

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 03.06.09.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 10.12.10 Bulletin 10/49.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : SOCIETE DE TECHNOLOGIE
MICHELIN Société anonyme — FR et MICHELIN
RECHERCHE ET TECHNIQUE SA — CH.

72 Inventeur(s) : GAUTHIER JACQUES et POTTIER
THIBAUD.

73 Titulaire(s) : SOCIETE DE TECHNOLOGIE MICHE-
LIN Société anonyme, MICHELIN RECHERCHE ET
TECHNIQUE SA.

74 Mandataire(s) : MANUF FSE PNEUMATIQUES
MICHELIN.

54 CABLE A TROIS COUCHES, GOMME IN SITU, POUR ARMATURE CARCASSE DE PNEUMATIQUE.

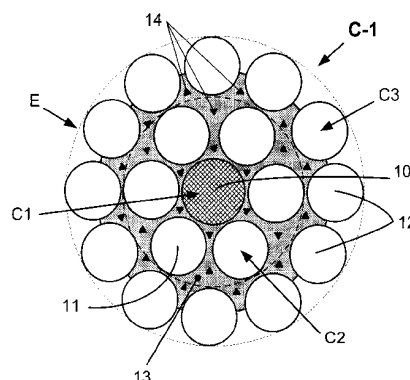
57 Câble métallique (C-1) à trois couches (C1, C2, C3),
gommé in situ, comportant un noyau ou première couche
(10, C1) de diamètre d_1 , autour duquel sont entourés en-
semble en hélice selon un pas P_2 , en une deuxième couche
(C2), N fils (11) de diamètre d_2 , autour desquels sont entourés
ensemble en hélice selon un pas P_3 , en une troisième
couche (C3), P fils (12) de diamètre d_3 , ledit câble étant ca-
ractérisé en ce qu'il présente les caractéristiques suivantes
(d_1 , d_2 , d_3 , P_2 et P_3 étant exprimés en mm):

- $0,08 \leq d_1 \leq 0,50$;
- $0,08 \leq d_2 \leq 0,45$;
- $0,08 \leq d_3 \leq 0,45$;
- $5,1 \pi (d_1 + d_2) < P_2 < P_3 < 4,9 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3)$;

- sur toute longueur de câble de 2 cm, une composition
de caoutchouc dite "gomme de remplissage" (13) est pré-
sente dans chacun des capillaires (14) situés d'une part en-
tre le noyau (C1) et les N fils (11) de la seconde couche
(C2), d'autre part entre les N fils (11) de la seconde couche
(C2) et les P fils (12) de la troisième couche (C3);

- le taux de gomme de remplissage (13) dans le câble
est compris entre 10 et 50 mg par gramme de câble.

Câble multitorons dont au moins un des torons est un
câble métallique (C-1) à trois couches gommé in situ, con-
forme à l'invention.



- 5 La présente invention est relative aux câbles métalliques à trois couches, utilisables notamment pour le renforcement d'articles en caoutchouc, plus particulièrement relative aux câbles métalliques à trois couches du type « gommés in situ », c'est-à-dire gommés de l'intérieur, pendant leur fabrication même, par du caoutchouc à l'état cru.
- 10 Elle se rapporte également à l'utilisation de tels câbles dans des pneumatiques et notamment dans leurs armatures de carcasse, encore appelées « carcasses », plus particulièrement au renforcement des carcasses de pneumatiques pour véhicules industriels.

Un pneumatique radial comporte de manière connue une bande de roulement, deux bourrelets
15 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 monofilaments, généralement du type métalliques dans le cas de pneumatiques pour
20 véhicules industriels.

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 noyau et d'une ou plusieurs couches de fils concentriques disposées autour de ce noyau. Les
25 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 frette externe enroulé en hélice autour de la couche externe.

30 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 adjacentes, et donc de l'usure, ainsi que de la fatigue ; ils doivent donc présenter une haute
35 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 câbles. En effet, si cette pénétration est insuffisante, il se forme alors des canaux ou
40 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
5 (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
10 durée de vie de ces derniers.

