



- (51) Classification internationale des brevets :
D07B 1/06 (2006.01) **D07B 5/12** (2006.01)
D07B 1/16 (2006.01) **D07B 3/08** (2006.01)
D07B 7/14 (2006.01)

- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/054063

- (22) Date de dépôt international :
29 mars 2010 (29.03.2010)

- (25) Langue de dépôt : français

- (26) Langue de publication : français

- (30) Données relatives à la priorité :
0952020 31 mars 2009 (31.03.2009) FR

- (71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR];
23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).
MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.
[CH/CH]; Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-
Paccot (CH).

- (72) Inventeurs; et

- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **POTTIER, Thibaud** [FR/FR]; 9 rue Maurice Weiss, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **GAUTHIER, Jacques** [FR/FR]; 17 rue Roland Garros, F-63370 Lempdes (FR).

TOUSSAIN, Jérémy [FR/FR]; 2 rue Ribeyre Jaffieux, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).

- (74) Mandataire : **RIBIERE, Joël**; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-Déchaux, SGD/LG/PI - F35 - Ladoux, F-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, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

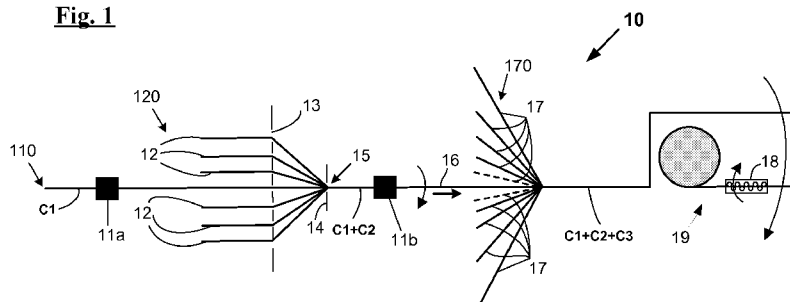
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,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

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING A THREE-LAYER CORD

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D'UN CABLE A TROIS COUCHES

Fig. 1



(57) Abstract : The invention relates to a method for producing a metal cord having three concentric layers (C1, C2, C3), of the type that is rubberized in situ, i.e. including a composition comprising rubber in the non-crosslinked state, known as "filling rubber". The cord comprises a first inner layer or core (C1), around which N strands of diameter d_2 are wound together in the form of a helix with a pitch p_2 to form an intermediate layer (C2), N varying between 3 and 12. In addition, P strands of diameter d_3 are wound together around this second layer in the form of a helix with a pitch p_3 to form a third outer layer (C3), P varying between 8 and 20. The method includes the following steps: a first step in which the core (C1) is coated with the filling rubber; a first step in which the N strands of the second layer (C2) are assembled and twisted around the thus coated core (C1), so as to form an intermediate cord, known as the "core strand" (C1+C2), at a point known as the "assembly point"; downstream from said assembly point, a second step in which the core strand (C1+C2) is coated with the filling rubber; a second step in which the P strands of the third layer (C3) are assembled and twisted around the thus coated core strand (C1+C2); and a final twist value balancing step. The invention also relates to the device used to implement one such method.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



Publiée :

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

Procédé de fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3), du type gommé in situ c'est-à-dire incorporant une composition de caoutchouc à l'état non réticulé dite « gomme de remplissage », ledit câble comportant une première couche interne ou noyau (C1) autour duquel sont entourés ensemble en hélice selon un pas P_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, deuxième couche autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes : une première étape de gainage du noyau (C1) par la gomme de remplissage; - une première étape d'assemblage par retordage des N fils de la deuxième couche (C2) autour du noyau (C1) ainsi gainé, pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2); en aval dudit point d'assemblage, une seconde étape de gainage du toron d'âme (C1+C2) par la gomme de remplissage; une seconde étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme (C1+C2) ainsi gainé; une étape d'équilibrage final des torsions. Dispositif pour la mise en œuvre d'un tel procédé.

PROCEDE ET DISPOSITIF DE FABRICATION D' UN CABLE A TROIS COUCHES

5 La présente invention est relative aux procédés et dispositifs de fabrication de câbles métalliques à trois couches, notamment de construction M+N+P, utilisables en particulier pour le renforcement d'articles en caoutchouc tels que des pneumatiques.

10 Elle est plus particulièrement relative aux procédés et dispositifs de fabrication de câbles métalliques du type « gommés in situ », c'est-à-dire gommés de l'intérieur, pendant leur fabrication même, par du caoutchouc à l'état non réticulé, en vue notamment d'améliorer leur résistance à la corrosion et par voie de conséquence leur endurance notamment dans les armatures de carcasses des pneumatiques pour véhicules industriels.

15 Un pneumatique radial comporte de manière connue une bande de roulement, deux bourrelets inextensibles, deux flancs reliant les bourrelets à la bande de roulement et une ceinture disposée circonférentiellement entre l'armature de carcasse et la bande de roulement. Cette armature de carcasse est constituée de manière connue d'au moins une nappe (ou "couche") de caoutchouc renforcée par des éléments de renforcement ("renforts") tels que des câblés ou des
20 monofilaments, généralement du type métalliques dans le cas de pneumatiques pour véhicules industriels porteurs de lourdes charges.

Pour le renforcement des armatures de carcasse ci-dessus, on utilise généralement des câbles d'acier ("*steel cords*") dits "à couches" ("*layered cords*") constitués d'une couche centrale ou
25 noyau et d'une ou plusieurs couches de fils concentriques disposées autour de ce noyau. Les câbles à trois couches les plus utilisés sont essentiellement des câbles de construction M+N+P, formés d'un noyau de M fil(s), M variant de 1 à 4, entourée d'une couche intermédiaire de N fils, N variant typiquement de 3 à 12, elle-même entourée d'une couche externe de P fils, P variant typiquement de 8 à 20, l'ensemble pouvant être éventuellement fretté par un fil de
30 frette externe enroulé en hélice autour de la couche externe.

De manière bien connue, ces câbles à couches sont soumis à des contraintes importantes lors du roulage des pneumatiques, notamment à des flexions ou variations de courbure répétées induisant au niveau des fils des frottements, notamment par suite des contacts entre couches
35 adjacentes, et donc de l'usure, ainsi que de la fatigue ; ils doivent donc présenter une haute résistance aux phénomènes dits de "fatigue-fretting".

Il est particulièrement important en outre qu'ils soient imprégnés autant que possible par le caoutchouc, que cette matière pénètre dans tous les espaces situés entre les fils constituant les
40 câbles. En effet, si cette pénétration est insuffisante, il se forme alors des canaux ou capillaires

vides, le long et à l'intérieur des câbles, et les agents corrosifs tels que l'eau ou même l'oxygène de l'air, susceptibles de pénétrer dans les pneumatiques par exemple à la suite de coupures de leur bande de roulement, cheminent le long de ces canaux vides jusque dans la carcasse du pneumatique. La présence de cette humidité joue un rôle important en provoquant de la corrosion et en accélérant les processus de dégradation ci-dessus (phénomènes dits de "fatigue-corrosion"), par rapport à une utilisation en atmosphère sèche.

Tous ces phénomènes de fatigue que l'on regroupe généralement sous le terme générique de "fatigue-fretting-corrosion" sont à l'origine d'une dégénérescence progressive des propriétés mécaniques des câbles et peuvent affecter, pour les conditions de roulage les plus sévères, la durée de vie de ces derniers.

Pour pallier les inconvénients ci-dessus, la demande WO 2005/071157 a proposé des câbles à trois couches de construction 1+M+N, en particulier de construction 1+6+12, dont une des caractéristiques essentielles est qu'une gaine constituée d'une composition de caoutchouc recouvre au moins la couche intermédiaire constituée des M fils, le noyau (ou fil unitaire) du câble pouvant être lui-même recouvert ou non de caoutchouc. Grâce à cette architecture spécifique, non seulement une excellente pénétrabilité par le caoutchouc est obtenue, limitant les problèmes de corrosion, mais encore les propriétés d'endurance en fatigue-fretting sont notablement améliorées par rapport aux câbles de l'art antérieur. La longévité des pneumatiques et celle de leurs armatures de carcasse sont ainsi très sensiblement améliorées.

Toutefois, les procédés décrits pour la fabrication de ces câbles, ainsi que les câbles qui en sont issus, ne sont pas dépourvus d'inconvénients.

Tout d'abord, ces câbles à trois couches sont obtenus en plusieurs étapes qui présentent l'inconvénient d'être discontinues, d'abord par réalisation d'un câble intermédiaire 1+M (en particulier 1+6), puis par gainage via une tête d'extrusion de ce câble intermédiaire, enfin par une opération finale de câblage des N (en particulier 12) fils restants autour de l'âme ainsi gainée, pour formation de la couche externe. Pour éviter le problème de "collant à cru" de la gaine de caoutchouc avant câblage de la couche externe autour de l'âme, doit être utilisé en outre un film intercalaire en matière plastique lors des opérations intermédiaires de bobinage et débobinage. Toutes ces manipulations successives sont pénalisantes du point de vue industriel et antinomiques de la recherche de cadences de fabrication élevées.

D'autre part, si l'on veut pouvoir garantir un taux de pénétration élevé par le caoutchouc à l'intérieur du câble pour l'obtention d'une perméabilité à l'air du câble, selon son axe, qui soit aussi faible que possible, il s'est avéré nécessaire selon ces procédés de l'art antérieur, d'utiliser des quantités relativement importantes de caoutchouc lors du gainage. De telles quantités

conduisent à un débordement parasite, plus ou moins prononcé, du caoutchouc cru à la périphérie du câble terminé de fabrication.

