



(51) Classification internationale des brevets :
D07B 1/06 (2006.01) D07B 5/12 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/053347

(22) Date de dépôt international :
17 février 2016 (17.02.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1551378 19 février 2015 (19.02.2015) FR

(71) Déposants : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR]; 12 Cours Sablon, 63000 Clermont-Ferrand (FR). MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. [CH/CH]; Route Louis Braille 10, 1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs : PIRONNEAU, Natacha; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). CLEMENT, Emmanuel; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). RA-

PENNE, Thibault; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). COLIN, Eric; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). CHAVAROT, Pascal; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - Place des Carmes-Déchaux - DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(74) Mandataire : DESBORDES, Guillaume; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN -, Place des Carmes-Déchaux -DGD/PI - F35/Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MULTI-STRAND CABLE OF 1xN STRUCTURE FOR PROTECTIVE REINFORCEMENT OF A TIRE

(54) Titre : CÂBLE MULTITORONS DE STRUCTURE 1xN POUR ARMATURE DE PROTECTION DE PNEUMATIQUE

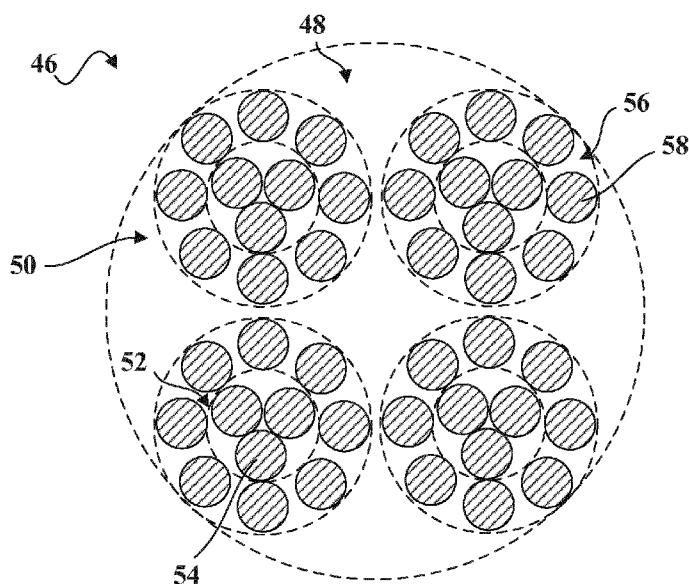


Fig. 3

(57) Abstract : The invention relates to a method for manufacturing a multi-strand cable (46) of 1xN structure comprising a single layer (48) of N helically wound strands (50). Each strand (50) comprises an inner layer (52) of M inner wires (54) and an outer layer (56) of P outer wires (58). The method comprises: - a step of individually assembling each of the N strands (50) during which, and in chronological order: - the M inner wires (54) are wound, - the P outer wires (58) are wound, and - the M inner wires (54) and P outer wires (58) are elongated such that the structural elongation associated with the P outer wires (58) of each strand (50) is 0.05% or higher, - a step of collectively assembling the N strands (50) during which the N strands (50) are wound together to form the cable (46).

(57) Abrégé : Le procédé permet la fabrication d'un câble multitorons (46) de structure 1xN comprenant une unique couche (48) de N torons (50) enroulés en hélice. Chaque toron (50) comprend une couche interne (52) de M fils internes (54) et une couche externe (56) de P fils externes (58). Le procédé comprend: - une étape d'assemblage individuel de chacun des N torons (50) au cours de laquelle, et dans l'ordre chronologique: - on enroule

[Suite sur la page suivante]



(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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

Câble multitorons de structure 1xN pour armature de protection de pneumatique

[001] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un câble multitorons, un câble multitorons susceptibles d'être obtenu par ce procédé et un pneumatique comprenant ce câble.

5 **[002]** On connaît de l'état de la technique un pneumatique pour véhicule de génie civil à armature de carcasse radiale comprenant une bande de roulement, deux bourrelets inextensibles, deux flancs reliant les bourrelets à la bande de roulement et une armature de sommet, disposée circonférentiellement entre l'armature de carcasse et la bande de roulement. Cette armature de sommet comprend plusieurs nappes de caoutchouc, éventuellement renforcées par des éléments de renforts tels que des
10 câbles métalliques.

[003] L'armature de sommet comprend une armature de travail, une armature de protection et éventuellement d'autres armatures, par exemple une armature de frettage.

15 **[004]** L'armature de protection comprend une ou plusieurs nappes de protection comprenant plusieurs éléments de renfort de protection faisant un angle compris entre 15° à 30° avec la direction circonférentielle du pneumatique. Généralement, chaque élément de renfort de protection est un câble comprenant plusieurs fils unitaires métalliques.

20 **[005]** On connaît du document WO2011/134900 un câble permettant de renforcer de telles nappes de protection. Le câble est du type multitorons et de structure 1xN. Le câble comprend une unique couche de $N=4$ torons enroulés en hélice. Chaque toron comprend, d'une part, une couche interne de $M=4$ fils internes enroulés en hélice et une couche externe de $P=9$ fils externes enroulés en hélice autour de la couche interne.

25 **[006]** Le procédé de fabrication du câble comprend une première étape d'assemblage individuel de chacun des N torons et une deuxième étape d'assemblage collectif des N torons au cours de laquelle on enroule en hélice les N torons pour former le câble. Puis, lors d'une étape ultérieure de calandrage, on revêt simultanément plusieurs câbles de part et d'autre par deux bandes de gomme
30 permettant ainsi de former une nappe de protection.

[007] Toutefois, lors de la deuxième étape d'assemblage collectif des N torons, on a remarqué que certains des M fils internes sortaient radialement entre les fils externes. Cette sortie de fils internes est présente lorsqu'il existe des espaces entre les P fils de

la couche externe, mais également lorsqu'il n'existe pas d'espaces entre le P fils de la couche externe. Ainsi, le câble présente un diamètre variable, ce dernier étant plus élevé aux endroits où sont situés les sorties de fils internes. Une telle variation de diamètre est notamment problématique lors du passage du câble dans les outils de fabrication du câble, notamment lors de l'étape de calandrage. Une solution pour éviter de telles variations de diamètre est d'isoler la portion du câble présentant la sortie de fils internes, la couper puis d'aboutir les deux extrémités résultantes du coupage du câble. Or, les sorties de fils externes apparaissant à une fréquence de l'ordre du pas d'assemblage de l'étape d'assemblage collectif (tous les 15 mm dans le cas du câble de WO2011/134900), une telle solution est industriellement inenvisageable.

[008] L'invention a pour but de permettre la fabrication d'un câble dépourvu ou quasiment dépourvu de fils internes sortant radialement entre les fils externes.

[009] A cet effet l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un câble multitorons de structure 1xN comprenant une unique couche de N torons enroulés en hélice, chaque toron comprenant :

- une couche interne de M fils internes enroulés en hélice,
- une couche externe de P fils externes enroulés en hélice autour de la couche interne,

le procédé comprenant:

- une étape d'assemblage individuel par retordage de chacun des N torons au cours de laquelle, et dans l'ordre chronologique:

- on enroule en hélice les M fils internes pour former la couche interne,
- on enroule en hélice les P fils externes autour de la couche interne, et

- on allonge les M fils internes et les P fils externes de sorte que l'allongement structurel associé aux P fils externes de chaque toron est supérieur ou égal à 0,05%,
- une étape d'assemblage collectif par retordage des N torons au cours de laquelle on enroule en hélice les N torons pour former le câble.

[010] Grâce au procédé selon l'invention, le câble est dépourvu ou quasiment dépourvu de sortie radiale de fils internes entre les fils externes. En effet, les inventeurs à l'origine de l'invention ont mis en évidence que lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons au cours de laquelle on enroule en hélice les N torons pour former le câble, les fils internes étaient, au sein de chaque toron, mis en compression radiale par les P fils externes. Cette mise en compression, générée par un raccourcissement du pas des fils externes supérieur au raccourcissement du pas des fils internes lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons, avait, dans l'état

de la technique, pour effet de faire sortir radialement les fils internes entre les fils externes.

[011] Les inventeurs à l'origine de l'invention ont découvert qu'en allongeant les P fils externes de façon à avoir un allongement structurel associé à ces P fils externes relativement élevé, c'est-à-dire supérieur ou égal à 0,05%, on écartait suffisamment les P fils externes pour éviter la mise en compression des M fils internes lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons. En effet, l'écartement des P fils externes permet de donner une longueur suffisante aux fils externes permettant, lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons, de s'assurer que, même si le raccourcissement des pas est différent entre les couches interne et externe, les fils internes ne soient pas mis en compression par les fils externes.

[012] Les allongements structuraux Asm et Asp associés respectivement aux M fils internes et P fils externes sont déterminés et définis comme suit. On réalise une courbe force allongement d'un toron conformément à la norme ISO 6892-1 d'octobre 2009. La courbe obtenue comprend trois parties se succédant dans cet ordre en se déplaçant vers les allongements croissants. La première partie correspond au rapprochement des M fils internes les uns des autres. La deuxième partie correspond au rapprochement des P fils externes les uns des autres. La troisième partie correspond à l'allongement élastique des M fils internes et P fils externes. On trace, pour chacune des parties, la tangente à cette partie. La tangente à la première partie coupe l'axe des abscisses en un point Asi correspondant à l'allongement structurel associé à l'écartement des M fils internes. La tangente à la deuxième partie coupe l'axe des abscisses en un point Ase, la différence $Asm = Ase - Asi$ correspondant à l'allongement structurel Asm associé à l'écartement des M fils internes. La tangente à la troisième partie coupe l'axe des abscisses en un point As correspondant à l'allongement structurel du toron, la différence $Asp = As - Ase$ correspondant à l'allongement structurel Asp associé à l'écartement des P fils externes.