Pour pallier les inconvénients ci-dessus, la demande WO 2005/071557 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 diénique recouvre au moins la couche intermédiaire constituée des M fils, le noyau du câble
15 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
20 pneumatiques Poids-lourd et celle de leurs armatures de carcasse en 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.

25 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
30 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.

35 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, 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.

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.

Poursuivant leurs recherches, les Demanderesses ont découvert un câble à trois couches amélioré, obtenu grâce à un procédé de fabrication spécifique, qui permet de pallier les inconvénients précités.

En conséquence, un premier objet de l'invention est un câble métallique à trois couches (C1, C2, C3), gommé in situ, comportant un noyau ou première couche (C1) de diamètre d_1 , autour duquel sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche (C2), N fils de diamètre d_2 , autour desquels sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche (C3), P fils de diamètre d_3 , ledit câble étant caractérisé en ce qu'il présente les caractéristiques suivantes (d_1 , d_2 , d_3 , p_2 et p_3 étant exprimés en mm) :

- $0,08 \leq d_1 \leq 0,50$;
- $0,08 \leq d_2 \leq 0,45$;
- $0,08 \leq d_3 \leq 0,45$;
- $5,1 \pi (d_1 + d_2) < p_2 < p_3 < 4,9 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3)$;
- sur toute longueur de câble de 2 cm, une composition de caoutchouc dite "gomme de remplissage" est présente dans chacun des capillaires situés d'une part entre le noyau (C1) et les N fils de la seconde couche (C2), d'autre part entre les N fils de la seconde couche (C2) et les P fils de la troisième couche (C3) ;
- le taux de gomme de remplissage dans le câble est compris entre 10 et 50 mg par gramme de câble.

En raison de ses pas p_2 et p_3 différents, ce câble à trois couches est du type à couches cylindriques, par opposition aux câbles du type compacts obtenus lorsque les pas p_2 et p_3 sont identiques et qu'en outre les sens de torsion des couches C2 et C3 sont les mêmes.

Ce câble à trois couches de l'invention, comparé aux câbles à trois couches gommés in situ de l'art antérieur, a l'avantage notable de comporter une quantité réduite et maîtrisée de gomme de remplissage, 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 optimale selon son axe.

L'invention concerne également l'utilisation d'un tel câble pour le renforcement d'articles ou de produits semi-finis en caoutchouc, par exemple des nappes, des tuyaux, des courroies, des bandes transporteuses, des pneumatiques.

Le câble de l'invention est tout particulièrement destiné à être utilisé comme élément de renforcement d'une armature de carcasse de pneumatiques de véhicules industriels (porteurs de lourdes charges) choisis parmi camionnettes et véhicules dits "Poids-lourd" c'est-à-dire véhicules métro, bus, engins de transport routier tels que camions, tracteurs, remorques, ou encore véhicules hors-la-route, engins agricoles ou de génie civil, et tout autre type de véhicules de transport ou de manutention.

L'invention concerne en outre ces articles ou produits semi-finis en caoutchouc eux-mêmes lorsqu'ils sont renforcés par un câble conforme à l'invention, en particulier les pneumatiques destinés aux véhicules industriels tels que camionnettes ou Poids-lourd.

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 4 relatives à ces exemples qui schématisent, respectivement :

- en coupe transversale, un câble de construction 1+6+12 conforme à l'invention, gommé in situ (Fig. 1) ;
- en coupe transversale, un câble de construction 1+6+12 conventionnel, non gommé in situ (Fig. 2) ;
- un exemple d'installation de retordage et gommage in situ utilisable pour la fabrication de câbles conformes à l'invention (Fig. 3) ;
- en coupe radiale, une enveloppe de pneumatique Poids-lourd à armature de carcasse radiale, conforme ou non à l'invention dans cette représentation générale (Fig. 4).