Or, comme cela a déjà été évoqué ci-dessus, en raison du fort pouvoir collant que possède le caoutchouc à l'état cru (c'est-à-dire non réticulé), un tel débordement parasite génère à son tour des inconvénients notables lors de la manipulation ultérieure du câble, en particulier lors des opérations de calandrage qui vont suivre pour l'incorporation du câble à une bande de caoutchouc elle-même à l'état cru, avant les opérations ultimes de fabrication du bandage pneumatique et de cuisson finale.

10

Tous les inconvénients exposés ci-dessus ralentissent bien entendu les cadences industrielles et pénalisent le coût final des câbles et des pneumatiques qu'ils renforcent.

15

Poursuivant leurs recherches, les Demanderesses ont découvert un procédé de fabrication amélioré qui permet de pallier les inconvénients précités.

20

En conséquence, un premier objet de l'invention est un procédé de fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3), du type gommé in situ c'est-à-dire incorporant une composition de caoutchouc à l'état non réticulé (cru) dite « gomme de remplissage », ledit câble comportant une première couche interne ou noyau (C1) autour duquel sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, deuxième couche autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

25

- une première étape de gainage du noyau (C1) par la gomme de remplissage ;
- une première étape d'assemblage par retordage des N fils de la deuxième couche (C2) autour du noyau (C1) ainsi gainé, pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2) ;
- en aval dudit point d'assemblage, une seconde étape de gainage du toron d'âme (C1+C2) par la gomme de remplissage ;
- une seconde étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme (C1+C2) ainsi gainé ;
- une étape d'équilibrage final des torsions.

35

Ce procédé de l'invention permet de fabriquer, de préférence en ligne et en continu, un câble à trois couches qui, comparé aux câbles à trois couches gommés in situ de l'art antérieur, a l'avantage notable de comporter une quantité réduite de gomme de remplissage, ce qui lui garantit une meilleure compacité, cette gomme étant en outre répartie uniformément à

l'intérieur du câble, à l'intérieur de chacun de ses capillaires, lui conférant ainsi une imperméabilité longitudinale encore améliorée.

5 L'invention concerne également un dispositif d'assemblage et gommage en ligne, utilisable pour la mise en œuvre de procédé de l'invention, ledit dispositif comportant d'amont en aval, selon la direction d'avancement du câble en cours de formation :

- des moyens d'alimentation de la première couche ou noyau (C1) ;
- des premiers moyens de gainage du noyau (C1) ;
- 10 - des moyens d'alimentation des N fils de la deuxième couche (C2) et des premiers moyens d'assemblage par retordage de ces N fils autour du noyau (C1) gainé, en un point dit point d'assemblage, pour formation d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2);
- en aval dudit point d'assemblage, des seconds moyens de gainage du toron d'âme
15 (C1+C2) ;
- en sortie des seconds moyens de gainage, des moyens d'alimentation des P fils de la troisième couche (C3) et des seconds moyens d'assemblage par retordage de ces P fils autour du toron d'âme (C1+C2), pour mise en place de la troisième couche (C3) ;
- en sortie desdits seconds moyens d'assemblage, des moyens d'équilibrage de torsion.

20

L'invention ainsi que ses avantages seront aisément compris à la lumière de la description et des exemples de réalisation qui suivent, ainsi que des figures 1 à 3 relatives à ces exemples qui schématisent, respectivement :

- 25 - un exemple de dispositif de retordage et gommage in situ utilisable pour la fabrication d'un câble à trois couches du type compact, selon un procédé conforme à l'invention (Fig. 1) ;
- en coupe transversale, un câble de construction 1+6+12, gommé in situ, du type compact, susceptible d'être fabriqué par le procédé de l'invention (Fig. 2) ;
- 30 - en coupe transversale, un câble de construction 1+6+12 conventionnel, non gommé in situ, également du type compact (Fig. 3).

I. DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

35

Dans la présente description, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%) indiqués sont des % massiques.

D'autre part, 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 (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 a jusqu'à b (c'est-à-dire incluant les bornes strictes a et b).

5

Le procédé de l'invention est destiné à la fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3) du type gommé in situ, c'est-à-dire incorporant une composition de caoutchouc à l'état cru ou non réticulé dite « gomme de remplissage », ledit câble comportant une première couche interne ou noyau (C1) autour duquel sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, deuxième couche autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes, opérées de préférence en ligne et en continu :

10

15

- une première étape de gainage du noyau (C1) par la gomme de remplissage à l'état cru (c'est-à-dire non réticulée ou non cuite) ;
- une première étape d'assemblage par retordage des N fils de la deuxième couche (C2) autour du noyau (C1) ainsi gainé, pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2) ;
- en aval du point d'assemblage, une seconde étape de gainage du toron d'âme (C1+C2) par la gomme de remplissage ;
- une seconde étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme ainsi gainé ;
- une étape d'équilibrage final des torsions.

20

On rappelle ici qu'il existe deux techniques possibles d'assemblage de fils métalliques :

25

- 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.

30

Une caractéristique essentielle du procédé ci-dessus est d'utiliser une étape de retordage tant pour l'assemblage de la deuxième couche (C2) autour de la première couche (C1) que pour l'assemblage de la troisième couche (C3) autour de la deuxième couche (C2).

35

Le diamètre d_0 (ou diamètre d'encombrement total) du noyau (C1) est de préférence compris dans un domaine de 0,08 à 0,50 mm, ce noyau pouvant être constitué d'un seul fil voire de plusieurs fils assemblés préalablement entre eux par tout moyen connu, par exemple par

câblage ou plus préférentiellement par retordage. De préférence, le nombre noté "M" de fil(s) du noyau est compris dans un domaine de 1 à 4. Plus préférentiellement, le noyau est constitué d'un seul fil unitaire (M égal à 1) dont le diamètre d_1 est lui-même plus préférentiellement compris dans un domaine de 0,08 à 0,50 mm.

5

Au cours de la première étape de gainage, ce noyau est tout d'abord gainé par de la gomme de remplissage à l'état non réticulé, apportée par une vis d'extrusion à une température appropriée. La gomme de remplissage peut être ainsi délivrée en un point fixe, unique et de faible encombrement, au moyen d'une tête d'extrusion unique.

10

La tête d'extrusion peut comporter une ou plusieurs filières, par exemple une filière amont de guidage et une filière aval de calibrage. On peut ajouter des moyens de mesure et de contrôle en continu du diamètre du noyau gainé, reliés à l'extrudeuse, ainsi que des moyens de contrôle du centrage du noyau dans la tête d'extrusion. De préférence, la température d'extrusion de la gomme de remplissage est comprise entre 50°C et 120°C, plus préférentiellement comprise entre 50°C et 100°C.

15

20

La tête d'extrusion définit ainsi une zone de gainage ayant la forme d'un cylindre de révolution dont le diamètre est compris de préférence entre 0,15 mm et 1,2 mm, plus préférentiellement entre 0,2 et 1,0 mm, et dont la longueur est de préférence comprise entre 4 et 10 mm.

25

Typiquement, en sortie de la tête d'extrusion, le noyau du câble, en tout point de sa périphérie, est recouvert d'une épaisseur minimale de gomme de remplissage qui est de préférence supérieure à 5 μm , plus préférentiellement supérieure à 10 μm , en particulier supérieure à 15 μm , notamment comprise entre 15 et 40 μm .

30

35

L'élastomère (ou indistinctement "caoutchouc", les deux étant considérés comme synonymes) de la gomme de remplissage est préférentiellement un élastomère diénique, c'est-à-dire par définition un élastomère issu au moins en partie (c'est-à-dire un homopolymère ou un copolymère) de monomère(s) diène(s) (i.e., monomère(s) porteur(s) de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non). L'élastomère diénique est plus préférentiellement choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères de butadiène, les différents copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères. De tels copolymères sont plus préférentiellement choisis dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), que ces derniers soient préparés par polymérisation en émulsion (ESBR) ou en solution (SSBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR) et les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR).

Un mode de réalisation préférentiel consiste à utiliser un élastomère "isoprénique", c'est-à-dire un homopolymère ou un copolymère d'isoprène, en d'autres termes un élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères d'isoprène et les mélanges de ces élastomères. L'élastomère isoprénique est de préférence du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse du type cis-1,4. Parmi ces polyisoprènes de synthèse, sont utilisés de préférence des polyisoprènes ayant un taux (% molaire) de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, plus préférentiellement encore supérieur à 98%. Selon d'autres modes de réalisation préférentiels, A l'élastomère isoprénique peut être également associé un autre élastomère diénique tel que, par exemple, un élastomère SBR et/ou BR.

La gomme de remplissage peut contenir un seul ou plusieurs élastomère(s), notamment diénique(s), ce dernier ou ces derniers pouvant être utilisé(s) en association avec tout type de polymère autre qu'élastomère.

La gomme de remplissage est préférentiellement du type réticulable, c'est-à-dire qu'elle comprend par définition un système de réticulation adapté pour permettre la réticulation de la composition lors de sa cuisson (i.e., son durcissement et non sa fusion) ; ainsi, dans un tel cas, cette composition de caoutchouc peut être qualifiée d'infusible, du fait qu'elle ne peut pas être fondue par chauffage à quelque température que ce soit. De préférence, dans le cas d'une composition de caoutchouc diénique, le système de réticulation de la gaine de caoutchouc est un système dit de vulcanisation, c'est-à-dire à base de soufre (ou d'un agent donneur de soufre) et d'au moins un accélérateur de vulcanisation. Mais l'invention s'applique également aux cas où la gomme de remplissage est dépourvu de soufre et même de tout autre système de réticulation, étant entendu que pourrait suffire, pour sa propre réticulation ou vulcanisation, le système de réticulation ou vulcanisation déjà présent dans la matrice de caoutchouc que le câble de l'invention est destiné à renforcer, et susceptible de migrer par contact de ladite matrice environnante vers la gomme de remplissage.