[013] Avantagement, l'allongement structurel de chaque toron associé aux P fils externes est supérieur ou égal à 0,07%, de préférence supérieur ou égal à 0,09 %. Dans un mode de réalisation avantageux, l'allongement structurel de chaque toron associé aux P fils externes est supérieur ou égal à 0,15%, voire supérieur ou égal à 0,20%, de préférence supérieur ou égal à 0,25 %. Plus l'allongement structurel associé aux P fils externes est élevé, plus l'écartement des P fils externes est important à l'issue de l'étape d'assemblage individuel de chaque toron, moins les M fils internes sont mis en compression.

[014] Avantageusement, l'allongement structurel de chaque toron est supérieur ou égal à 0,10%, de préférence supérieur ou égal à 0,15% et plus préférentiellement supérieur ou égal à 0,20%. Dans un mode de réalisation avantageux, l'allongement structurel de chaque toron est supérieur ou égal à 0,25%, de préférence supérieur ou égal à 0,30% et plus préférentiellement supérieur ou égal à 0,35%.

[015] De préférence, lors de l'étape d'assemblage individuel de chaque toron, on allonge les M fils internes et les P fils externes de sorte que chaque P fil externe présente une longueur d'allongement supérieure à une longueur d'allongement de chaque M fil interne. La longueur d'allongement est la différence entre la longueur de chaque fil après et avant l'étape d'allongement du fil.

[016] Selon un mode de réalisation préféré, on allonge les M fils internes et les P fils externes en imposant une torsion additionnelle à chaque toron après l'enroulement en hélice des P fils externes autour de la couche interne.

[017] La torsion additionnelle est la torsion imposée à chaque toron après l'étape d'enroulement des P fils externes. Ainsi, après cette torsion additionnelle, chaque toron présente une torsion finale égale à la somme de la torsion initiale imposée par l'assemblage des couches interne et externe et de la torsion additionnelle.

[018] De préférence, on impose la torsion additionnelle à chaque toron au moyen d'un organe monté tournant autour d'un axe de rotation sensiblement parallèle à la direction de défilement de chaque toron dans l'organe.

[019] Plus préférentiellement, l'organe monté tournant comprend au moins une poulie autour d'au moins une partie de laquelle on fait défiler chaque toron.

[020] Encore plus préférentiellement, l'organe monté tournant comprend au moins deux poulies, chaque toron suivant, dans l'organe, un trajet définissant au moins une boucle autour d'au moins l'une des poulies.

[021] Dans un mode de réalisation avantageux, lors de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons, on applique :

- une tension en traction à la couche interne et
- une tension en traction à la couche externe,

la tension en traction appliquée à la couche interne étant supérieure ou égale à la tension en traction appliquée à la couche externe.

[022] Les tensions en traction appliquées aux couches interne et externe permettent de déformer élastiquement chaque fil interne et externe. Ainsi, lors de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons, on rapproche les fils internes les uns des autres de façon à rendre davantage compacte la couche interne. Ainsi, on réduit l'aération de la couche interne. On favorise donc la diminution des sorties radiales des

fils internes entre les fils externes.

[023] Dans un mode de réalisation préféré, lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons :

- on enroule en hélice les N torons à un pas p_3 ,
- 5 - on surtord les N torons de façon à obtenir un pas transitoire $p_3' < p_3$,
- on détord les N torons au pas p_3 de façon à obtenir un couple résiduel sensiblement nul.

[024] Ainsi, lors de l'étape de surtordage, on réduit le pas de l'assemblage afin de déformer plastiquement les fils de chacun des N torons. Cette déformation plastique est conservée lors de l'étape suivante de détordage ce qui confère au câble une aération favorisant la pénétrabilité du câble par la gomme. Le couple résiduel sensiblement nul correspond au fait que le câble est équilibré en torsion afin de pouvoir être utilisé dans les étapes ultérieures utilisant le câble. Le couple est exprimé en tours par mètres et correspond au nombre de tours que peut effectuer un câble de longueur prédéterminée autour de son axe principal lorsqu'il est laissé libre de mouvement.

[025] Dans un mode de réalisation, au cours de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons, on enroule les M fils internes et les P fils externes respectivement à des pas intermédiaires p_1' et p_2' et au cours de l'étape d'assemblage collectif des N torons, on enroule les N torons à un pas p_3 de sorte que les M fils internes et les P fils externes présentent respectivement un pas final p_1 et p_2 vérifiant $p_2/p_2' < p_1/p_1'$, de préférence $1,3.p_2/p_2' < p_1/p_1'$.

[026] Le procédé selon l'invention est particulièrement avantageux dans ce mode de réalisation dans lequel le pas des P fils externes est davantage raccourci que le pas des M fils internes lors de l'étape d'assemblage collectif et durant laquelle les M fils internes sont susceptibles d'être mis fortement en compression si on ne met pas en œuvre le procédé selon l'invention.

[027] L'invention a également pour objet un toron comprenant :

- une couche interne de M fils internes enroulés en hélice,
 - 30 - une couche externe de P fils externes enroulés en hélice autour de la couche interne,
- toron dans lequel l'allongement structurel associé aux P fils externes est supérieur ou égal à 0,05%.

[028] Un autre objet de l'invention est un câble multitorons de structure $1 \times N$ susceptible d'être obtenu par un procédé tel que défini ci-dessus.

[029] Comme décrit ci-dessus, le câble selon l'invention est dépourvu ou quasiment dépourvu de sortie radiale de fils internes sur chaque toron. Par dépourvu ou quasiment dépourvu de sortie radiale, on entend que chaque toron comprend au plus 10 sorties radiales de fils internes par mètre de toron, de préférence au plus 5 sorties radiales de fils internes par mètre de toron et plus préférentiellement 2 sorties radiales de fils internes par mètre de toron.

[030] Une sortie radiale d'un fil interne correspond à un fil interne s'étendant radialement au moins en partie radialement à l'extérieur du cercle théorique dans lequel devraient être inscrits les fils internes. Ainsi, une sortie radiale peut avoir lieu lorsqu'un fil interne est intercalé en partie ou totalement dans la couche externe. Une sortie radiale peut également avoir lieu lorsqu'un fil interne s'étend au moins en partie à l'extérieur du cercle théorique dans lequel sont inscrits les fils externes.

[031] Avantageusement, $N=3$ ou $N=4$, de préférence $N=4$.

[032] Avantageusement, $M=3, 4$ ou 5 , de préférence $M=3$.

[033] Avantageusement, $P=7, 8, 9, 10$ ou 11 , de préférence $P=8$.

[034] De préférence, la couche externe de chaque toron est non compacte.

[035] Par définition, une couche non-compacte est telle qu'il existe des espaces entre les fils de la couche.

[036] Préférentiellement, la couche externe de chaque toron est insaturée.

[037] Par définition, une couche insaturée de fils est telle qu'il existe suffisamment de place dans cette couche pour y ajouter au moins un $(X+1)$ ième fil du même diamètre que les X fils de la couche, plusieurs fils pouvant alors être au contact les uns des autres. Réciproquement, cette couche est dite saturée s'il n'existait pas suffisamment de place dans cette couche pour y ajouter au moins un $(X+1)$ ième fil du même diamètre que les N fils de la couche.

[038] Ainsi, le câble selon l'invention est particulièrement avantageux car il ne présente pas de sorties radiale de fils internes alors que, la couche externe étant insaturée, ces dernières seraient facilitées contrairement à un câble dont la couche externe de chaque toron serait saturée. La couche externe insaturée permet ainsi d'obtenir à la fois une excellente pénétrabilité de la gomme dans chaque toron sans que celui-ci ne comporte aucune ou presque aucune sortie radiale de fils internes.

[039] Avantageusement, les M fils internes étant enroulés en hélice au pas p_1 , p_1 va de 3 à 11 mm, de préférence de 5 à 9 mm.

[040] Avantageusement, les P fils externes étant enroulés en hélice au pas p_2 , p_2 va de 6 à 14 mm, de préférence de 8 à 12 mm.

[041] Avantageusement, les N torons étant enroulés en hélice au pas p3, p3 va de 10 à 30 mm, de préférence de 15 à 25 mm.

[042] Les valeurs des pas p1, p2 et p3 peuvent être adaptées par l'homme du métier afin d'obtenir les caractéristiques désirés pour le câble.

5 **[043]** De préférence, le diamètre des fils internes et/ou externes va de 0,12 mm à 0,50 mm, de préférence de 0,25 mm à 0,45 mm et plus préférentiellement de 0,30 à 0,40 mm.

[044] Dans un mode de réalisation, chaque toron est constitué de la couche interne et de la couche externe. Ainsi, chaque toron est du type à deux couches.

10 **[045]** L'invention a encore pour objet un pneumatique pour véhicule de génie civil comprenant un câble multitorons tel que décrit ci-dessus.

[046] De préférence, le pneumatique comprend une bande de roulement et une armature de sommet agencée radialement à l'intérieur de la bande de roulement, l'armature de sommet comprenant :

15 - une armature de protection comprenant au moins élément de renfort, dit de protection, comprenant un câble multitorons tel que décrit ci-dessus ; et

- une armature de travail agencée radialement à l'intérieur de l'armature de protection.

[047] Dans un mode de réalisation, l'armature de protection est intercalée radialement entre la bande de roulement et l'armature de travail.