I. MESURES ET TESTS

I-1. Mesures dynamométriques

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.

5

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 E_{10} et exprimé en MPa (conditions normales de température et d'hygrométrie selon la norme ASTM D 1349 de 1999).

10

I-2. Test de perméabilité à l'air

15

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.

20

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.

25

Dans le second cas, les câbles bruts doivent être préalablement 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 couches (deux rectangles de 80 x 200 mm) d'une composition de caoutchouc à l'état cru, chaque couche 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.

35

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) (pce signifiant parties en poids pour cent parties d'élastomère) ; 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 ; l'étanchéité du joint étanche lui-même est contrôlée préalablement à l'aide d'une éprouvette de caoutchouc pleine, c'est-à-dire sans câble.

Le débit d'air moyen mesuré (moyenne sur les 10 éprouvettes) est d'autant plus faible que l'imperméabilité longitudinale du câble est élevée. La mesure étant faite avec une précision de $\pm 0,2$ cm³/min, les valeurs mesurées inférieures ou égales à 0,2 cm³/min sont considérées comme nulles ; elles correspondent à un câble qui peut être qualifié d'étanche (totalement étanche) à l'air selon son axe (i.e., dans sa direction longitudinale).

20 I-3. 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 ce 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 (milligramme) de gomme de remplissage par g (gramme) de câble initial, et moyenné sur 10 mesures (c'est-à-dire sur 10 mètres de câble au total).

5

II. DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

10 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
15 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).

II-1. Câble de l'invention

20 Le câble métallique de l'invention comporte donc trois couches concentriques :

- une première couche (C1) de diamètre d_1 ;
- une deuxième couche (C2) comportant N fils de diamètre d_2 enroulés ensemble en hélice, selon un pas p_2 , autour de la première couche ;
- 25 - une troisième couche (C3) comportant P fils de diamètre d_3 enroulés ensemble en hélice, selon un pas p_3 , autour de la deuxième couche.

De manière connue, la première couche est aussi appelée le noyau du câble, alors que la première et la deuxième couches assemblées constituent ce que l'on a coutume d'appeler
30 l'âme du câble.

Ce câble de l'invention présente en outre les caractéristiques essentielles suivantes (d_1 , d_2 , d_3 , p_2 et p_3 étant exprimés en mm) :

- 35 - $0,08 \leq d_1 \leq 0,50$;
- $0,08 \leq d_2 \leq 0,45$;
- $0,08 \leq d_3 \leq 0,45$;
- $5,1 \pi (d_1 + d_2) < p_2 < p_3 < 4,9 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3)$;
- pour toute longueur de câble de 2 cm, une composition de caoutchouc dite "gomme de remplissage" est présente dans chacun des capillaires situés d'une part entre le
40

noyau (C1) et les N fils de la seconde couche (C2), d'autre part entre les N fils de la seconde couche (C2) et les P fils de la troisième couche (C3) ;

- le taux de gomme de remplissage dans le câble est compris entre 10 et 50 mg par gramme de câble.

5

Ce câble de l'invention peut être qualifié de câble gommé in situ : chacun des capillaires ou interstices vides 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 toute longueur de câble de 2 cm, chaque

10

capillaire comporte au moins un bouchon de gomme.

Le câble de l'invention a pour autre caractéristique essentielle que son taux de gomme de remplissage est compris entre 10 et 50 mg de gomme par g de câble. En dessous du minimum indiqué, il n'est pas possible de garantir que, pour toute longueur de câble d'au moins 2cm, la

15

gomme de remplissage soit bien présente, au moins en partie, dans chacun des interstices du câble, tandis qu'au-delà du maximum indiqué, on s'expose aux différents problèmes précédemment décrits dus au débordement de la gomme de remplissage à la périphérie du câble. Pour toutes ces raisons, on préfère que le taux de gomme de remplissage soit compris entre 15 et 50 mg, plus préférentiellement entre 20 et 45 mg par g de câble.