La gomme de remplissage peut comporter également tout ou partie des additifs usuels destinés aux matrices de caoutchouc pour pneumatiques, tels que par exemple des charges renforçantes comme le noir de carbone ou la silice, des antioxydants, des huiles, des plastifiants, des agents antiréversion, des résines, des promoteurs d'adhésion tels que sels de cobalt.

Le taux de charge renforçante, par exemple du noir de carbone ou une charge inorganique renforçante telle que silice, est de préférence supérieur à 50 pce, par exemple compris entre 50 et 120 pce. Comme noirs de carbone, par exemple, conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs du type HAF, ISAF, SAF conventionnellement utilisés dans les pneumatiques (noirs dits de grade pneumatique). Parmi ces derniers, on citera plus particulièrement les noirs de carbone de grade (ASTM) 300, 600 ou 700 (par exemple N326,

N330, N347, N375, N683, N772). Comme charges inorganiques renforçantes conviennent notamment des charges minérales du type silice (SiO_2), notamment les silice précipitées ou pyrogénées présentant une surface BET inférieure à $450 \text{ m}^2/\text{g}$, de préférence de 30 à $400 \text{ m}^2/\text{g}$.

- 5 En sortie de la première étape de gainage qui précède, au cours de la première étape d'assemblage, les N fils de la deuxième couche (C2) sont retordus ensemble (direction S ou Z) autour du noyau (C1) gainé pour formation en un point dit point d'assemblage du toron d'âme (C1+C2), de manière connue en soi ; les fils sont délivrés par des moyens d'alimentation tels que des bobines, une grille de répartition, couplée ou non à un grain d'assemblage, destinés à
10 faire converger autour du noyau les N fils en un point de torsion commun (ou point d'assemblage).

- Préférentiellement, le diamètre d_2 des N fils est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas de retordage p_2 est compris dans un domaine de 5 à 30 mm. On rappelle ici que, de
15 manière connue, le pas « p » représente la longueur, mesurée parallèlement à l'axe du câble, au bout de laquelle un fil ayant ce pas effectue un tour complet autour dudit axe du câble.

- Au cours de ce retordage, les N fils viennent s'appuyer sur la gomme de remplissage, s'incruster dans la gaine de gomme recouvrant le noyau (C1). Cette gomme de remplissage, en
20 quantité suffisante, remplit alors naturellement les capillaires qui se forment entre le noyau (C1) et la deuxième couche (C2).

- En aval du point d'assemblage, la contrainte de tension exercée sur le toron d'âme est de préférence comprise entre 10 et 25% de sa force à la rupture.

25

Au cours d'une seconde étape de gainage, le toron d'âme (C1+C2) ainsi formé est gainé à son tour par la gomme de remplissage à l'état cru, apportée par exemple par une seconde tête d'extrusion portée à une température appropriée.

- 30 Comme précédemment, cette tête d'extrusion peut comporter une ou plusieurs filières, par exemple une filière amont de guidage et une filière aval de calibrage ; peuvent être ajoutés également des moyens de mesure et de contrôle en continu du diamètre du toron d'âme gainé, reliés à l'extrudeuse, ainsi que des moyens de contrôle du centrage toron d'âme dans la tête d'extrusion. De préférence, la température d'extrusion de la gomme de remplissage est
35 comprise entre 50°C et 120°C , plus préférentiellement comprise entre 50°C et 100°C .

La tête d'extrusion définit une zone de gainage ayant la forme d'un cylindre de révolution dont le diamètre est compris de préférence entre 0,4 et 1,2 mm, plus préférentiellement entre 0,5 et 1,0 mm, et dont la longueur est de préférence comprise entre 4 et 10 mm.

Typiquement, en sortie de la seconde tête d'extrusion, le toron d'âme (C1+C2) ainsi gainé, en tout point de sa périphérie, est recouvert d'une épaisseur minimale de gomme de remplissage qui est préférentiellement supérieure à 5 μm , plus préférentiellement supérieure à 10 μm , notamment comprise entre 15 et 50 μm .

5

Au cours d'une seconde étape d'assemblage, on procède à l'assemblage final, toujours par retordage (direction S ou Z), des P fils de la troisième couche ou couche externe (C3) autour du toron d'âme (C1+C2) ainsi gainé. Préférentiellement, le diamètre d_3 des P fils est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas de retordage p_3 est supérieur ou égal à p_2 , en particulier compris dans un domaine de 5 à 30 mm.

10

Au cours du retordage, les P fils viennent s'appuyer à leur tour sur la gomme de remplissage présente à la périphérie du toron d'âme, s'incruster dans cette dernière. La gomme de remplissage, sous la pression exercée par ces P fils externes, remplit alors partiellement les capillaires ou cavités laissés vides par les fils, entre la deuxième couche (C2) et la couche externe (C3).

15

A ce stade du procédé, le câble de l'invention n'est pas encore terminé : les capillaires ci-dessus délimités par les N fils de la deuxième couche (C2) et les P fils de la troisième couche (C3), ne sont pas encore remplis de gomme de remplissage de manière suffisante pour l'obtention d'un câble ayant une imperméabilité à l'air qui soit optimale.

20

L'étape essentielle qui suit consiste à faire passer le câble, ainsi pourvu de sa gomme de remplissage à l'état cru, à travers des moyens d'équilibrage de torsion. Par "équilibrage de torsion", on entend ici de manière connue l'annulation des couples de torsion résiduels (ou du retour élastique de détorsion) s'exerçant sur chaque fil du câble à l'état retordu, dans sa couche respective. Les outils d'équilibrage de la torsion sont connus de l'homme du métier du retordage ; ils peuvent consister par exemple en des "dresseurs" et/ou des "retordeurs" et/ou des "retordeurs-dresseurs" constitués soit de poulies pour les retordeurs, soit de galets de petit diamètre pour les dresseurs, poulies ou galets à travers lesquels circule le câble, dans un seul plan ou de préférence dans au moins deux plans différents.

25

30

On suppose a posteriori que, lors du passage à travers les différents moyens d'équilibrage ci-dessus, ces derniers génèrent, sur les N et P fils des deuxième et troisième couches (C2 et C3), une torsion et pression radiale qui sont suffisantes pour répartir, distribuer de manière homogène la gomme de remplissage à l'état cru (i.e., non réticulée, non cuite), encore chaude et relativement fluide, à l'intérieur des capillaires formés par les N fils de la deuxième couche (C2) et les P fils de la troisième couche (C3), offrant finalement au câble de l'invention l'excellente propriété d'imperméabilité à l'air qui le caractérise. La fonction de dressage, apportée par l'utilisation d'un outil dresseur, aurait en outre pour avantage que le contact des

35

40

galets du dresseur avec les fils de la couche externe (C3) va exercer une pression supplémentaire sur la gomme de remplissage favorisant encore sa répartition optimale dans les capillaires présents entre les deuxième couche (C2) et la troisième couche (C3) du câble.

- 5 En d'autres termes, le procédé de l'invention décrit ci-dessus exploite la torsion des fils et la pression radiale s'exerçant sur ces derniers au stade final de fabrication du câble, pour répartir radialement la gomme de remplissage à l'intérieur du câble, tout en contrôlant parfaitement la quantité de gomme de remplissage fournie. L'homme du métier saura notamment ajuster l'agencement, le diamètre des poulies et/ou galets des moyens d'équilibrage de torsion pour
10 jouer sur l'intensité de la pression radiale s'exerçant sur les fils.

Ainsi, de manière inattendue, il s'est avéré possible de faire pénétrer la gomme de remplissage au cœur même du câble de l'invention, dans l'ensemble de ses capillaires, en déposant la gomme en aval du point d'assemblage des N fils autour de la première couche ou noyau (C1),
15 tout en contrôlant et en optimisant la quantité de gomme de remplissage délivrée grâce à l'emploi de deux têtes d'extrusion successives.

Après cette étape ultime d'équilibrage de la torsion, la fabrication du câble selon le procédé de l'invention, gommé in situ par sa gomme de remplissage à l'état cru, est terminée.
20 Préférentiellement, dans ce câble terminé, l'épaisseur de gomme de remplissage entre deux fils adjacents du câble, quels qu'ils soient, est supérieure à 1 μm , de préférence comprise entre 1 et 10 μm . Ce câble peut être enroulé sur une bobine de réception, pour stockage, avant d'être traité par exemple à travers une installation de calandrage, pour préparation d'un tissu composite métal-caoutchouc utilisable par exemple comme armature de carcasse de
25 pneumatique.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, la quantité totale de gomme de remplissage délivrée par les premiers et seconds moyens de gainage précédemment décrits, est ajustée dans un domaine préférentiel compris entre 5 et 40 mg, notamment entre 5 et 30 mg
30 par gramme de câble final (i.e., terminé de fabrication, gommé in situ). Ainsi, selon un mode de réalisation particulier de l'invention, la quantité de gomme de remplissage délivrée par chacun des premiers et seconds moyens de gainage peut être avantageusement ajustée dans un domaine préférentiel compris entre 2,5 et 20 mg, notamment entre 2,5 et 15 mg par gramme de câble final.