20 **[048]** Avantageusement, l'armature de protection comprenant au moins une nappe de protection comprenant le ou plusieurs éléments de renfort de protection, le ou les éléments de renfort de protection font un angle au moins égal à 10°, de préférence allant de 10° à 35° et plus préférentiellement de 15° à 30° avec la direction circonférentielle du pneumatique.

25 **[049]** Dans un mode de réalisation, l'armature de travail comprenant au moins une nappe de travail comprenant des éléments de renfort, dit de travail, les éléments de renfort de travail font un angle au plus égal à 60°, de préférence allant de 15° à 40° avec la direction circonférentielle du pneumatique.

30 **[050]** Avantageusement, l'armature de sommet comprend une armature de frettage comprenant au moins une nappe de frettage.

[051] Dans un mode de réalisation, chaque nappe de frettage comprenant des éléments de renfort, dit de frettage, les éléments de renfort de frettage font un angle au plus égal à 10°, de préférence allant de 5° à 10° avec la direction circonférentielle du pneumatique.

35 **[052]** De préférence, l'armature de frettage est agencée radialement à l'intérieur de l'armature de travail.

[053] Avantageusement, le pneumatique comprenant une armature de carcasse comprenant au moins une nappe de carcasse comprenant des éléments de renfort, dit de carcasse, les éléments de renfort de carcasse font un angle supérieur ou égal à 65°, de préférence à 80° par rapport à la direction circonférentielle du pneumatique.

5 **[054]** Dans un mode de réalisation, le pneumatique présente une dimension de type W R U avec $U \geq 35$, de préférence $U \geq 49$ et plus préférentiellement $U \geq 57$. Cette désignation de la dimension du pneumatique est conforme à la nomenclature de l'ETRTO (« European Tyre and Rim Technical Organisation »).

10 **[055]** Par fil, on entend un monofilament. Lorsqu'il est métallique, le fil est un monofilament métallique comprenant une âme constitué majoritairement (c'est-à-dire pour plus de 50% de sa masse) ou intégralement (pour 100% de sa masse) d'un matériau métallique, par exemple en acier au carbone, optionnellement revêtu d'une couche métallique comprenant du zinc, du cuivre, de l'étain et les alliages de ces métaux, par exemple une couche métallique de laiton. Préférentiellement, les M fils
15 internes et les P fils externes sont métalliques. Chaque fil est préférentiellement en acier, plus préférentiellement en acier perlitique (ou ferrito-perlitique) au carbone, ou encore en acier inoxydable (par définition, acier comportant au moins 11% de chrome et au moins 50% de fer).

20 **[056]** Lorsqu'un acier au carbone est utilisé, sa teneur en carbone (% en poids d'acier) est de préférence comprise entre 0,5% et 0,9%. On utilise de préférence un acier du type steel cord à résistance normale (dit "NT" pour "Normal Tensile") ou à haute résistance (dit "HT" pour "High Tensile") dont la résistance en traction (R_m) est de préférence supérieure à 2000 MPa, plus préférentiellement supérieure à 2500 MPa et inférieure à 3000 MPa (mesure effectuée en traction selon la norme ISO 6892-1 de
25 2009. On pourra utiliser des aciers à résistance très élevée (dit "UHT" pour "Ultra High Tensile") ou méga élevée (dit "MT" pour "Mega Tensile"). De tels aciers sont décrits dans le document EP2433814.

[057] Dans la présente demande, tout intervalle de valeurs désigné par l'expression « entre a et b » représente le domaine de valeurs allant de plus de a à moins de b
30 (c'est-à-dire bornes a et b exclues) tandis que tout intervalle de valeurs désigné par l'expression « de a à b » signifie le domaine de valeurs allant de la borne « a » jusqu'à la borne « b » c'est-à-dire incluant les bornes strictes « a » et « b ».

[058] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins
35 dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe simplifiée d'un pneumatique selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue de détails de la partie I du pneumatique de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue schématique en coupe perpendiculaire à l'axe du câble (supposé rectiligne et au repos) d'un câble selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- 5 - la figure 4 est une vue schématique en coupe perpendiculaire à l'axe du câble (supposé rectiligne et au repos) d'un câble selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- les figures 5 et 6 sont des vues schématiques d'une installation permettant de mettre en œuvre le procédé selon l'invention,
- 10 - la figure 7 est une vue schématique d'un élément de l'installation de la figure 5 ; et
- la figure 8 est un graphique illustrant les courbes force-allongement d'un toron d'un des câbles selon l'invention des figures 3 et 4 et d'un toron de l'état de la technique.

15

[059] EXEMPLE DE PNEUMATIQUES ET DE CABLES SELON L'INVENTION

[060] Sur les figures, on a représenté un repère X, Y, Z correspondant respectivement aux orientations habituelles axiale, radiale et circonférentielle d'un pneumatique.

20 **[061]** On a représenté sur les figures 1 et 2 un pneumatique pour véhicule de type génie civil, par exemple de type « dumper », et désigné par la référence générale 10. Ainsi, le pneumatique 10 présente une dimension de type W R U, par exemple 40.00 R 57 ou encore 59/80 R 63.

[062] De façon connue pour l'homme du métier, W, désigne :

- 25 - lorsqu'il est sous la forme H/B, le rapport nominal d'aspect H/B tel que défini par l'ETRTO (H étant la hauteur de la section du pneumatique et B étant la largeur de la section du pneumatique)
- lorsqu'il est sous la forme H.00 ou B.00, dans lequel H=B, H et B étant tel que défini ci-dessus.

30 U représente le diamètre, en pouces, du siège de la jante sur laquelle le pneumatique est destiné à être monté, R désigne le type d'armature de carcasse du pneumatique, ici radiale. On a $U \geq 35$, de préférence $U \geq 49$ et plus préférentiellement $U \geq 57$.

[063] Le pneumatique 10 comporte un sommet 12 renforcé par une armature de sommet 14, deux flancs 16 et deux bourrelets 18, chacun de ces bourrelets 18 étant renforcé avec une tringle 20. Le sommet 12 est surmonté d'une bande de roulement 22. L'armature de sommet 14 est agencée radialement à l'intérieur de la

35

bande de roulement 22. Une armature de carcasse 24, agencée radialement à l'intérieur de l'armature de sommet 14, est ancrée dans chaque bourrelet 18, ici enroulée autour de chaque tringle 20 et comprend un retournement 26 disposé vers l'extérieur du pneumatique 10 qui est ici représenté monté sur une jante 28.

5 **[064]** L'armature de carcasse 24 comprend au moins une nappe de carcasse 30 comprenant des éléments de renfort, dit de carcasse (non représentés). Les éléments de renfort de carcasse font un angle supérieur ou égal à 65°, de préférence à 80° par rapport à la direction circonférentielle Z du pneumatique 10. Des exemples de tels éléments de renfort de carcasse sont décrits dans les documents EP0602733 ou bien
10 encore EP0383716.

[065] Le pneumatique 10 comprend également une nappe d'étanchéité 32 constituée d'un élastomère, par exemple du butyl, (communément appelée "gomme intérieure") qui définit la face radialement interne 34 du pneumatique 10 et qui est destinée à protéger la nappe de carcasse 30 de la diffusion d'air provenant de
15 l'espace intérieur au pneumatique 10.

[066] L'armature de sommet 14 comprend, radialement de l'extérieur vers l'intérieur du pneumatique 10, une armature de protection 36 agencée radialement à l'intérieur de la bande de roulement 22, une armature de travail 38 agencée radialement à l'intérieur de l'armature de protection 36 et une armature de fretage 39 agencée
20 radialement à l'intérieur de l'armature de travail 38. Ainsi, l'armature de protection 36 est intercalée radialement entre la bande de roulement 22 et l'armature de travail 38.

[067] L'armature de protection 36 comprend des première et deuxième nappes de protection 42, 44, la première nappe de protection 42 étant agencée radialement à l'intérieur de la deuxième nappe de protection 44. Les première et deuxième nappes
25 de protection 42, 44 comprennent des éléments de renfort, dits de protection (non représentés).

[068] Les éléments de renfort de protection sont agencés côte à côte parallèlement les uns aux autres selon une direction principale sensiblement perpendiculaire à la direction générale selon laquelle ces éléments de renfort s'étendent. Les éléments de
30 renfort de protection sont croisés d'une nappe de protection 42, 44 à l'autre. Chaque élément de renfort de protection, ici la direction générale selon laquelle ces éléments de renfort s'étendent, fait un angle au moins égal à 10°, de préférence allant de 10° à 35° et plus préférentiellement de 15° à 30° avec la direction circonférentielle Z du pneumatique 10. Ici, l'angle est égal à 24°.

35 **[069]** En référence à la figure 3, chaque élément de renfort de protection comprend un câble multitorons 46 de structure 1xN. Le câble 46 comprend une unique

couche 48 de N torons 50 enroulés en hélice selon un pas p3. Les N torons 50 sont enroulés dans un sens Z ou S.

[070] Chaque toron 50 comprend une couche interne 52 de M fils internes 54 enroulés en hélice selon un pas p1 et une couche externe 56 de P fils externes 58 enroulés en hélice autour de la couche interne 52 selon un pas p2. En l'espèce, chaque toron 50 est constitué de la couche interne 52 et de la couche externe 56. Chaque toron 50 est ainsi dépourvu de fil de frette.

[071] Chaque fil interne 54 et externe 58 présente un diamètre allant de 0,12 mm à 0,50 mm, de préférence de 0,25 mm à 0,45 mm et plus préférentiellement de 0,30 à 0,40 mm et ici égal à 0,35 mm. Chaque fil interne 54 et externe 58 est métallique, ici en acier de grade HT (« High Tensile ») présentant une résistance à rupture égale à 2765 MPa. D'autres grades d'acier peuvent bien évidemment être utilisés. Dans d'autres modes de réalisation, le diamètre des fils internes 54 peut être différent du diamètre des fils externes 58.