20

Un tel taux de gomme de remplissage et son contrôle dans les limites indiquées ci-dessus n'est rendu possible que grâce à la mise en œuvre d'un procédé de retordage-gommage spécifique, adapté à la géométrie du câble, qui sera exposé en détail ultérieurement.

25

La mise en œuvre de ce procédé spécifique, tout en permettant l'obtention d'un câble dont la quantité de gomme de remplissage est maîtrisée, garantit la présence de cloisons internes (continues ou discontinues dans l'axe du câble) ou bouchons de gomme dans le câble de l'invention, ceci en un nombre suffisant ; ainsi, le câble de l'invention devient étanche à la propagation, le long du câble, de tout fluide corrosif tel que l'eau ou l'oxygène de l'air,

30

supprimant ainsi l'effet de mèche décrit en introduction du présent mémoire.

Ainsi, la caractéristique suivante est préférentiellement vérifiée : sur toute longueur de câble de 2 cm, le câble est étanche ou pratiquement étanche à l'air dans la direction longitudinale. En d'autres termes, chaque capillaire (ou cavité) du câble comporte au moins un bouchon (ou

35

cloison interne) de gomme de remplissage sur cette longueur de 2 cm, de telle manière que ledit câble (une fois enrobé de l'extérieur par un polymère tel que du caoutchouc) est étanche ou pratiquement étanche à l'air dans sa direction longitudinale.

Au test de perméabilité à l'air décrit au paragraphe I-2, un câble dit "étanche à l'air" dans la

40

direction longitudinale est caractérisé par un débit d'air moyen inférieur ou au plus égal à

0,2 cm³/min tandis qu'un câble dit "pratiquement étanche à l'air" dans la direction longitudinale est caractérisé par un débit d'air moyen inférieur à 2 cm³/min, de préférence inférieur à 1 cm³/min.

- 5 Le noyau (C1) du câble de l'invention est préférentiellement constitué d'un seul fil unitaire ou au plus de 2 fils, ces derniers pouvant être par exemple parallèles ou bien retordus ensemble. Toutefois, plus préférentiellement, le noyau (C1) du câble de l'invention est constitué d'un seul fil unitaire. Quant à la couche C2, elle comporte préférentiellement 5 à 7 fils (soit N égal à 5, 6 ou 7).

10

Pour un compromis optimisé entre résistance, faisabilité, rigidité et endurance en flexion du câble, on préfère que les diamètres des fils des couches C1, C2 et C3, que ces fils aient un diamètre identique ou non d'une couche à l'autre, vérifient les relations suivantes (d_1 , d_2 , d_3 étant exprimés en mm):

15

- $0,10 \leq d_1 \leq 0,40$;
- $0,10 \leq d_2 \leq 0,35$;
- $0,10 \leq d_3 \leq 0,35$.

- 20 Plus préférentiellement encore, les relations suivantes sont vérifiées :

- $0,10 \leq d_1 \leq 0,35$;
- $0,10 \leq d_2 \leq 0,30$;
- $0,10 \leq d_3 \leq 0,30$.

25

Selon un autre mode de réalisation particulier, les caractéristiques suivantes sont vérifiées :

- pour $N = 5$: $0,6 < (d_1 / d_2) < 0,9$;
- pour $N = 6$: $0,9 < (d_1 / d_2) < 1,3$;
- 30 - pour $N = 7$: $1,3 < (d_1 / d_2) < 1,6$.

Les fils des couches C2 et C3 peuvent avoir un diamètre identique ou différent d'une couche à l'autre ; on utilise de préférence des fils de même diamètre d'une couche à l'autre (soit $d_2 = d_3$), ce qui simplifie notamment la fabrication et réduit le coût des câbles.

35

De préférence, on a la relation suivante qui est vérifiée:

$$5,2 \pi (d_1 + d_2) < p_2 < p_3 < 4,8 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3).$$

On rappelle ici que de 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.