35

En dessous des minima indiqués, il n'est pas possible de garantir que la gomme de remplissage soit bien présente dans chacun des capillaires ou interstices du câble, tandis qu'au-delà des maxima préconisés, on peut s'exposer aux différents problèmes précédemment décrits dus au débordement de la gomme de remplissage à la périphérie du câble, selon les conditions
40 particulières de mise en œuvre de l'invention et la construction spécifique des câbles fabriqués.

Selon un autre mode préférentiel de l'invention, on a la relation suivante qui est vérifiée (d_1 , d_2 , d_3 , p_2 et p_3 étant exprimés en mm):

5
$$5 \pi (d_1 + d_2) < p_2 \leq p_3 < 10 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3) .$$

Plus particulièrement, on a la relation suivante qui est vérifiée :

10
$$5 \pi (d_1 + d_2) < p_2 \leq p_3 < 5 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3) .$$

Avantageusement, les pas p_2 et p_3 sont égaux, ce qui simplifie le procédé de fabrication.

L'homme de l'art saura, à la lumière de la présente description, ajuster la formulation de la gomme de remplissage afin d'atteindre les niveaux de propriétés (notamment module
15 d'élasticité) souhaités, et adapter la formulation à l'application spécifique envisagée.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, la formulation de la gomme de remplissage peut être choisie identique à la formulation de la matrice de caoutchouc que le câble final est destiné à renforcer ; ainsi, il n'y a aucun problème de compatibilité entre les
20 matériaux respectifs de la gomme de remplissage et de ladite matrice de caoutchouc.

Selon un second mode de réalisation de l'invention, la formulation de la gomme de remplissage peut être choisie différente de la formulation de la matrice de caoutchouc que le câble final est destiné à renforcer. On pourra notamment ajuster la formulation de la gomme de remplissage
25 en utilisant une quantité relativement élevée de promoteur d'adhésion, typiquement par exemple de 5 à 15 pce d'un sel métallique tel qu'un sel de cobalt, de nickel ou un sel de lanthanide tel que néodyme (voir notamment demande WO 2005/113666), et en réduisant avantageusement la quantité dudit promoteur (voire en le supprimant totalement) dans la matrice de caoutchouc environnante. Bien entendu, on pourra également ajuster la formulation
30 de la gomme de remplissage en vue d'optimiser sa viscosité et ainsi sa pénétration à l'intérieur du câble lors de la fabrication de ce dernier.

De préférence, la gomme de remplissage présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension E_{10} (à 10% d'allongement) qui est compris entre 2 et 25 MPa, plus
35 préférentiellement entre 3 et 20 MPa, en particulier compris dans un domaine de 3 à 15 MPa.

De préférence, la troisième couche (C3) a pour caractéristique préférentielle d'être une couche saturée, c'est-à-dire que, par définition, il n'existe pas suffisamment de place dans cette couche pour y ajouter au moins un ($P_{\max}+1$)ème fil de diamètre d_3 , P_{\max} représentant le nombre
40 maximal de fils enroulables en une troisième couche (C3) autour de la deuxième couche (C2).

Cette construction a pour avantage de limiter le risque de débordement de gomme de remplissage à sa périphérie et d'offrir, pour un diamètre donné du câble, une résistance plus élevée.

- 5 Ainsi, le nombre P de fils de la troisième couche peut varier dans une très large mesure selon le mode de réalisation particulier de l'invention, étant entendu que le nombre maximal de fils P sera augmenté si leur diamètre d_3 est réduit comparativement au diamètre d_2 des fils de la deuxième couche, afin de conserver préférentiellement la couche externe dans un état saturé.
- 10 De préférence, la première couche (C1) est constituée d'un fil unitaire (i.e., $M = 1$) et le diamètre d_1 est compris dans un domaine de 0,08 à 0,50 mm.

Si le noyau (C1) est constitué de plusieurs fils (i.e., M est différent de 1), alors les M fils sont préférentiellement assemblés entre eux selon un pas d'assemblage qui est de préférence
15 compris entre 4 et 15 mm, notamment entre 5 et 10 mm.

Selon un autre mode de réalisation préférentiel, la deuxième couche (C2) comporte 5 à 7 fils (i.e., N varie de 5 à 7). Selon un autre mode particulièrement préférentiel, la couche C3 comporte de 10 à 14 fils ; sont particulièrement sélectionnés parmi les câbles ci-dessus ceux
20 constitués de fils ayant sensiblement le même diamètre de la couche C2 à la couche C3 (soit $d_2 = d_3$).

Selon un autre mode de réalisation plus préférentiel, la première couche (C1) comporte un seul fil (M égal à 1), la deuxième couche (C2) comporte 6 fils (N égal à 6) et la troisième
25 couche (C3) comporte 11 ou 12 fils (P égal à 11 ou 12). En d'autres termes, le câble de l'invention a pour constructions préférentielles 1+6+11 ou 1+6+12.

Le câble préparé selon l'invention, comme tout câble à couche, peut être de deux types, à savoir du type à couches compact ou du type à couches cylindriques.

30

Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel de l'invention, les fils de la troisième couche (C3) sont enroulés en hélice au même pas ($p_2 = p_3$) et dans le même sens de torsion (c'est-à-dire soit dans la direction S (disposition "S/S"), soit dans la direction Z (disposition "Z/Z")) que les fils de la deuxième couche intermédiaire (C2), pour l'obtention d'un câble à
35 couches du type compact tel que schématisé par exemple à la figure 2.

Dans de tels câbles à couches compacts, la compacité est telle que pratiquement aucune couche distincte de fils n'est visible ; il en résulte que la section transversale de tels câbles a un contour qui est généralement polygonal et non cylindrique, comme illustré par exemple sur les

figure 2 (câble compact 1+6+12 gommé in situ) et figure 3 (câble compact 1+6+12 conventionnel, c'est-à-dire non gommé in situ).

- 5 Ainsi préparé, le câble fabriqué selon l'invention peut être qualifié d'étanche à l'air à l'état cuit :
au test de perméabilité à l'air décrit au paragraphe II-1-B qui suit, il se caractérise par un débit d'air moyen inférieur à 2 cm³/min, de préférence inférieur ou au plus égal à 0,2 cm³/min.

- 10 Le procédé de l'invention présente l'avantage de rendre possible l'opération complète de retordage initial, gommage et retordage final en ligne et en une seule étape, quel que soit le type de câble produit (câble compact comme câble à couches cylindriques), tout ceci à haute vitesse. Le procédé ci-dessus peut être mis en œuvre à une vitesse (vitesse de défilement du câble sur la ligne de retordage-gommage) supérieure à 50 m/min, préférentiellement supérieure à 70 m/min.

- 15 Le procédé de l'invention rend possible la fabrication de câbles qui peuvent être dépourvus (ou quasiment dépourvus) de gomme de remplissage à leur périphérie. Par une telle expression, on entend qu'aucune particule de gomme de remplissage n'est visible, à l'œil nu, à la périphérie du câble, c'est-à-dire que l'homme du métier ne fait pas de différence en sortie de fabrication, à l'œil nu et à une distance de trois mètres ou plus, entre une bobine de câble conforme à
20 l'invention et une bobine de câble conventionnel non gommé in situ.

- Ce procédé s'applique bien entendu à la fabrication de câbles du type compacts (pour rappel et par définition, ceux dont les couches C2 et C3 sont enroulées au même pas et dans le même sens) comme à la fabrication de câbles du type à couches cylindriques (pour rappel et par
25 définition, ceux dont les couches C2 et C3 sont enroulées soit à des pas différents (quels que soient leurs sens de torsion, identiques ou pas), soit dans des sens opposés (quels que soient leurs pas, identiques ou différents)).

- Par câble métallique, on entend par définition dans la présente demande un câble formé de fils
30 constitués majoritairement (c'est-à-dire pour plus de 50% en nombre de ces fils) ou intégralement (pour 100% des fils) d'un matériau métallique. Indépendamment les uns des autres et d'une couche à l'autre, le ou les fils du noyau (C1), les fils de la deuxième couche (C2) et les fils de la troisième couche (C3) sont de préférence en acier, plus préférentiellement en acier au carbone. Mais il est bien entendu possible d'utiliser d'autres aciers, par exemple un
35 acier inoxydable, ou d'autres alliages. Lorsqu'un acier au carbone est utilisé, sa teneur en carbone (% en poids d'acier) est de préférence comprise entre 0,4% et 1,2%, notamment entre 0,5% et 1,1% ; ces teneurs représentent un bon compromis entre les propriétés mécaniques requises pour le pneumatique et la faisabilité des fils. Il est à noter qu'une teneur en carbone comprise entre 0,5% et 0,6% rend de tels aciers finalement moins coûteux car plus faciles à
40 tréfiler. Un autre mode avantageux de réalisation de l'invention peut consister aussi, selon les

applications visées, à utiliser des aciers à faible teneur en carbone, comprise par exemple entre 0,2% et 0,5%, en raison notamment d'un coût plus bas et d'une plus grande facilité de tréfilage.