[072] La couche externe 56 de chaque toron 50 est non compacte et insaturée.

[073] Le pas p1 d'enroulement des M fils internes 54 va de 3 à 11 mm, de préférence de 5 à 9 mm et est ici égal à 6,7 mm. Le pas p2 d'enroulement des P fils externes 58 va de 6 à 14 mm, de préférence de 8 à 12 mm et est ici égal à 10 mm. Enfin, le pas p3 d'enroulement des N torons 50 va de 10 à 30 mm, de préférence de 15 à 25 mm et est ici égal à 20 mm.

[074] Les fils internes 54, les fils externes 58 et les N torons sont enroulés dans le même sens, Z ou S.

[075] Dans le premier mode de réalisation illustré à la figure 3, on a N=3 ou N=4, et ici N=4. On a également M=3, 4 ou 5 et ici M=3. On a enfin P=7, 8, 9, 10 ou 11 et ici P=8.

[076] Dans le deuxième mode de réalisation du câble 46 illustré à la figure 4, on a N=3, M=3 et P=8.

[077] En revenant à la figure 2, l'armature de travail 38 comprend des première et deuxième nappes de travail 60, 62, la première nappe de travail 60 étant agencée radialement à l'intérieur de la deuxième nappe de travail 62. Les première et deuxième nappes de travail 60, 62 comprennent des éléments de renfort, dits de travail (non représentés).

[078] Les éléments de renfort de travail sont agencés côte à côte parallèlement les uns aux autres selon une direction principale sensiblement perpendiculaire à la direction générale selon laquelle ces éléments de renfort s'étendent. Les éléments de renfort de travail sont croisés d'une nappe de travail 60, 62 à l'autre. Chaque élément

de renfort de travail, ici la direction générale selon laquelle ces éléments de renfort s'étendent, fait un angle au plus égal à 60°, de préférence allant de 15° à 40° avec la direction circonférentielle Z du pneumatique 10. Ici, l'angle des éléments de renfort de la première nappe de travail est égal à 19° et l'angle des éléments de renfort de la deuxième nappe de travail est égal à 33°.

[079] Des exemples de tels éléments de renfort de travail sont décrits dans les documents EP0602733 ou bien encore EP0383716.

[080] L'armature de frettage 39, également appelée bloc limiteur, dont la fonction est de reprendre en partie les sollicitations mécaniques de gonflage, comprend des première et deuxième nappes de frettage 64, 66, la première nappe de frettage 64 étant agencée radialement à l'intérieur de la deuxième nappe de frettage 66.

[081] Chaque nappe de frettage 64, 66 comprend des éléments de renfort métalliques de frettage (non représentés), par exemple des câbles métalliques tels que décrits dans FR 2 419 181 ou FR 2 419 182 et faisant un angle au plus égal à 10°, de préférence allant de 5° à 10° avec la direction circonférentielle Z du pneumatique 10. Ici l'angle est égal à 8°. Les éléments de renfort de frettage sont croisés d'une nappe de frettage 64, 66 à l'autre.

[082] EXEMPLE DE PROCEDE DE FABRICATION D'UN CABLE MULTITORONS SELON L'INVENTION

[083] On a illustré sur les figures 5, 6 et 7 une installation 68 permettant de fabriquer le câble 46 tel que décrit ci-dessus.

[084] L'installation 68 comprend une installation 70 de fabrication de chaque toron 50 représentée sur la figure 5 et une installation 72 d'assemblage des torons 50 représentée sur la figure 6.

[085] On rappelle qu'il existe deux techniques possibles d'assemblage de fils métalliques :

- Soit par câblage : dans un tel cas, les fils ne subissent pas de torsion autour de leur propre axe, en raison d'une rotation synchrone avant et après le point d'assemblage ;
- Soit par retordage : dans un tel cas, les fils subissent à la fois une torsion collective et une torsion individuelle autour de leur propre axe, ce qui génère un couple de détorsion sur chacun des fils et sur le toron ou le câble lui-même.

[086] Conformément à l'invention, le procédé selon l'invention utilise le retordage et pas le câblage.

[087] L'installation 70 de fabrication de chaque toron 50 comprend, d'amont en aval dans le sens de défilement du toron 50, des moyens 74 d'alimentation des M fils internes 54, des moyens 76 d'assemblage par retordage des M fils internes 54, des moyens 77 de mise en rotation des M fils internes assemblés, des moyens 78 d'alimentation des P fils externes 58, des moyens 80 d'assemblage par retordage des P fils externes 58 autour de la couche interne 52, des moyens 81 de mise en rotation de chaque toron 50, des moyens 82 d'allongement des M fils internes et des P fils externes, des moyens 83 de traction du toron 50 et des moyens 84 de stockage du toron 50.

[088] L'installation 72 d'assemblage des torons 50 comprend, d'amont en aval, dans le sens de défilement du câble 46, des moyens d'alimentation 86 des N torons 50, des moyens 88 d'assemblages par retordage des N torons 50 ensemble, des moyens 89 de mise en rotation du câble 46, des moyens 93 d'aération et d'équilibrage du câble, des moyens 90 de traction du câble 46 et des moyens 91 de stockage du câble 46.

[089] En référence à la figure 5, les moyens d'alimentation 74 des M fils internes 54 comprennent des bobines 92 de déroulage de chaque fil interne 54. Les moyens d'assemblage 76 des M fils internes comprennent un répartiteur 94 ainsi qu'un grain d'assemblage 96 définissant un point d'assemblage P1. Les moyens de mise en rotation 77 comprennent deux volants 97 agencés en aval du point d'assemblage P1. On parle donc d'alimentation tournante.

[090] Les moyens d'alimentation 78 des P fils externes 58 comprennent des bobines 98 de déroulage de chaque fil externe 58. Les moyens d'assemblage 80 des P fils externes comprennent un répartiteur 100 ainsi qu'un grain d'assemblage 102 définissant un point d'assemblage P2. Les moyens de mise en rotation 81 comprennent deux volants 103 agencés en aval du point d'assemblage P2. On parle donc de réception tournante.

[091] En référence à la figure 7, les moyens d'allongement 82 des M fils internes et des P fils externes comprennent un organe 104 monté tournant autour d'un axe de rotation X sensiblement parallèle à la direction D de défilement de chaque toron 50 dans l'organe 104. L'organe 104 monté tournant comprend au moins une poulie 106 autour d'au moins une partie de laquelle on fait défiler chaque toron 50. En l'espèce, l'organe 104 monté tournant comprend plusieurs poulies, ici deux poulies 106. Dans l'organe 104, chaque toron 50 suit un trajet définissant au moins une boucle autour d'au moins l'une des poulies 106. Ici, chaque toron suit un trajet définissant un « 8 » couché et est enroulé autour de chaque poulie 106. Ici, l'organe 104 est un retordeur deux-poulies.

[092] Les moyens 83 de traction de chaque toron 50 comprennent un ou plusieurs cabestans 108 et les moyens 84 de stockage de chaque toron 50 comprennent une bobine 110 d'enroulage de chaque toron 50.

5 **[093]** Chaque toron 50 est ici assemblé par retordage.

[094] En référence à la figure 6, les moyens d'alimentation 86 des N torons 50 comprennent des bobines 112 de déroulage de chaque toron 50. Les moyens 88 d'assemblages des N torons 50 ensemble comprennent un répartiteur 114 ainsi qu'un grain d'assemblage 116 définissant un point d'assemblage P3. Les moyens 89 de mise en rotation du câble 46 comprennent deux volants 118 agencés en aval du point d'assemblage P3. Les moyens d'aération et d'équilibrage 93 comprennent un retordeur amont 124 et un retordeur aval 126. Les moyens 90 de traction du câble 46 comprennent un ou plusieurs cabestans 120 et les moyens 91 de stockage du câble 46 comprennent une bobine 122 d'enroulage du câble 46.

15

[095] On va maintenant décrire un procédé de fabrication du câble 46 mis en œuvre au moyen de l'installation 68 décrite ci-dessus.

20

[096] Le procédé comprend deux étapes d'assemblage par retordage. La première étape est une étape d'assemblage individuel par retordage de chacun des N torons 50 mise en œuvre au moyen de l'installation 70. La deuxième étape est une étape d'assemblage collectif par retordage des N torons 50 mise en œuvre au moyen de l'installation 72.

25

[097] Au cours de la première étape d'assemblage individuel par retordage, on enroule, à un pas intermédiaire $p1'$, en hélice les M fils internes 54 pour former la couche interne 52. Ici $p1'=10$ mm.

[098] Puis, toujours dans cette première étape d'assemblage individuel par retordage, on enroule, à un pas intermédiaire $p2'$, en hélice les P fils externes 58 autour de la couche interne 52. Ici, $p2'=20$ mm.

30

[099] Ensuite, toujours dans cette première étape d'assemblage individuel, on allonge les M fils internes 54 et les P fils externes 58 de sorte que chaque P fil externe 58 présente une longueur d'allongement supérieure à une longueur d'allongement de chaque M fil interne 54. On allonge les M fils internes 54 et les P fils externes 58 par déformation plastique au moyen des moyens 82. En l'espèce, on allonge les M fils internes 54 et les P fils externes 58 par déformation plastique en imposant une torsion additionnelle à chaque toron 50 après l'enroulement en hélice des P fils externes 58 autour de la couche interne 52. Puis, on stocke chaque toron 50 ainsi obtenu sur les

35

moyens de stockage 84. On impose la torsion additionnelle en réglant la valeur de la vitesse de rotation de l'organe tournant 104 autour de l'axe X. L'homme du métier saura trouver la valeur de cette vitesse de rotation en fonction des longueurs d'allongements souhaitées.