- 5 Les pas p_2 et p_3 sont choisis plus préférentiellement dans un domaine de 5 à 30 mm, plus préférentiellement encore dans un domaine de 5 à 20 mm, en particulier lorsque $d_2 = d_3$.

Une caractéristique essentielle du câble de l'invention est que le pas p_2 de la couche est inférieur au pas p_3 . De manière bien connue de l'homme du métier, on obtient ainsi un câble
10 dit du type à couches cylindriques, par opposition aux câbles du type compacts obtenus lorsque à la fois pas p_2 et p_3 et les sens de torsion sont identiques d'une couche à l'autre. En décalant ainsi les pas et donc les angles de contact entre les fils de la couche C2 d'une part, et ceux de la couche C3 d'autre part, on augmente le volume des canaux ou capillaires entre ces deux couches et on optimise encore ses performances en fatigue-fretting.

15 C'est par exemple le cas des câbles à couches tels que schématisés à la figure 1, dans lesquels les deux couches C2 et C3 peuvent être enroulées préférentiellement dans le même sens de torsion (soit S/S ou Z/Z, selon une nomenclature reconnue) voire dans des sens de torsion opposés (soit S/Z ou Z/S). Dans de tels câbles à couches cylindriques, la compacité est telle
20 que les couches de fils sont bien visibles avec un contour (E) qui est essentiellement cylindrique (symbolisé par un cercle en pointillés), comme illustré à la figure 1 (câble 1+6+12 conforme à l'invention) ou à la figure 2 (câble 1+6+12 témoin, c'est-à-dire non gommé in situ).

- 25 De préférence, la troisième couche ou couche externe C3 est 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_2 , $P_{\max}$ représentant le nombre maximal de fils enroulables en une couche autour de la deuxième couche C2. Cette construction a pour avantage notable de limiter encore le risque de débordement de gomme de remplissage à sa
30 périphérie et d'offrir, pour un diamètre donné du câble, une résistance plus élevée.

Ainsi, le nombre P de fils 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,
35 afin de conserver préférentiellement la couche externe dans un état saturé.

Selon un mode plus préférentiel, la couche C3 comporte de 10 à 14 fils ; sont particulièrement sélectionnés parmi les câbles ci-dessus ceux constitués de fils ayant sensiblement le même diamètre de la couche C2 à la couche C3 (soit $d_2 = d_3$).

Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel, la première couche comporte un seul fil, la deuxième couche (C2) comporte 6 fils (N égal à 6) et la troisième 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.

5

Préférentiellement, les deux couches C2 et C3 sont enroulées 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"). L'enroulement dans le même sens de ces couches permet avantageusement de minimiser les frottements entre ces deux couches et donc l'usure des fils qui les constituent..

10

La construction du câble de l'invention permet de manière avantageuse la suppression du fil de frette, grâce à une meilleure pénétration du caoutchouc dans sa structure et à l'auto-fretage qui en résulte.

15 Par câble métallique, on entend par définition dans la présente demande un câble formé de fils 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
20 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 acier inoxydable, ou d'autres alliages.

Lorsqu'un acier au carbone est utilisé, sa teneur en carbone (% en poids d'acier) est de
25 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 tréfiler. Un autre mode avantageux de réalisation de l'invention peut consister aussi, selon les applications visées, à
30 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.

Le métal ou l'acier utilisé, qu'il s'agisse en particulier d'un acier au carbone ou d'un acier inoxydable, peut être lui-même revêtu d'une couche métallique améliorant par exemple les
35 propriétés de mise en œuvre du câble métallique et/ou de ses éléments constitutifs, ou les propriétés d'usage du câble et/ou du pneumatique eux-mêmes, telles que les propriétés d'adhésion, de résistance à la corrosion ou encore de résistance au vieillissement. Selon un mode de réalisation préférentiel, l'acier utilisé est recouvert d'une couche de laiton (alliage Zn-Cu) ou de zinc ; on rappelle que lors du procédé de fabrication des fils, le revêtement de
40 laiton ou de zinc facilite le tréfilage du fil, ainsi que le collage du fil avec le caoutchouc. Mais

les fils pourraient être recouverts d'une fine couche métallique autre que du laiton ou du zinc, ayant par exemple pour fonction d'améliorer la résistance à la corrosion de ces fils et/ou leur adhésion au caoutchouc, par exemple une fine couche de Co, Ni, Al, d'un alliage de deux ou plus des composés Cu, Zn, Al, Ni, Co, Sn.