5 Un dispositif d'assemblage et gommage utilisable préférentiellement pour la mise en œuvre du procédé de l'invention précédemment décrit, est un dispositif comportant d'amont en aval, selon la direction d'avancement d'un câble en cours de formation :

- des moyens d'alimentation de la première couche ou noyau (C1) ;
- 10 - des premiers moyens de gainage du noyau (C1) ;
- des moyens d'alimentation des N fils de la deuxième couche (C2) et des premiers moyens d'assemblage par retordage de ces N fils autour du noyau (C1) gainé, en un point dit point d'assemblage, pour formation d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2);
- 15 - en aval dudit point d'assemblage, des seconds moyens de gainage du toron d'âme (C1+C2) ;
- en sortie des seconds moyens de gainage, des moyens d'alimentation des P fils de la troisième couche (C3) et des seconds moyens d'assemblage par retordage de ces P fils autour du toron d'âme (C1+C2), pour mise en place de la troisième couche (C3) ;
- 20 - en sortie desdits seconds moyens d'assemblage, des moyens d'équilibrage de torsion.

On voit sur la figure 1 annexée un exemple de dispositif (10) d'assemblage par retordage, du type à alimentation fixe et à réception tournante, utilisable pour la fabrication d'un câble du type compact ($p_2 = p_3$ et même sens de torsion des couches C2 et C3) tel qu'illustré par
25 exemple à la figure 2 commentée plus tard.

Dans ce dispositif (10), un fil noyau unique (C1) délivré par des moyens d'alimentation (110) traverse tout d'abord une zone de gainage consistant par exemple en une première tête d'extrusion (11a). Des moyens d'alimentation (120) délivrent ensuite, autour du fil noyau (C1)
30 ainsi gainé, N fils (12) à travers une grille (13) de répartition (répartiteur axisymétrique), couplée ou non à un grain d'assemblage (14), au-delà de laquelle convergent les N (par exemple six) fils de la deuxième couche en un point d'assemblage (15), pour formation du toron d'âme (C1+C2) de construction 1+N (par exemple 1+6). La distance entre le premier point de gainage (11a) et le point de convergence (15) et est par exemple comprise entre 1 et
35 5 mètres.

Puis le toron d'âme (C1+C2) ainsi formé est à son tour gainé en traversant une seconde zone de gainage (11b) consistant par exemple en une seconde tête d'extrusion. La distance entre le point d'assemblage (15) et le second point de gainage (11b) est par exemple comprise entre 50
40 cm et 5 mètres.

Autour du toron d'âme (16) ainsi gainé et progressant dans le sens de la flèche, sont ensuite
assemblés par retordage les P fils (17) de la couche externe (C3), par exemple au nombre de
douze, délivrés par des moyens d'alimentation (170). Le câble final (C1+C2+C3) est
5 finalement collecté sur la réception tournante (19), après traversée des moyens d'équilibrage
de torsion (18) consistant par exemple en un dresseur ou un retordeur-dresseur.

On rappelle ici que, de manière bien connue de l'homme du métier, pour la fabrication d'un
câble du type à couches cylindriques (pas p_2 et p_3 différents et/ou sens de torsion différents des
10 couches C2 et C3), on utilise un dispositif comportant deux organes (alimentation ou
réception) tournants, et non un seul comme décrit ci-dessus (Fig. 1) à titre d'exemple.

La figure 2 schématise, en coupe perpendiculaire à l'axe du câble (supposé rectiligne et au
repos), un exemple d'un câble préférentiel 1+6+12 gommé in situ, susceptible d'être obtenu à
15 l'aide du procédé conforme à l'invention précédemment décrit.

Ce câble (noté C-1) est du type compact, c'est-à-dire que ses deuxième et troisième couches
(respectivement C2 et C3) sont enroulées dans le même sens (S/S ou Z/Z selon une
nomenclature reconnue) et de plus au même pas ($p_2 = p_3$). Ce type de construction a pour
20 conséquence que les fils (21, 22) de ces deuxième et troisième couches (C2, C3) forment
autour du noyau (20) ou première couche (C1) deux couches sensiblement concentriques qui
ont chacune un contour (E) (représenté en pointillés) qui est sensiblement polygonal (plus
précisément hexagonal) et non cylindrique comme dans le cas de câbles à couches dits
cylindriques.

25 Ce câble C-1 peut être qualifié de câble gommé in situ : chacun des capillaires ou interstices
(espaces vides en l'absence de gomme de remplissage) formés par les fils adjacents, pris trois
par trois, de ses trois couches C1, C2 et C3, est rempli, au moins en partie (de manière
continue ou non selon l'axe du câble), par la gomme de remplissage de telle manière que pour
30 toute longueur de câble de 2 cm, chaque capillaire comporte au moins un bouchon de gomme.

Plus précisément, la gomme de remplissage (23) remplit chaque capillaire (24) (symbolisé par
un triangle) formé par les fils adjacents (pris trois à trois) des différentes couches (C1, C2, C3)
du câble, en écartant ces derniers très légèrement. On voit que ces capillaires ou interstices
35 sont naturellement formés soit par le fil noyau (20) et les fils (21) de la deuxième couche (C2)
qui l'entourent, soit par deux fils (21) de la deuxième couche (C2) et un fil (23) de la troisième
couche (C3) qui leur est immédiatement adjacent, soit encore par chaque fil (21) de la
deuxième couche (C2) et les deux fils (22) de la troisième couche (C3) qui lui sont
immédiatement adjacents ; au total, 24 capillaires ou interstices (24) sont ainsi présents dans
40 ce câble 1+6+12.

Selon un mode de réalisation préférentiel, dans ce câble préférentiel 1+N+P, la gomme de remplissage s'étend préférentiellement d'une manière continue autour de la deuxième couche (C2) qu'elle recouvre.

5

Pour comparaison, la figure 3 rappelle la coupe d'un câble 1+6+12 (noté C-2) conventionnel (i.e., non gommé in situ), également du type compact. L'absence de gomme de remplissage fait que pratiquement tous les fils (30, 31, 32) sont au contact l'un de l'autre, ce qui conduit à une structure particulièrement compacte, par ailleurs très difficilement pénétrable (pour ne pas dire impénétrable) de l'extérieur par du caoutchouc. La caractéristique de ce type de câble est que les différents fils forment trois à trois des canaux ou capillaires (34) qui pour un nombre important d'entre eux restent fermés et vides et donc propices, par effet "de mèche", à la propagation de milieux corrosifs tels que l'eau.

10

15

A titre d'exemples préférentiels, le procédé de l'invention est utilisé pour la fabrication de câbles de constructions 1+6+11 et 1+6+12, notamment, parmi ces derniers, ceux constitués de fils ayant sensiblement le même diamètre de la deuxième couche (C2) à la troisième couche (C3) (soit, dans ce cas $d_2 = d_3$).

20

II. EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

Les essais qui suivent démontrent la capacité du procédé de l'invention à fournir des câbles à trois couches qui, comparés aux câbles à trois couches gommés in situ de l'art antérieur, ont l'avantage notable de comporter une quantité réduite de gomme de remplissage, ce qui leur garantit une meilleure compacité, cette gomme étant en outre répartie uniformément à l'intérieur du câble, à l'intérieur de chacun de ses capillaires, leur conférant ainsi une imperméabilité longitudinale optimale.

25

30

II-1. Mesures et tests utilisés

II-1-A. Mesures dynamométriques

35

Pour ce qui concerne les fils et câbles métalliques, les mesures de force à la rupture notée F_m (charge maximale en N), de résistance à la rupture notée R_m (en MPa) et d'allongement à la rupture noté A_t (allongement total en %) sont effectuées en traction selon la norme ISO 6892 de 1984.

Concernant les compositions de caoutchouc, les mesures de module sont effectuées en traction, sauf indication différente selon la norme ASTM D 412 de 1998 (éprouvette "C") : on mesure en seconde élongation (c'est-à-dire après un cycle d'accommodation) le module sécant "vrai" (c'est-à-dire ramené à la section réelle de l'éprouvette) à 10% d'allongement, noté E10 et exprimé en MPa (conditions normales de température et d'hygrométrie selon la norme ASTM D 1349 de 1999).

II-1-B. Test de perméabilité à l'air

Ce test permet de déterminer la perméabilité longitudinale à l'air des câbles testés, par mesure du volume d'air traversant une éprouvette sous pression constante pendant un temps donné. Le principe d'un tel test, bien connu de l'homme du métier, est de démontrer l'efficacité du traitement d'un câble pour le rendre imperméable à l'air ; il a été décrit par exemple dans la norme ASTM D2692-98.

Le test est ici réalisé soit sur des câbles extraits des pneumatiques ou des nappes de caoutchouc qu'ils renforcent, donc déjà enrobés de l'extérieur par du caoutchouc à l'état cuit, soit sur des câbles bruts de fabrication, ayant subi un enrobage et une cuisson ultérieurs.

Dans le second cas, les câbles bruts doivent être préalablement noyés, enrobés de l'extérieur par une gomme dite d'enrobage. Pour cela, une série de 10 câbles disposés parallèlement (distance inter-câble : 20 mm) est placée entre deux skims (deux rectangles de 80 x 200 mm) d'une composition de caoutchouc à l'état cru, chaque skim ayant une épaisseur de 3,5 mm ; le tout est alors bloqué dans un moule, chacun des câbles étant maintenu sous une tension suffisante (par exemple 2 daN) pour garantir sa rectitude lors de la mise en place dans le moule, à l'aide de modules de serrage ; puis on procède à la vulcanisation (cuisson) pendant 40 min à une température de 140°C et sous une pression de 15 bar (piston rectangulaire de 80 x 200 mm). Après quoi, on démoule l'ensemble et on découpe 10 éprouvettes de câbles ainsi enrobés, sous forme de parallélépipèdes de dimensions 7x7x20 mm, pour caractérisation.