5 **[0100]** Lors de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons 50, on applique une tension en traction T1 à la couche interne 52. Lors de cette étape d'assemblage individuel de chacun des N torons 50, on applique également une tension T2 en traction à la couche externe 56. La tension en traction T1 appliquée à la
10 couche interne 52 est supérieure à la tension en traction T2 appliquée à la couche externe 56.

[0101] Au cours de la deuxième étape d'assemblage collectif des N torons 50, on enroule en hélice, au pas p3, N torons 50 pour former le câble au pas p3 comme illustré sur la figure 6. Pour ce faire, lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons
15 50, on enroule tout d'abord en hélice les N torons 50 au pas p3. Puis, au moyen du retordeur amont 124, on surtord les N torons 50 de façon à obtenir un pas transitoire $p3' < p3$. Ensuite, on détord les N torons 50 au pas p3 de façon à obtenir un couple résiduel sensiblement nul au moyen du retordeur aval 126.

[0102] Au cours de cette deuxième étape d'assemblage collectif des N torons 50, on enroule les N torons au pas p3 de sorte que les M fils internes 54 et les P fils externes
20 58 présentent respectivement un pas final p1 et p2 vérifiant $p2/p2' < p1/p1'$, de préférence $1,3.p2/p2' < p1/p1'$. Ici, $p1=6,7$ mm et $p2=10$ mm.

[0103] TESTS COMPARATIFS

[0104] On a comparé ci-dessous un câble de l'état de la technique C0 et trois câbles
25 46, 47 et 49 selon l'invention. Les caractéristiques de ces câbles C0, 46 et 47 sont rassemblées dans le tableau 1 ci-dessous.

[0105] On a fabriqué le câble C0 selon un procédé conforme à l'état de la technique, c'est-à-dire sans étape d'allongement des M fils internes et des P fils externes. Le procédé de l'état de la technique est associé à la référence « 1 ».

30 **[0106]** On a fabriqué les câbles 46, 47 et 49 selon l'invention en mettant en œuvre un procédé selon l'invention. Chaque câble 46 et 49 est obtenu en mettant en œuvre le procédé selon l'invention décrit ci-dessus qui est associé à la référence « 2 » dans lequel lors de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons, on applique une tension en traction à la couche interne supérieure à la tension en traction
35 appliquée à la couche externe. Le câble 47 est obtenu en mettant en œuvre un procédé selon l'invention, qui est associé à la référence « 3 », dans lequel lors de

l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons, on applique la même tension en traction à la couche interne et à la couche externe.

[0107] Chaque câble testé présente les pas finaux p1, p2 et p3 suivants : p1=6,7 mm, p2=10 mm et p3=20 mm.

5 **[0108]** La mesure de force à la rupture notée Fm (charge maximale en N) est effectuée en traction selon la norme ISO 6892-1 d'octobre 2009 sur des câbles directement issus du procédé de fabrication.

10 **[0109]** On a mesuré le nombre de sorties de fils internes par mètre de toron Ns en désassemblant le câble testé et en comptant, pour chaque toron, le nombre de sorties de fils internes. Ainsi, pour N torons, on obtient un nombre total de sorties de fils interne par mètre de câble. En divisant ce nombre total par N, on obtient le nombre Ns de sorties de fils interne par mètre de toron.

15 **[0110]** On a également mesuré le nombre de flambages de fils internes observé par mètre de toron Nf de façon analogue. Un flambage correspond à une courbure anormalement grande d'un fil sans que cela ne constitue pour autant une sortie radiale.

20 **[0111]** Etant dépourvu ou quasiment dépourvu de sorties de fils internes, les câbles 46, 47 et 49 ne présentent pas de diamètre variable. On évite ainsi tous les problèmes liés à cette variation du diamètre du câble ce qui rend moins fastidieux sa fabrication et réduit son coût.

25 **[0112]** En comparant les câbles 46 (procédé 2) et 47 (procédé 3), on notera le fait que d'appliquer, lors de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons (câble 46, procédé 2), une tension en traction à la couche interne supérieure à la tension en traction appliquée à la couche externe permet de réduire encore davantage le nombre flambages Nf de fils internes par rapport à un procédé comprenant une étape d'assemblage durant laquelle la tension en traction appliquée à la couche interne est égale à la tension en traction appliquée à la couche externe (câble 47, procédé 3). Le fait que le câble 49 (procédé 2) présente un nombre de flambages Nf égal à celui du câble 47 (procédé 3) est lié au fait que l'allongement structurel associés Asp associé
30 aux P fils externes du câble 49 est inférieur à celui du câble 47, ce qui favorise l'apparition des flambages par rapport au câble 47.

35 **[0113]** On a représenté sur la figure 8 la courbe force-allongement I d'un toron (3+8)x0.35 du câble C0 et la courbe force-allongement II d'un toron du câble 46. Chacune de ces courbes représente la variation de l'allongement A (en %, en abscisse) en fonction de la force F (en newton, en ordonnée) qu'on lui impose. Cette courbe force allongement est obtenue dans des conditions expérimentales conformes

à la norme ISO 6892-1 d'octobre 2009.

[0114] On note que chaque courbe comprend trois parties. La première partie correspond au rapprochement des M fils internes les uns des autres. La deuxième partie correspond au rapprochement des P fils externes les uns des autres. La troisième partie correspond à l'allongement élastique des M fils internes et P fils externes. On a tracé pour chacune des parties la tangente à cette partie. Ainsi, la tangente à la première partie coupe l'axe des abscisses en un point As_i correspondant à l'allongement structurel associé à l'écartement des M fils internes. La tangente à la deuxième partie coupe l'axe des abscisses en un point As_e , la différence $As_e - As_i$ correspondant à l'allongement structurel As_m associé à l'écartement des M fils internes. La tangente à la troisième partie coupe l'axe des abscisses en un point As , la différence $As - As_e$ correspondant à l'allongement structurel As_p associé à l'écartement des P fils externes.

[0115] On note que, l'écartement de P fils externes du toron de la courbe II permet d'obtenir un toron présentant beaucoup plus d'allongement structurel associé aux P fils externes que le toron de la courbe I. En effet, l'allongement structurel As_p associé aux P fils externes du toron de la courbe II est supérieur ou égal à 0,05%, voire supérieur ou égal à 0,07%, de préférence supérieur ou égal à 0,09 %. En l'espèce, l'allongement structurel As_p associé aux P fils externes du toron de la courbe II est supérieur ou égal à 0,15%, voire supérieur ou égal à 0,20%, de préférence supérieur ou égal à 0,25 %. Ici, $As_p = 0,31\%$.

[0116] On note également que l'allongement structurel As du toron de la courbe II est bien supérieur à l'allongement structurel du toron de la courbe I. En effet, l'allongement As du toron de la courbe II est supérieur ou égal à 0,10%, de préférence supérieur ou égal à 0,15% et plus préférentiellement supérieur ou égal à 0,20%. En l'espèce, l'allongement As du toron de la courbe II est supérieur ou égal à 0,25%, de préférence supérieur ou égal à 0,30% et plus préférentiellement supérieur ou égal à 0,35%. Ici, $As = 0,43\%$.

[0117] En outre, on remarque qu'à structure identique, les câbles 46, 47 et 49 permettent un gain minimum de 5% en force à rupture par rapport au câble C0. A posteriori, les inventeurs à l'origine de l'invention ont découvert que, d'une part, dans le câble C0, les fils internes sortant entre les fils externes frottaient entre ces derniers, ce qui entraînait une baisse de la force à rupture du câble. D'autre part, les inventeurs émettent, a posteriori, l'hypothèse selon laquelle, les M fils internes ne présentant pas de sur-longueur dans le câble selon l'invention, ces derniers contribuent, lors d'une mise en tension du câble, au même moment que les P fils

externes à la résistance mécanique du câble. Au contraire, dans le câble de l'état de la technique, les M fils internes présentant une sur-longueur, ces derniers ne participent pas, lors d'une mise en tension du câble, au même moment que les P fils externes à la résistance mécanique du câble, ce qui réduit la force à rupture du câble de l'état de la technique par rapport au câble de l'invention.

Câble	Structure	Procédé	Grade acier	Fm N	Ase %	As %	Asp %	Ns m ⁻¹	Nf m ⁻¹
C0	4x(3+8)x0.35	1	HT	9173	0,05	0,09	0,04	20	>20
46	4x(3+8)x0.35	2	HT	9612	0,12	0,43	0,31	0	2
47	4x(3+8)x0.35	3	HT	9495	0,24	0,35	0,11	0	4
49	4x(3+8)x0.35	2	HT	9450	0,11	0,20	0,09	0	4

Tableau 1

[0118] L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation précédemment décrits.