5

Les câbles de l'invention sont préférentiellement en acier au carbone et possèdent une résistance en traction (R_m) de préférence supérieure à 2500 MPa, plus préférentiellement supérieure à 3000 MPa. L'allongement total à la rupture (A_t) du câble, somme de ses allongements structural, élastique et plastique, est de préférence supérieur à 2,0%, plus

10

préférentiellement au moins égal à 2,5%.

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

15

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

20

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).

25

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

30

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.

35

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 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, cette composition de caoutchouc peut être qualifiée d'infusible, du fait qu'elle ne peut pas être fondue par chauffage à quelque
5 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. A ce système de vulcanisation de base peuvent s'ajouter divers activateurs de vulcanisation connus. Le soufre est utilisé à un taux préférentiel compris
10 entre 0,5 et 10 pce, plus préférentiellement compris entre 1 et 8 pce, l'accélérateur de vulcanisation, par exemple un sulfénamide, est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5 et 10 pce, plus préférentiellement compris entre 0,5 et 5,0 pce.

La gomme de remplissage peut comporter également, outre ledit système de réticulation, tout
15 ou partie des additifs habituellement utilisés dans les matrices de caoutchouc destinées à la fabrication de pneumatiques, tels que par exemple des charges renforçantes comme le noir de carbone ou des charges inorganiques comme la silice, des agents de couplage, des agents anti-vieillessement, des antioxydants, des agents plastifiants ou des huiles d'extension, que ces
20 derniers soient de nature aromatique ou non-aromatique, notamment des huiles très faiblement ou non aromatiques, par exemple du type naphthéniques ou paraffiniques, à haute ou de préférence à basse viscosité, des huiles MES ou TDAE, des résines plastifiantes à haute Tg supérieure à 30°C, des agents facilitant la mise en œuvre (processabilité) des compositions à l'état cru, des résines tackifiantes, des agents antiréversion, des accepteurs et
25 donneurs de méthylène tels que par exemple HMT (hexaméthylènetétramine) ou H3M (hexaméthoxyméthylmélamine), des résines renforçantes (tels que résorcinol ou bismaléimide), des systèmes promoteurs d'adhésion connus du type sels métalliques par exemple, notamment sels de cobalt ou de nickel.

Le taux de charge renforçante, par exemple du noir de carbone ou une charge inorganique
30 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,
35 N330, N347, N375, N683, N772). Comme charges inorganiques renforçantes conviennent notamment des charges minérales du type silice (SiO₂), notamment les silice précipitées ou pyrogénées présentant une surface BET inférieure à 450 m²/g, de préférence de 30 à 400 m²/g.

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 d'élasticité) souhaités, et adapter la formulation à l'application spécifique envisagée.

- 5 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 de l'invention est destiné à renforcer ; ainsi, il n'y a aucun problème de compatibilité entre les matériaux respectifs de la gomme de remplissage et de ladite matrice de caoutchouc.
- 10 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 de l'invention est destiné à renforcer. On pourra notamment ajuster la formulation de la gomme de remplissage 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 ou de
15 nickel, 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 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.
- 20 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 préférentiellement entre 3 et 20 MPa, en particulier compris dans un domaine de 3 à 15 MPa.

