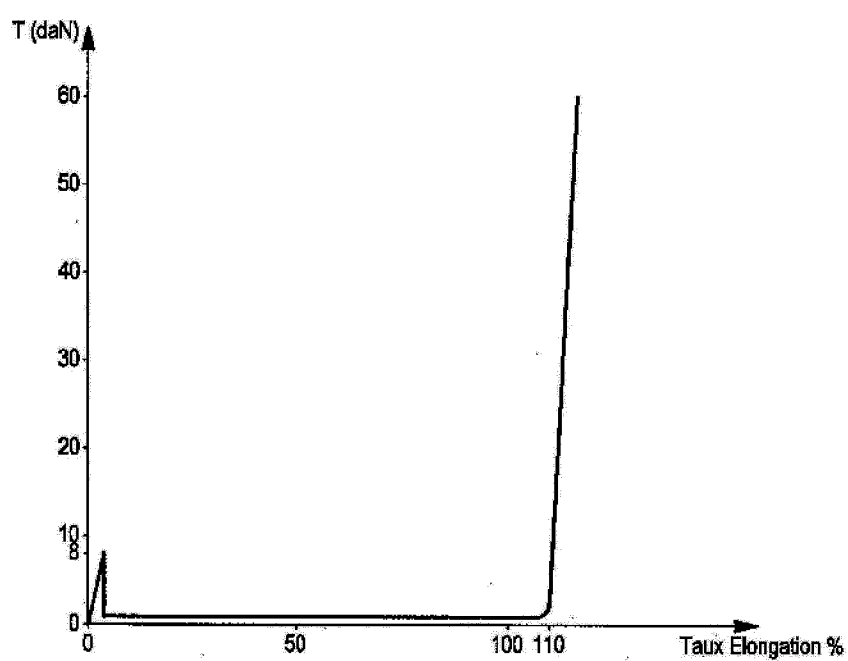


FIG. 8



8/8

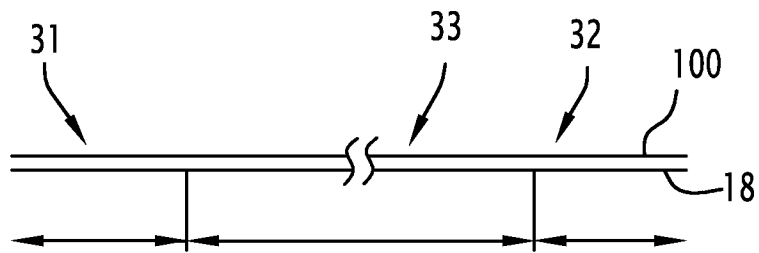


FIG. 9

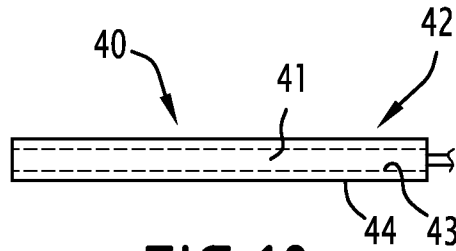


FIG. 10

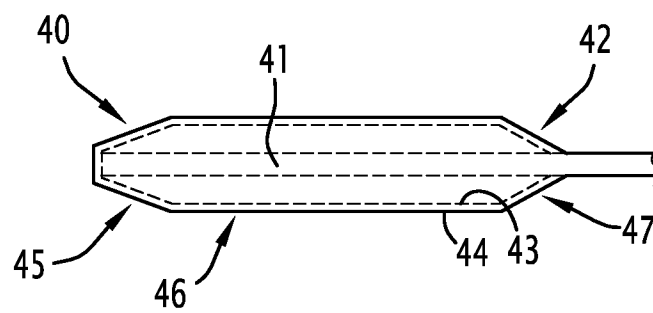


FIG. 11

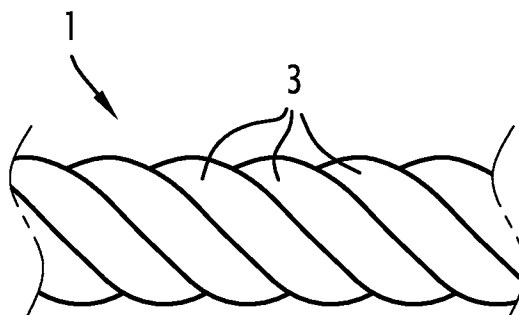


FIG. 12

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/051381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. D02G3/32  
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)  
D02G