[0119] En effet, chaque toron pourra comprendre également une couche intermédiaire, intercalée entre la couche interne et la couche externe, les fils de la couche intermédiaire étant enroulés en hélice autour de la couche interne et les fils de la couche externe étant enroulés en hélice autour de la couche intermédiaire. Dans ce mode de réalisation, le câble est constitué de la couche interne, de la couche intermédiaire et de la couche externe.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un câble multitorons (46) de structure 1xN comprenant une unique couche (48) de N torons (50) enroulés en hélice, chaque toron (50) comprenant :

- 5 - une couche interne (52) de M fils internes (54) enroulés en hélice,
 - une couche externe (56) de P fils externes (58) enroulés en hélice autour de la couche interne (52),

le procédé étant **caractérisé en ce qu'il** comprend:

- 10 - une étape d'assemblage individuel par retordage de chacun des N torons (50) au cours de laquelle, et dans l'ordre chronologique:

 - on enroule en hélice les M fils internes (54) pour former la couche interne (52),

 - on enroule en hélice les P fils externes (58) autour de la couche interne (52),
et

- 15 - on allonge les M fils internes (54) et les P fils externes (58) de sorte que l'allongement structurel (Asp) associé aux P fils externes (58) de chaque toron (50) est supérieur ou égal à 0,05%,

 - une étape d'assemblage collectif par retordage des N torons (50) au cours de laquelle on enroule en hélice les N torons (50) pour former le câble (46).

- 20 2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'allongement structurel (Asp) de chaque toron (50) associé aux P fils externes (58) est supérieur ou égal à 0,07%, de préférence supérieur ou égal à 0,09 %.

- 25 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'allongement structurel (As) de chaque toron (50) est supérieur ou égal à 0,10%, de préférence supérieur ou égal à 0,15% et plus préférentiellement supérieur ou égal à 0,20%.

- 30 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, lors de l'étape d'assemblage individuel de chaque toron (50), on allonge les M fils internes (54) et les P fils externes (58) de sorte que chaque P fil externe (58) présente une longueur d'allongement supérieure à une longueur d'allongement de chaque M fil interne (54).

- 35 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on allonge les M fils internes (54) et les P fils externes (58) en imposant une torsion additionnelle à chaque toron (50) après l'enroulement en hélice des P fils externes (58) autour de la couche interne (52).

6. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel on impose la torsion additionnelle à chaque toron (50) au moyen d'un organe (104) monté tournant autour d'un axe de rotation (X) sensiblement parallèle à la direction (D) de défilement de chaque toron (50) dans l'organe (104).

5 7. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'organe monté tournant (104) comprend au moins une poulie (106) autour d'au moins une partie de laquelle on fait défiler chaque toron (50).

8. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'organe monté tournant (104) comprend au moins deux poulies (106), chaque toron (50) suivant,
10 dans l'organe (104), un trajet définissant au moins une boucle autour d'au moins l'une des poulies (106).

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, lors de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons (50), on applique :

- une tension en traction à la couche interne (52) et
15 - une tension en traction à la couche externe (56),
la tension en traction appliquée à la couche interne (52) étant supérieure à la tension en traction appliquée à la couche externe (56).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, lors de l'étape d'assemblage collectif des N torons (50) :

20 - on enroule en hélice les N torons (50) à un pas p_3 ,
- on surtord les N torons (50) de façon à obtenir un pas transitoire $p_3' < p_3$,
- on détord les N torons (50) au pas p_3 de façon à obtenir un couple résiduel sensiblement nul.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel,

25 - au cours de l'étape d'assemblage individuel de chacun des N torons (50), on enroule les M fils internes (54) et les P fils externes (58) respectivement à des pas intermédiaires p_1' et p_2' ,

- au cours de l'étape d'assemblage collectif des N torons (50), on enroule les N torons à un pas p_3 de sorte que les M fils internes (54) et les P fils externes (58) présentent
30 respectivement un pas final p_1 et p_2 vérifiant $p_2/p_2' < p_1/p_1'$, de préférence $1,3.p_2/p_2' < p_1/p_1'$.

12. Toron (50) comprenant :

- une couche interne (52) de M fils internes (54) enroulés en hélice,
- une couche externe (56) de P fils externes (58) enroulés en hélice autour de la
35 couche interne (52),

le toron (50) étant **caractérisé en ce que** l'allongement structurel (Asp) associé aux P fils externes (58) est supérieur ou égal à 0,05%.

13. Câble multitorons (46) de structure 1xN, **caractérisé en ce qu'il** est susceptible d'être obtenu par un procédé selon l'une quelconque des revendications 1
5 à 11.

14. Câble multitorons (46) selon la revendication 13, dans lequel N=3 ou N=4, de préférence N=4.

15. Câble multitorons (46) selon la revendication 13 ou 14, dans lequel M=3, 4 ou 5, de préférence M=3.

10 16. Câble multitorons (46) selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, dans lequel P=7, 8, 9, 10 ou 11, de préférence P=8.

17. Câble multitorons (46) selon l'une quelconque des revendications 13 à 16, dans lequel la couche externe (56) de chaque toron (50) est non compacte.

15 18. Câble multitorons (46) selon l'une quelconque des revendications 13 à 17, dans lequel, les M fils internes (54) étant enroulés en hélice au pas p1, p1 va de 3 à 11 mm, de préférence de 5 à 9 mm.

19. Câble multitorons (46) selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, dans lequel, les P fils externes (58) étant enroulés en hélice au pas p2, p2 va de 6 à 14 mm, de préférence de 8 à 12 mm.

20 20. Câble multitorons (46) selon l'une quelconque des revendications 13 à 19, dans lequel, les N torons (50) étant enroulés en hélice au pas p3, p3 va de 10 à 30 mm, de préférence de 15 à 25 mm.

21. Pneumatique (10) pour véhicule de génie civil, **caractérisé en ce qu'il** comprend un câble multitorons (46) selon l'une quelconque des revendications 13
25 à 20.

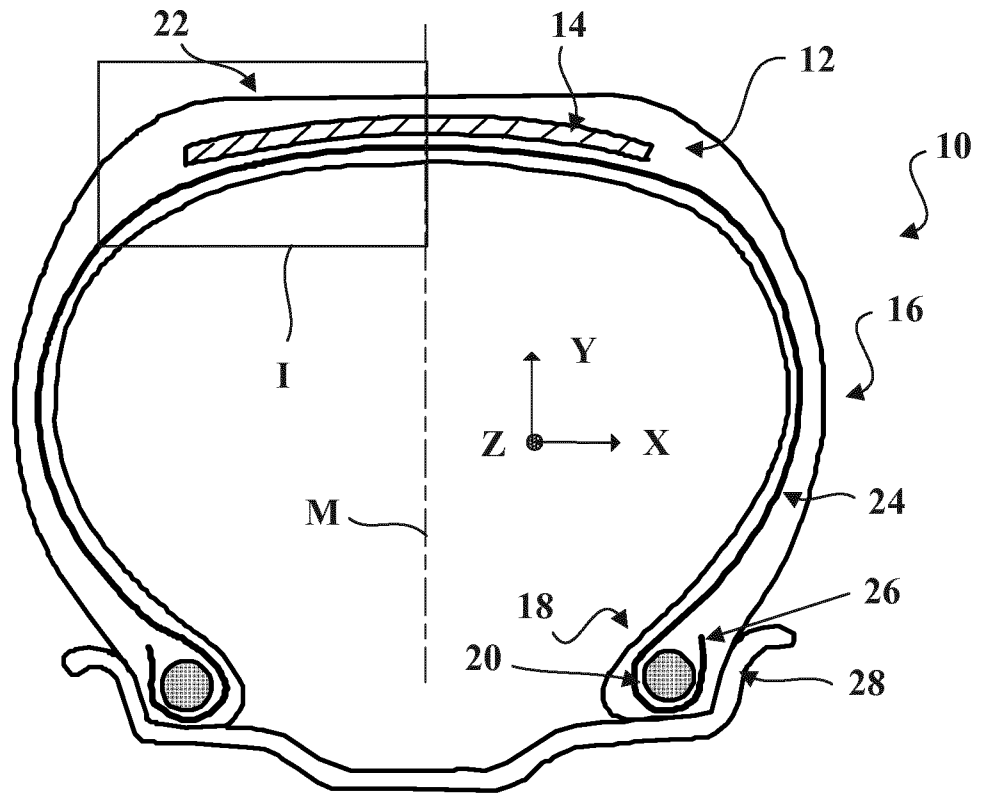


Fig. 1

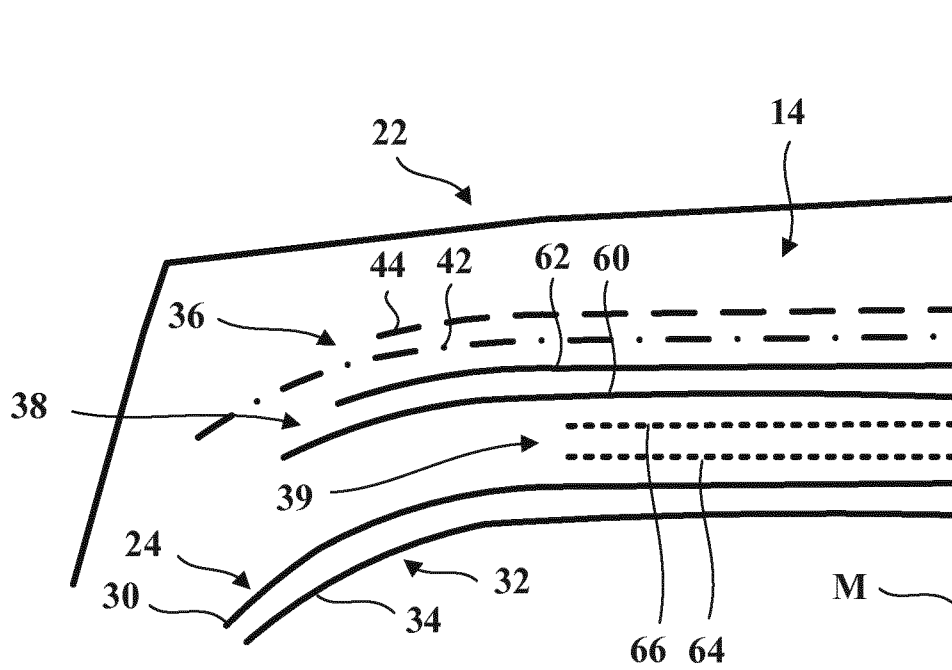
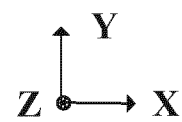