On utilise comme gomme d'enrobage une composition de caoutchouc conventionnelle pour pneumatique, à base de caoutchouc naturel (peptisé) et de noir de carbone N330 (65 pce), comportant en outre les additifs usuels suivants: soufre (7 pce), accélérateur sulfénamide (1 pce), ZnO (8 pce), acide stéarique (0,7 pce), antioxydant (1,5 pce), naphthénate de cobalt (1,5 pce) ; le module E10 de la gomme d'enrobage est de 10 MPa environ.

Le test est réalisé sur 2 cm de longueur de câble, enrobé donc par sa composition de caoutchouc (ou gomme d'enrobage) environnante à l'état cuit, de la manière suivante : on envoie de l'air à l'entrée du câble, sous une pression de 1 bar, et on mesure le volume d'air à la sortie, à l'aide d'un débitmètre (calibré par exemple de 0 à 500 cm³/min). Pendant la mesure,

l'échantillon de câble est bloqué dans un joint étanche comprimé (par exemple un joint en mousse dense ou en caoutchouc) de telle manière que seule la quantité d'air traversant le câble d'une extrémité à l'autre, selon son axe longitudinal, est prise en compte par la mesure ; un contrôle d'étanchéité préalable du joint étanche est fait à l'aide d'une éprouvette de caoutchouc pleine, i.e., sans câble.

Le débit mesuré est d'autant plus faible que l'imperméabilité longitudinale du câble est élevée. La mesure étant faite avec une précision de $\pm 0,2 \text{ cm}^3/\text{min}$, les valeurs mesurées égales ou inférieures à $0,2 \text{ cm}^3/\text{min}$ sont considérées comme nulles ; elles correspondent à un câble qui peut être qualifié d'étanche à l'air selon son axe (i.e., selon sa direction longitudinale).

II-1-C. Taux de gomme de remplissage

La quantité de gomme de remplissage est mesurée par différence entre le poids du câble initial (donc gommé in situ) et le poids du câble (donc celui de ses fils) dont la gomme de remplissage a été éliminée par un traitement électrolytique approprié.

Un échantillon de câble (longueur 1 m), bobiné sur lui-même pour réduire son encombrement, constitue la cathode d'un électrolyseur (reliée à la borne négative d'un générateur), tandis que l'anode (reliée à la borne positive) est constituée d'un fil de platine. L'électrolyte consiste en une solution aqueuse (eau déminéralisée) comportant 1 mole par litre de carbonate de sodium.

L' échantillon, plongé complètement dans l'électrolyte, est mis sous tension pendant 15 min sous un courant de 300 mA. Le câble est ensuite retiré du bain, rincé abondamment avec de l'eau. Ce traitement permet à la gomme de se détacher facilement du câble (si tel n'est pas le cas, on continue l'électrolyse pendant quelques minutes). On élimine soigneusement la gomme, par exemple par simple essuyage à l'aide d'un tissu absorbant, tout en détordant un à un les fils du câble. Les fils sont de nouveau rincés à l'eau puis plongés dans un bécher contenant un mélange d'eau déminéralisée (50%) et d'éthanol (50%) ; le bécher est plongé dans une cuve à ultrasons pendant 10 min. Les fils ainsi dépourvus de toute trace de gomme sont retirés du bécher, séchés sous un courant d'azote ou d'air, et enfin pesés.

On en déduit par le calcul le taux de gomme de remplissage dans le câble, exprimé en mg de gomme de remplissage par gramme de câble initial, et moyenné sur 10 mesures (10 mètres de câble au total).

II-2. Fabrication des câbles et tests

On utilise dans les essais qui suivent des câbles à couches de constructions 1+6+12 constitués de fils fins en acier au carbone revêtus de laiton.

Les fils en acier au carbone sont préparés de manière connue, en partant par exemple de fils machine (diamètre 5 à 6 mm) que l'on écrouit tout d'abord, par laminage et/ou tréfilage, jusqu'à un diamètre intermédiaire voisin de 1 mm. L'acier utilisé est un acier au carbone connu (norme USA AISI 1069) dont la teneur en carbone est de 0,70%. Les fils de diamètre intermédiaire subissent un traitement de dégraissage et/ou décapage, avant leur transformation ultérieure. Après dépôt d'un revêtement de laiton sur ces fils intermédiaires, on effectue sur chaque fil un écrouissage dit "final" (i.e., après le dernier traitement thermique de patentage), par tréfilage à froid en milieu humide avec un lubrifiant de tréfilage qui se présente par exemple sous forme d'une émulsion ou d'une dispersion aqueuse. Le revêtement de laiton qui entoure les fils a une épaisseur très faible, nettement inférieure au micromètre, par exemple de l'ordre de 0,15 à 0,30 μm , ce qui est négligeable par rapport au diamètre des fils en acier. Les fils en acier ainsi tréfilés ont le diamètre et les propriétés mécaniques indiquées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Acier	Φ (mm)	Fm (N)	Rm (MPa)
NT	0,18	68	2820
NT	0,20	82	2620

Ces fils sont ensuite assemblés sous forme de câbles à couches 1+6+12 dont la construction est conforme à la représentation de la figure 1 et dont les propriétés mécaniques sont données dans le tableau 2.

Tableau 2

Câble	p_2 (mm)	p_3 (mm)	Fm (daN)	Rm (MPa)	At (%)
C-1	10	10	126	2645	2,4

L'exemple (C-1) de câble 1+6+12 préparé selon le procédé de l'invention, tel que schématisé à la Fig. 1, est donc formé de 19 fils au total, un fil noyau de diamètre 0,20 mm et 18 fils autour, tous de diamètre 0,18 mm, qui ont été enroulés en deux couches concentriques au même pas ($p_2 = p_3 = 10,0$ mm) et dans la même direction de torsion (S) pour l'obtention d'un câble du type compact. Le taux de gomme de remplissage, mesuré selon la méthode indiquée précédemment au paragraphe II-1-C, est égal à environ 22 mg par g de câble. Cette gomme de remplissage est présente dans chacun des 24 capillaires formés par les différents fils pris trois à trois, c'est-à-dire qu'elle remplit en totalité ou au moins en partie chacun de ces capillaires de telle manière qu'il existe au moins, sur toute longueur de câble de longueur égale à 2 cm, un bouchon de gomme dans chaque capillaire.

Pour la fabrication de ce câble, on a utilisé un dispositif tel que décrit précédemment et schématisé à la figure 1. La gomme de remplissage est une composition de caoutchouc conventionnelle pour armature carcasse de pneumatique pour véhicules industriels, ayant la même formulation que celle de la nappe de caoutchouc de carcasse que le câble C-1 est destiné à renforcer ; cette composition est à base de caoutchouc naturel (peptisé) et de noir de carbone N330 (55 pce) ; elle comporte en outre les additifs usuels suivants: soufre (6 pce), accélérateur sulfénamide (1 pce), ZnO (9 pce), acide stéarique (0,7 pce), antioxydant (1,5 pce), naphténate de cobalt (1 pce) ; le module E10 de la composition est de 6 MPa environ. Cette composition a été extrudée à une température de 85°C environ à travers deux filières de calibrage (11a, 11b) de diamètres respectifs 0,250 et 0,580 mm.

Les câbles C-1 ainsi préparés ont été soumis au test de perméabilité à l'air décrit au paragraphe II-1-B, en mesurant le volume d'air (en cm³) traversant les câbles en 1 minute (moyenne de 10 mesures pour chaque câble testé). Pour chaque câble C-1 testé et pour 100% des mesures (soit dix éprouvettes sur dix), on a mesuré un débit nul ou inférieur à 0,2 cm³/min ; en d'autres termes, les câbles préparés selon le procédé de l'invention peuvent être qualifiés d'étanches à l'air selon leur axe longitudinal ; ils présentent donc un taux de pénétration optimal par le caoutchouc.

D'autre part, des câbles gommés in situ témoins, de même construction que les câbles compacts C-1 ci-dessus, ont été préparés conformément au procédé décrit dans la demande WO 2005/071557 précitée, en plusieurs étapes discontinues, par gainage via une tête d'extrusion du toron d'âme intermédiaire 1+6, puis dans un deuxième temps par câblage des 12 fils restants autour de l'âme ainsi gainée, pour formation de la couche externe. Ces câbles témoins ont été ensuite soumis au test de perméabilité à l'air du paragraphe I-2.

On a constaté tout d'abord qu'aucun de ces câbles témoins ne présentait 100% des mesures (soit dix éprouvettes sur dix) avec un débit nul ou inférieur à 0,2 cm³/min, en d'autres termes qu'aucun de ces câbles témoins ne pouvait être qualifié d'étanche (totalement étanche) à l'air selon son axe. On a observé d'autre part que, parmi ces câbles témoins, ceux présentant les meilleurs résultats d'imperméabilité (soit un débit moyen d'environ 2 cm³/min), présentaient tous une quantité relativement importante de gomme de remplissage parasite débordant à leur périphérie, les rendant inaptes à une opération de calandrage satisfaisante en conditions industrielles.

En résumé, le procédé de l'invention permet la fabrication de câbles de construction M+N+P gommés in situ qui, grâce à un taux de pénétration optimal par du caoutchouc, d'une part présentent une haute endurance en armature de carcasse des pneumatiques, d'autre part peuvent être mis en œuvre de manière efficace sous des conditions industrielles, notamment sans les difficultés liées à un débordement excessif de caoutchouc lors de leur fabrication.