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.
A	WO 2010/146347 A1 (UNIV EXETER [GB]; EVANS KENNETH ERNEST [GB]; SLOAN MICHAEL ROBERT [GB]) 23 December 2010 (2010-12-23) cited in the application page 3, line 11 - page 4, line 7; figures 1-2	1-5,10, 11
A	WO 2010/041002 A1 (UNIV EXETER [GB]; BURNS MICHAEL KENNETH [GB]; WRIGHT JULIAN ROGER [GB]) 15 April 2010 (2010-04-15) page 5, line 14 - page 6, line 24 page 8, line 24 - page 10, line 16; claims 8-13; figure 1	1-5,10, 11,13
A	WO 2006/021763 A1 (AUXETIX LTD [GB]; HOOK PATRICK [GB]) 2 March 2006 (2006-03-02) page 9, line 10 - page 10, line 25; figures 1-3	1-5,10, 11,13
	----- -/--	



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

25 April 2013

Date of mailing of the international search report

07/05/2013

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

Pollet, Didier

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/051381

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 3 625 809 A (CAROSELLI REMUS F ET AL) 7 December 1971 (1971-12-07) column 2, line 70 - column 3, line 60; figures 1-3 -----	1-5,10, 11,13
A	FR 1 400 692 A (KENDALL & CO) 28 May 1965 (1965-05-28) page 1, column 1, line 11 - line 33 page 2, column 1, line 49 - column 2, line 31; figures 2-3 -----	6,7
A	EP 0 111 070 A1 (BREMKAMP REINHARD KG [DE]) 20 June 1984 (1984-06-20) page 2, paragraph 3 page 4, paragraph 7 - page 5, paragraph 1; figures 1-2 -----	6,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/051381

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010146347 A1	23-12-2010	EP 2443276 A1	25-04-2012
		US 2013071583 A1	21-03-2013
		WO 2010146347 A1	23-12-2010
WO 2010041002 A1	15-04-2010	EP 2337611 A1	29-06-2011
		US 2011209557 A1	01-09-2011
		WO 2010041002 A1	15-04-2010
WO 2006021763 A1	02-03-2006	EP 1786962 A1	23-05-2007
		US 2007210011 A1	13-09-2007
		WO 2006021763 A1	02-03-2006
US 3625809 A	07-12-1971	NONE	
FR 1400692 A	28-05-1965	NONE	
EP 0111070 A1	20-06-1984	DE 3237170 A1	12-04-1984
		EP 0111070 A1	20-06-1984

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2013/051381

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. D02G3/32 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) D02G		
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
A	WO 2010/146347 A1 (UNIV EXETER [GB]; EVANS KENNETH ERNEST [GB]; SLOAN MICHAEL ROBERT [GB]) 23 décembre 2010 (2010-12-23) cité dans la demande page 3, ligne 11 - page 4, ligne 7; figures 1-2 -----	1-5,10, 11
A	WO 2010/041002 A1 (UNIV EXETER [GB]; BURNS MICHAEL KENNETH [GB]; WRIGHT JULIAN ROGER [GB]) 15 avril 2010 (2010-04-15) page 5, ligne 14 - page 6, ligne 24 page 8, ligne 24 - page 10, ligne 16; revendications 8-13; figure 1 -----	1-5,10, 11,13
A	WO 2006/021763 A1 (AUXETIX LTD [GB]; HOOK PATRICK [GB]) 2 mars 2006 (2006-03-02) page 9, ligne 10 - page 10, ligne 25; figures 1-3 ----- -/--	1-5,10, 11,13
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span> </div>		
* 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  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">25 avril 2013</div>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">07/05/2013</div>	
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  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Pollet, Didier</div>	

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 3 625 809 A (CAROSELLI REMUS F ET AL) 7 décembre 1971 (1971-12-07) colonne 2, ligne 70 - colonne 3, ligne 60; figures 1-3 -----	1-5,10, 11,13
A	FR 1 400 692 A (KENDALL & CO) 28 mai 1965 (1965-05-28) page 1, colonne 1, ligne 11 - ligne 33 page 2, colonne 1, ligne 49 - colonne 2, ligne 31; figures 2-3 -----	6,7
A	EP 0 111 070 A1 (BREMKAMP REINHARD KG [DE]) 20 juin 1984 (1984-06-20) page 2, alinéa 3 page 4, alinéa 7 - page 5, alinéa 1; figures 1-2 -----	6,7

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2013/051381

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010146347 A1	23-12-2010	EP 2443276 A1	25-04-2012
		US 2013071583 A1	21-03-2013
		WO 2010146347 A1	23-12-2010
WO 2010041002 A1	15-04-2010	EP 2337611 A1	29-06-2011
		US 2011209557 A1	01-09-2011
		WO 2010041002 A1	15-04-2010
WO 2006021763 A1	02-03-2006	EP 1786962 A1	23-05-2007
		US 2007210011 A1	13-09-2007
		WO 2006021763 A1	02-03-2006
US 3625809 A	07-12-1971	AUCUN	
FR 1400692 A	28-05-1965	AUCUN	
EP 0111070 A1	20-06-1984	DE 3237170 A1	12-04-1984
		EP 0111070 A1	20-06-1984