Fig. 2



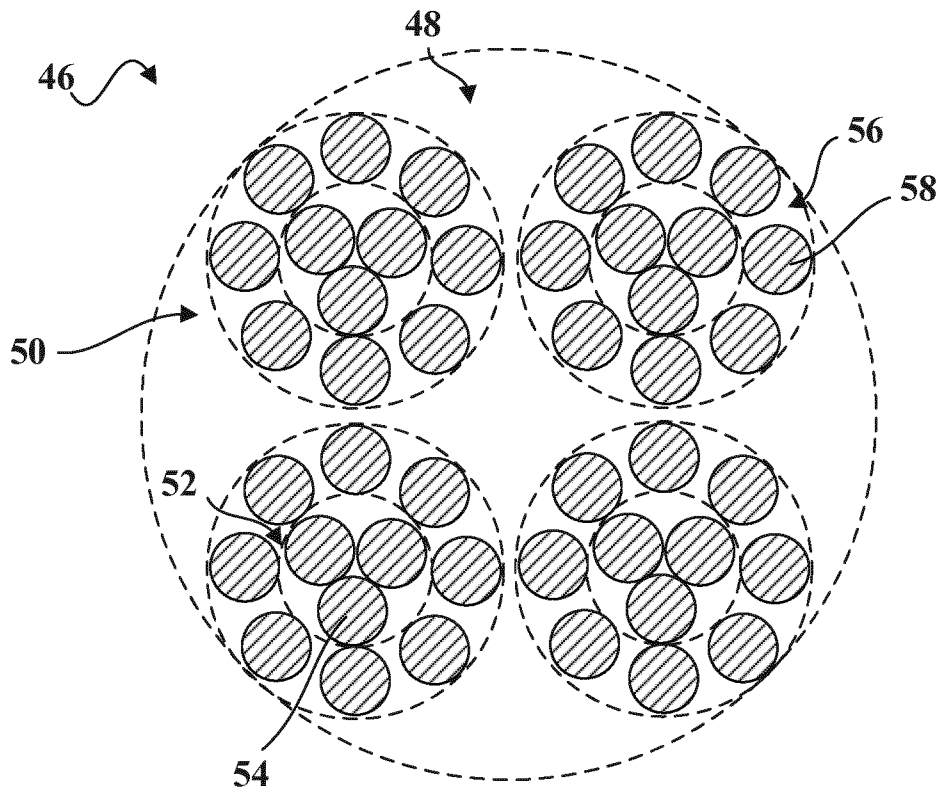


Fig. 3

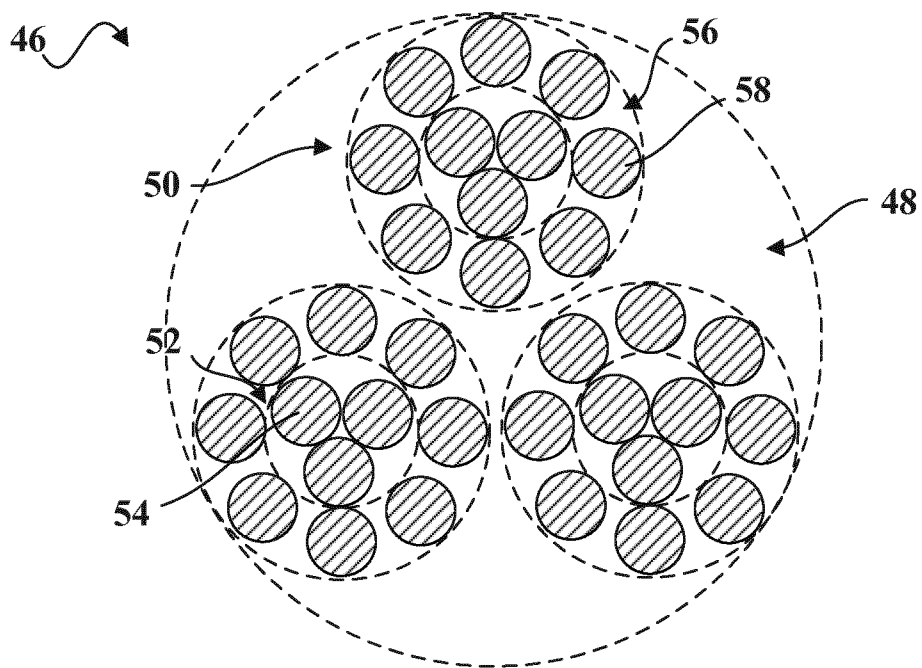


Fig. 4

3/4

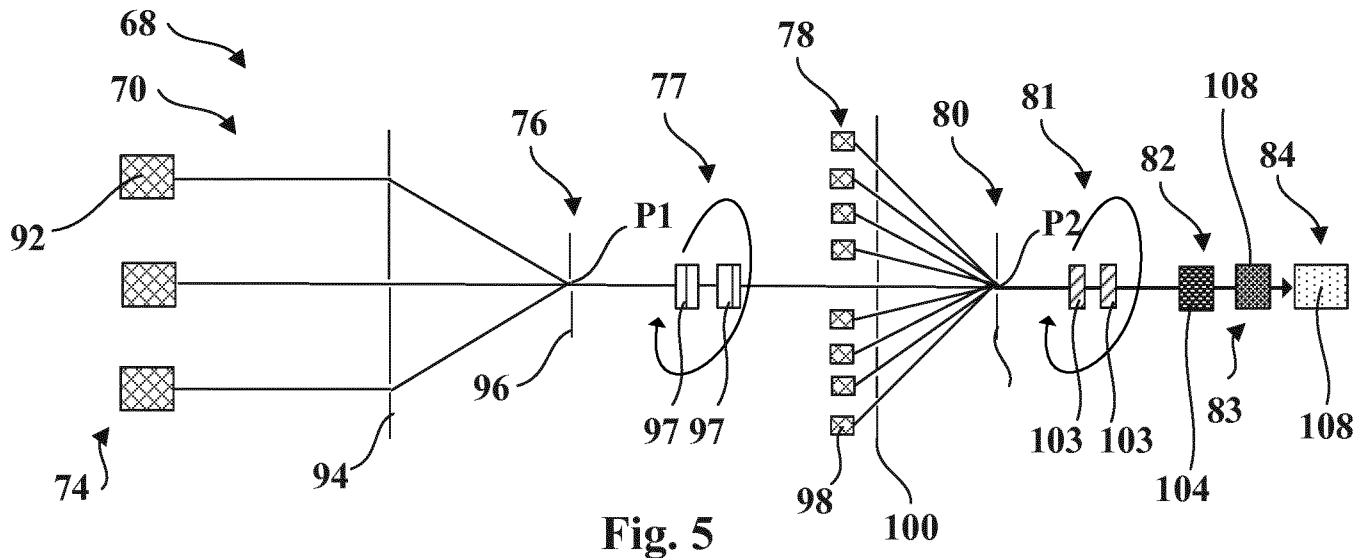


Fig. 5

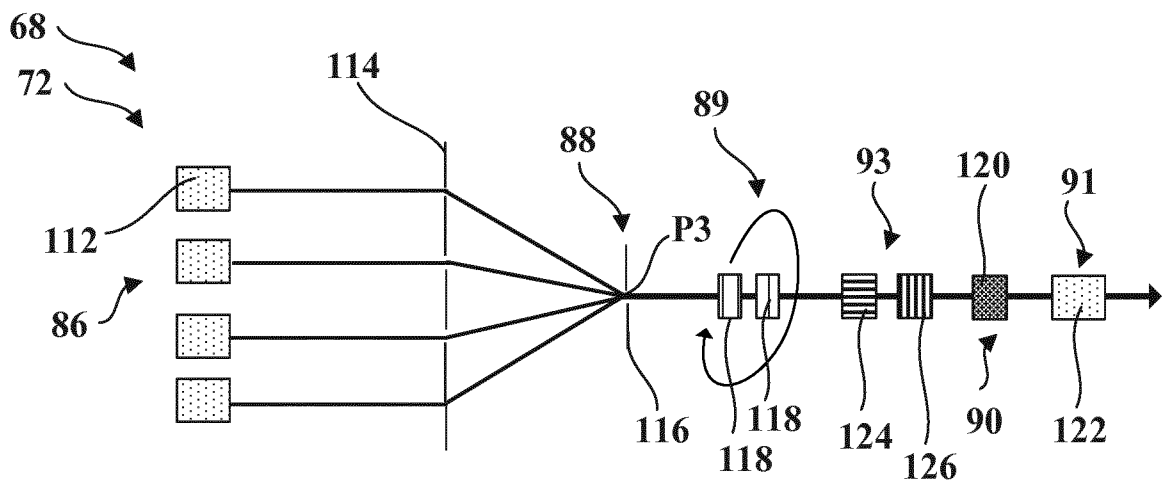


Fig. 6

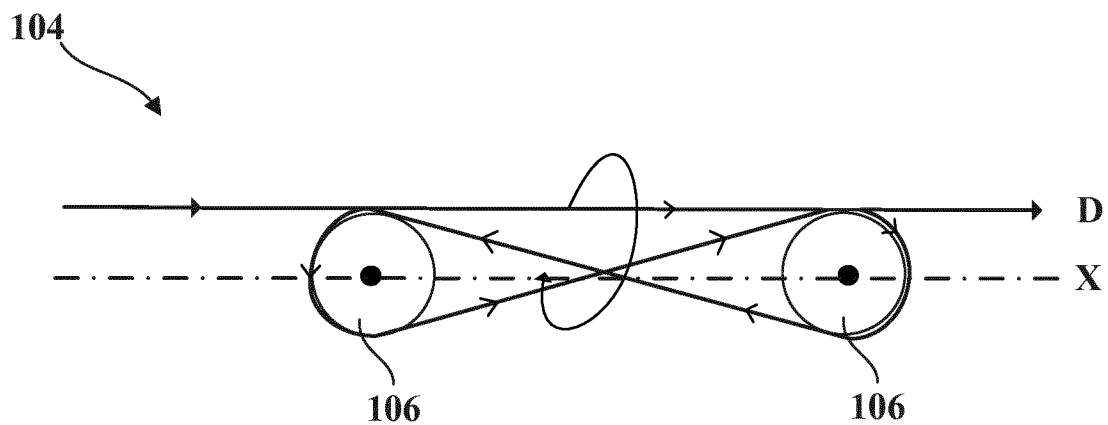


Fig. 7

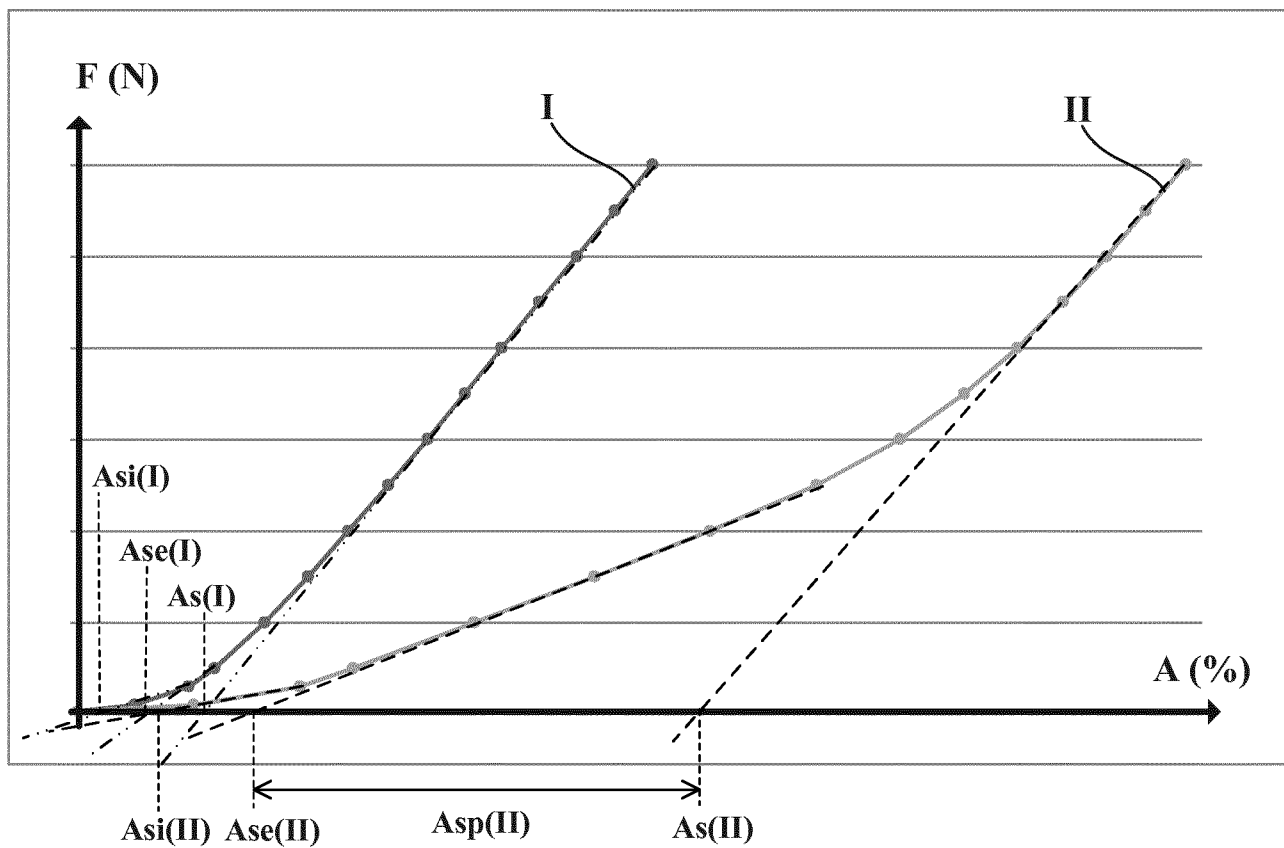


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. D07B1/06 D07B5/12
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)
D07B

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 2011/134900 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; BARGUET HENRI [FR]; C) 3 November 2011 (2011-11-03) cited in the application paragraphs [0042], [0049], [0052], [0063], [0070]; claims 1,4,6,7; figures 1,2,5,6	1-21
A	JP H06 200491 A (BRIDGESTONE METALPHA CORP) 19 July 1994 (1994-07-19) abstract; figures 5,6	6-8
A	US 2012/159919 A1 (GAUTHIER JACQUES [FR] ET AL) 28 June 2012 (2012-06-28) paragraphs [0086], [0091], [0092], [0095], [0103], [0106], [0171], [0172]; figures 2,7	1-21
	----- -/-	



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

15 April 2016

Date of mailing of the international search report

22/04/2016

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

Uhlig, Robert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053347

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP S58 41638 A (KANAI HIROYUKI) 10 March 1983 (1983-03-10) abstract; figure 3 -----	1,12,13
X	WO 2013/107570 A1 (BEKAERT SA NV [BE]) 25 July 2013 (2013-07-25) paragraphs [0013], [0017]; table -----	12
X	JP H07 292585 A (BRIDGESTONE CORP) 7 November 1995 (1995-11-07) abstract; figure 1 -----	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/053347

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011134900	A1	03-11-2011	CN 102971459 A	13-03-2013
			EP 2563965 A1	06-03-2013
			FR 2959517 A1	04-11-2011
			JP 5723441 B2	27-05-2015
			JP 2013527887 A	04-07-2013
			KR 20130069649 A	26-06-2013
			RU 2012150924 A	10-06-2014
			US 2013199690 A1	08-08-2013
			WO 2011134900 A1	03-11-2011

JP H06200491	A	19-07-1994	NONE	

US 2012159919	A1	28-06-2012	BR 112012000119 A2	15-03-2016
			CN 102472001 A	23-05-2012
			EA 201270126 A1	30-07-2012
			EP 2449170 A2	09-05-2012
			FR 2947575 A1	07-01-2011
			JP 5734966 B2	17-06-2015
			JP 2012531541 A	10-12-2012