REVENDICATIONS

- 5 **1.** Procédé de fabrication d'un câble métallique à trois couches concentriques (C1, C2, C3), du type gommé in situ c'est-à-dire incorporant une composition de caoutchouc à l'état non réticulé dite « gomme de remplissage », ledit câble comportant une première couche interne ou noyau (C1) autour duquel sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche intermédiaire (C2), N fils de diamètre d_2 , N variant de 3 à 12, deuxième
10 couche autour de laquelle sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche externe (C3), P fils de diamètre d_3 , P variant de 8 à 20, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
- une première étape de gainage du noyau (C1) par la gomme de remplissage ;
 - 15 - une première étape d'assemblage par retordage des N fils de la deuxième couche (C2) autour du noyau (C1) ainsi gainé, pour formation en un point, dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2) ;
 - en aval dudit point d'assemblage, une seconde étape de gainage du toron d'âme (C1+C2) par la gomme de remplissage ;
 - 20 - une seconde étape d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche (C3) autour du toron d'âme (C1+C2) ainsi gainé ;
 - une étape d'équilibrage final des torsions.
- 25 **2.** Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température d'extrusion de la gomme de remplissage, dans chaque étape de gainage, est comprise entre 50°C et 120°C.
- 30 **3.** Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la quantité totale de gomme de remplissage délivrée au cours des deux étapes de gainage est comprise entre 5 et 40 mg par gramme de câble final.
- 35 **4.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le noyau et le toron d'âme, après gainage, sont chacun recouvert d'une épaisseur minimale de gomme de remplissage supérieure à 5 μm .
- 40 **5.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le caoutchouc de la gomme de remplissage est un élastomère diénique.
- 6.** Procédé selon la revendication 5, dans lequel l'élastomère diénique est choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes, le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères.

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel l'élastomère diénique est un élastomère isoprénique, de préférence du caoutchouc naturel.

5 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la contrainte de tension exercée sur le toron d'âme, en aval du point d'assemblage, est comprise entre 10 et 25% de sa force à la rupture.

10 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le noyau (C1) est constitué de M fils, M variant de 1 à 4, de diamètre d_1 compris dans un domaine de 0,08 à 0,50 mm.

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel M est égal à 1.

15 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le diamètre d_2 est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas de retordage p_2 est compris dans un domaine de 5 à 30 mm.

20 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel le diamètre d_3 est compris dans un domaine de 0,08 à 0,45 mm et le pas p_3 est supérieur ou égal à p_2 .

25 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel les fils de la troisième couche (C3) sont enroulés en hélice au même pas et dans le même sens de torsion que les fils de la deuxième couche (C2).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel N varie de 5 à 7.

30 15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel P varie de 10 à 14.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel la troisième couche (C3) est une couche saturée.

35 17. Dispositif d'assemblage et gommage en ligne, utilisable pour la mise en œuvre d'un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, ledit dispositif comportant d'amont en aval, selon la direction d'avancement du câble en cours de formation :

- des moyens d'alimentation de la première couche ou noyau (C1) ;
- des premiers moyens de gainage du noyau (C1) ;

- des moyens d'alimentation des N fils de la deuxième couche (C2) et des premiers moyens d'assemblage par retordage de ces N fils autour du noyau (C1) gainé, en un point dit point d'assemblage, pour formation d'un câble intermédiaire dit « toron d'âme » (C1+C2);
- 5 - en aval dudit point d'assemblage, des seconds moyens de gainage du toron d'âme (C1+C2) ;
- en sortie des seconds moyens de gainage, des moyens d'alimentation des P fils de la troisième couche (C3) et des seconds moyens d'assemblage par retordage de ces P fils autour du toron d'âme (C1+C2), pour mise en place de la troisième couche (C3) ;
- 10 - en sortie desdits seconds moyens d'assemblage, des moyens d'équilibrage de torsion.

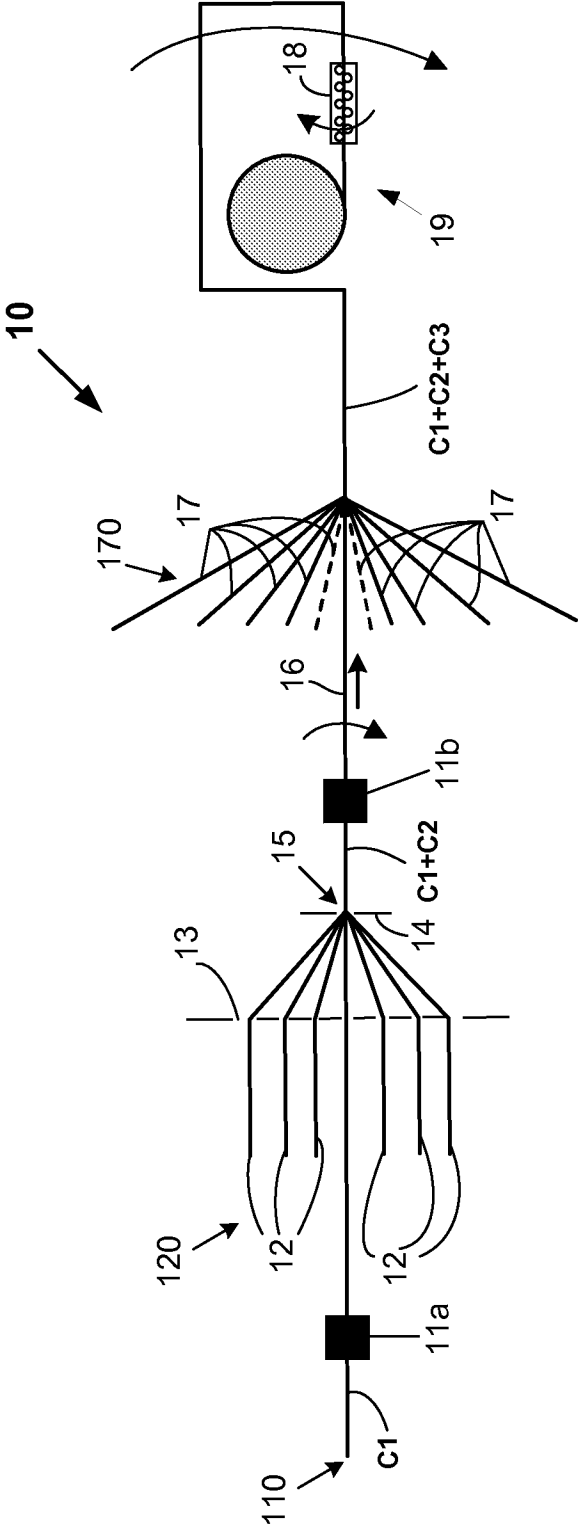
18. Dispositif selon la revendication 17, comportant une alimentation fixe et une réception tournante.

- 15 **19.** Dispositif selon la revendication 17 ou 18, dans lequel les premiers et seconds moyens de gainage sont constitués chacun par une tête d'extrusion unique comportant au moins une filière de calibrage.

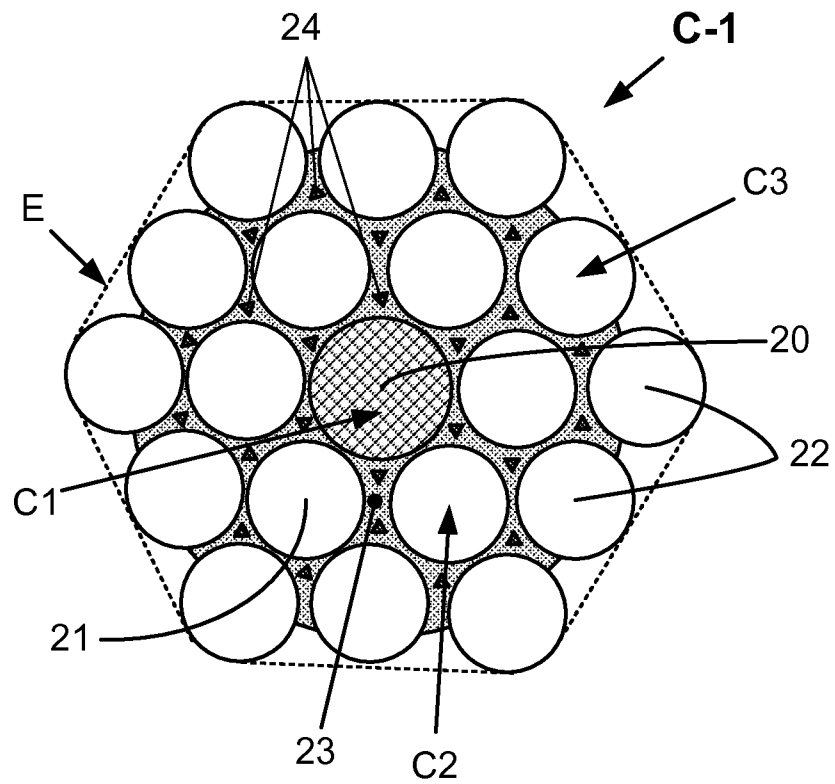
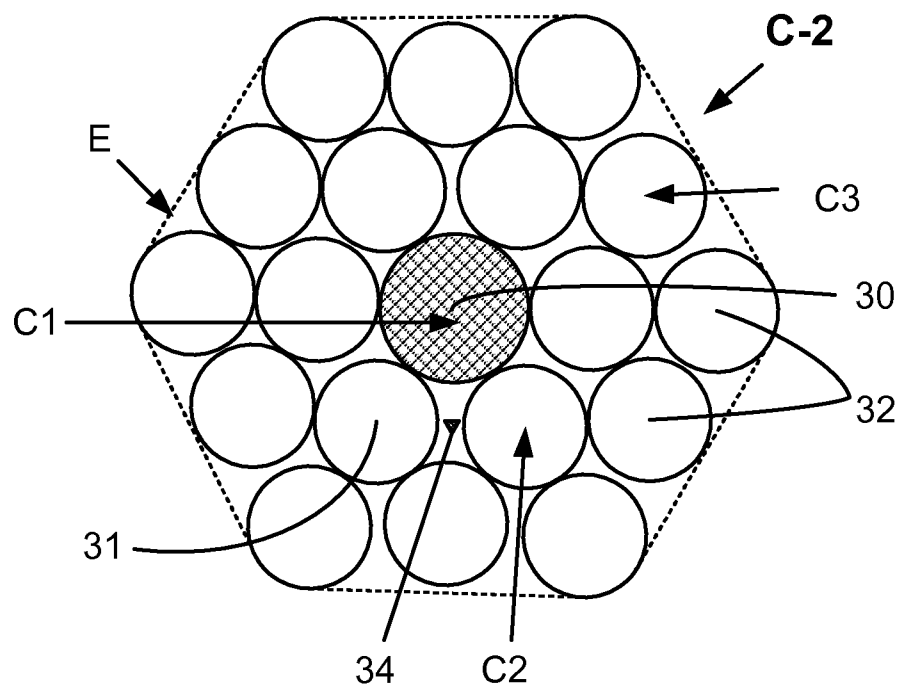
- 20 **20.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, dans lequel les moyens d'équilibrage de torsion comportent au moins un outil choisi parmi les outils dresseurs, retordeurs ou retordeur-dresseurs.