			KR 20120046218 A	09-05-2012
			US 2012159919 A1	28-06-2012
			WO 2011000964 A2	06-01-2011

JP S5841638	A	10-03-1983	NONE	

WO 2013107570	A1	25-07-2013	NONE	

JP H07292585	A	07-11-1995	JP 3529875 B2	24-05-2004
			JP H07292585 A	07-11-1995

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. D07B1/06 D07B5/12 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) D07B		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2011/134900 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; BARGUET HENRI [FR]; C) 3 novembre 2011 (2011-11-03) cité dans la demande alinéas [0042], [0049], [0052], [0063], [0070]; revendications 1,4,6,7; figures 1,2,5,6	1-21
A	JP H06 200491 A (BRIDGESTONE METALPHA CORP) 19 juillet 1994 (1994-07-19) abrégé; figures 5,6	6-8
A	US 2012/159919 A1 (GAUTHIER JACQUES [FR] ET AL) 28 juin 2012 (2012-06-28) alinéas [0086], [0091], [0092], [0095], [0103], [0106], [0171], [0172]; figures 2,7	1-21
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
15 avril 2016		22/04/2016
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 Uhlig, Robert

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	JP S58 41638 A (KANAI HIROYUKI) 10 mars 1983 (1983-03-10) abrégé; figure 3 -----	1,12,13
X	WO 2013/107570 A1 (BEKAERT SA NV [BE]) 25 juillet 2013 (2013-07-25) alinéas [0013], [0017]; tableau -----	12
X	JP H07 292585 A (BRIDGESTONE CORP) 7 novembre 1995 (1995-11-07) abrégé; figure 1 -----	12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/053347

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011134900 A1	03-11-2011	CN 102971459 A EP 2563965 A1 FR 2959517 A1 JP 5723441 B2 JP 2013527887 A KR 20130069649 A RU 2012150924 A US 2013199690 A1 WO 2011134900 A1	13-03-2013 06-03-2013 04-11-2011 27-05-2015 04-07-2013 26-06-2013 10-06-2014 08-08-2013 03-11-2011
JP H06200491 A	19-07-1994	AUCUN	
US 2012159919 A1	28-06-2012	BR 112012000119 A2 CN 102472001 A EA 201270126 A1 EP 2449170 A2 FR 2947575 A1 JP 5734966 B2 JP 2012531541 A KR 20120046218 A US 2012159919 A1 WO 2011000964 A2	15-03-2016 23-05-2012 30-07-2012 09-05-2012 07-01-2011 17-06-2015 10-12-2012 09-05-2012 28-06-2012 06-01-2011
JP S5841638 A	10-03-1983	AUCUN	
WO 2013107570 A1	25-07-2013	AUCUN	
JP H07292585 A	07-11-1995	JP 3529875 B2 JP H07292585 A	24-05-2004 07-11-1995