1/2

Fig. 1



2/2

Fig. 2**Fig. 3**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/054063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. D07B1/06 D07B1/16 D07B7/14 D07B5/12 D07B3/08 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 practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2 181 475 A (MARCEL BOURDON PIERRE) 28 November 1939 (1939-11-28) page 1, left-hand column, line 1 - line 4 page 1, right-hand column, line 19 - line 54 page 2, left-hand column, line 42 - right-hand column, line 6 -----	1-20
A	JP 2004 277923 A (FUJI BELLOWS CO LTD; FUJI SHOJI) 7 October 2004 (2004-10-07) * abstract; figures -----	1,17
A	JP 2007 303044 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 22 November 2007 (2007-11-22) * abstract paragraphs [0008], [0011], [0015], [0021]; figures 1,3 ----- -/--	1-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 5 July 2010		Date of mailing of the international search report 12/07/2010
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/EP2010/054063

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 635 597 A1 (BEKAERT SA NV [BE]) 25 January 1995 (1995-01-25) page 2, lines 15,25,26 page 2, line 51 - line 54 page 4, line 22 - line 34; figure 4 -----	1,17
A	EP 0 744 490 B1 (BRIDGESTONE METALPHA CORP [JP] BRIDGESTONE CORP [JP]) 16 July 2003 (2003-07-16) page 3, line 17 - line 19 page 3, line 45 - line 48; figures 10-13 page 10, line 39 - line 54; figure 17 -----	1,17
A	WO 2005/014924 A1 (BEKAERT SA NV [BE]; MEERSSCHAUT DIRK [BE]; VANNESTE STIJN [BE]; CAUWEL) 17 February 2005 (2005-02-17) the whole document -----	1,17
A	WO 2005/071157 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; BARGUET HENRI [FR]; D) 4 August 2005 (2005-08-04) the whole document -----	1,17
A,P	WO 2009/041677 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]; NISHIMURA MITSUHIRO [JP]) 2 April 2009 (2009-04-02) the whole document -----	1-20
A,P	FR 2 925 922 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 3 July 2009 (2009-07-03) figures 3,6 -----	1,17
A,P	FR 2 925 923 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 3 July 2009 (2009-07-03) figures 1,2 -----	1,17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/054063

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2181475	A	28-11-1939	FR 812539 A	12-05-1937
JP 2004277923	A	07-10-2004	JP 4316904 B2	19-08-2009
JP 2007303044	A	22-11-2007	NONE	
EP 0635597	A1	25-01-1995	NONE	
EP 0744490	B1	16-07-2003	DE 69629076 D1	21-08-2003
			DE 69629076 T2	15-04-2004
			EP 0744490 A2	27-11-1996
			ES 2202415 T3	01-04-2004
			US 5806296 A	15-09-1998
WO 2005014924	A1	17-02-2005	AT 393853 T	15-05-2008
			CN 1809664 A	26-07-2006
			DE 602004013445 T2	04-06-2009
			EP 1646749 A1	19-04-2006
			ES 2305790 T3	01-11-2008
			US 2006191619 A1	31-08-2006
WO 2005071157	A1	04-08-2005	AT 373738 T	15-10-2007
			BR PI0418080 A	17-04-2007
			CA 2548969 A1	04-08-2005
			CN 1898435 A	17-01-2007
			DE 602004009102 T2	19-06-2008
			EP 1699973 A1	13-09-2006
			ES 2294566 T3	01-04-2008
			FR 2864556 A1	01-07-2005
			JP 2007517142 T	28-06-2007
			KR 20060131792 A	20-12-2006
			RU 2358052 C2	10-06-2009
			US 2006237110 A1	26-10-2006
WO 2009041677	A1	02-04-2009	JP 2009084711 A	23-04-2009
FR 2925922	A1	03-07-2009	WO 2009083212 A1	09-07-2009
FR 2925923	A1	03-07-2009	WO 2009083213 A1	09-07-2009

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/054063

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. D07B1/06 D07B1/16 D07B7/14 D07B5/12 D07B3/08 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, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2 181 475 A (MARCEL BOURDON PIERRE) 28 novembre 1939 (1939-11-28) page 1, colonne de gauche, ligne 1 - ligne 4 page 1, colonne de droite, ligne 19 - ligne 54 page 2, colonne de gauche, ligne 42 - colonne de droite, ligne 6 -----	1-20
A	JP 2004 277923 A (FUJI BELLOWS CO LTD; FUJI SHOJI) 7 octobre 2004 (2004-10-07) * abrégé; figures -----	1,17
A	JP 2007 303044 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 22 novembre 2007 (2007-11-22) * abrégé alinéas [0008], [0011], [0015], [0021]; figures 1,3 -----	1-20
-/--		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <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 </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
5 juillet 2010	12/07/2010	
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

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/054063

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	EP 0 635 597 A1 (BEKAERT SA NV [BE]) 25 janvier 1995 (1995-01-25) page 2, ligne 15,25,26 page 2, ligne 51 - ligne 54 page 4, ligne 22 - ligne 34; figure 4 -----	1,17
A	EP 0 744 490 B1 (BRIDGESTONE METALPHA CORP [JP] BRIDGESTONE CORP [JP]) 16 juillet 2003 (2003-07-16) page 3, ligne 17 - ligne 19 page 3, ligne 45 - ligne 48; figures 10-13 page 10, ligne 39 - ligne 54; figure 17 -----	1,17
A	WO 2005/014924 A1 (BEKAERT SA NV [BE]; MEERSSCHAUT DIRK [BE]; VANNESTE STIJN [BE]; CAUWEL) 17 février 2005 (2005-02-17) le document en entier -----	1,17
A	WO 2005/071157 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; BARGUET HENRI [FR]; D) 4 août 2005 (2005-08-04) le document en entier -----	1,17
A,P	WO 2009/041677 A1 (BRIDGESTONE CORP [JP]; NISHIMURA MITSUHIRO [JP]) 2 avril 2009 (2009-04-02) le document en entier -----	1-20
A,P	FR 2 925 922 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 3 juillet 2009 (2009-07-03) figures 3,6 -----	1,17
A,P	FR 2 925 923 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 3 juillet 2009 (2009-07-03) figures 1,2 -----	1,17

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/054063

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2181475	A	28-11-1939	FR 812539 A	12-05-1937
JP 2004277923	A	07-10-2004	JP 4316904 B2	19-08-2009
JP 2007303044	A	22-11-2007	AUCUN	
EP 0635597	A1	25-01-1995	AUCUN	
EP 0744490	B1	16-07-2003	DE 69629076 D1	21-08-2003
			DE 69629076 T2	15-04-2004
			EP 0744490 A2	27-11-1996
			ES 2202415 T3	01-04-2004
			US 5806296 A	15-09-1998
WO 2005014924	A1	17-02-2005	AT 393853 T	15-05-2008
			CN 1809664 A	26-07-2006
			DE 602004013445 T2	04-06-2009
			EP 1646749 A1	19-04-2006
			ES 2305790 T3	01-11-2008
			US 2006191619 A1	31-08-2006
WO 2005071157	A1	04-08-2005	AT 373738 T	15-10-2007
			BR PI0418080 A	17-04-2007
			CA 2548969 A1	04-08-2005
			CN 1898435 A	17-01-2007
			DE 602004009102 T2	19-06-2008
			EP 1699973 A1	13-09-2006
			ES 2294566 T3	01-04-2008
			FR 2864556 A1	01-07-2005
			JP 2007517142 T	28-06-2007
			KR 20060131792 A	20-12-2006
			RU 2358052 C2	10-06-2009
			US 2006237110 A1	26-10-2006
WO 2009041677	A1	02-04-2009	JP 2009084711 A	23-04-2009
FR 2925922	A1	03-07-2009	WO 2009083212 A1	09-07-2009
FR 2925923	A1	03-07-2009	WO 2009083213 A1	09-07-2009