L'invention concerne bien entendu le câble précédemment décrit tant à l'état cru (sa gomme de remplissage étant alors non vulcanisée) qu'à l'état cuit (sa gomme de remplissage étant alors vulcanisée). On préfère toutefois utiliser le câble de l'invention avec une gomme de remplissage à l'état cru jusqu'à son incorporation ultérieure dans le produit semi-fini ou produit fini tel que pneumatique auquel il est destiné, de manière à favoriser la liaison au cours de la vulcanisation finale entre la gomme de remplissage et la matrice de caoutchouc
30 environnante (par exemple la gomme de calandrage).

La figure 1 schématise, en coupe perpendiculaire à l'axe du câble (supposé rectiligne et au repos), un exemple d'un câble préférentiel 1+6+12 conforme à l'invention.

- 35 Ce câble (noté C-1) est du type à couches cylindriques, c'est-à-dire que ses deuxième et troisième couches (C2 et C3) sont enroulées à un pas différent ($p_2 < p_3$), préférentiellement dans le même sens (S/S ou Z/Z). Ce type de construction a pour conséquence que les fils (11, 12) de ces deuxième et troisième couches (C2, C3) forment autour du noyau (10) ou première couche (C1) deux couches sensiblement concentriques qui ont chacune un contour (E)
40 (représenté en pointillés) qui est sensiblement cylindrique.

La gomme de remplissage (13) remplit chaque capillaire (14) (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 sont
5 naturellement formés soit par le fil noyau (10) et les fils (11) de la deuxième couche (C2) qui l'entourent, soit par deux fils (11) de la deuxième couche (C2) et un fil (13) de la troisième couche (C3) qui leur est immédiatement adjacent, soit encore par chaque fil (11) de la deuxième couche (C2) et les deux fils (12) de la troisième couche (C3) qui lui sont immédiatement adjacents ; au total, 24 capillaires ou interstices (14) sont ainsi présents dans
10 ce câble 1+6+12.

Selon un mode de réalisation préférentiel, dans le câble conforme à l'invention, la gomme de remplissage s'étend d'une manière continue autour de la deuxième couche (C2) qu'elle recouvre.

15 Pour comparaison, la figure 2 rappelle la coupe d'un câble 1+6+12 (noté C-2) conventionnel (i.e., non gommé in situ), également du type à couches cylindriques. L'absence de gomme de remplissage fait que pratiquement tous les fils (20, 21, 22) sont au contact l'un de l'autre, ce qui conduit à une structure plus compacte, plus difficilement pénétrable de l'extérieur par du caoutchouc.

Le câble de l'invention pourrait être pourvu d'une frette externe, constituée par exemple d'un fil unique, métallique ou non, enroulé en hélice autour du câble selon un pas plus court que celui de la couche externe (C3), et un sens d'enroulement opposé ou identique à celui de cette
25 couche externe. Cependant, grâce à sa structure spécifique, le câble de l'invention, déjà auto-fretté, ne nécessite généralement pas l'emploi d'un fil de frette externe, ce qui résout avantageusement les problèmes d'usure entre la frette et les fils de la couche la plus externe du câble.

30 Toutefois, si un fil de frette est utilisé, dans le cas général où les fils de la couche externe sont en acier au carbone, on pourra alors avantageusement choisir un fil de frette en acier inoxydable afin de réduire l'usure par fretting de ces fils en acier au carbone au contact de la frette en acier inoxydable, comme enseigné par exemple dans la demande WO-A-98/41682, le fil en acier inoxydable pouvant être éventuellement remplacé, de manière équivalente, par
35 un fil composite dont seule la peau est en acier inoxydable et le cœur en acier au carbone, tel que décrit par exemple dans le document EP-A-976 541. On peut également utiliser une frette constituée d'un polyester ou d'un polyester-amide aromatique thermotrope, telle que décrite dans la demande WO-A-03/048447.

40 II-2. Fabrication du câble de l'invention

Le câble de l'invention précédemment décrit peut être fabriqué selon un procédé comportant les quatre étapes suivantes (opérées ou non en ligne) :

- 5 - tout d'abord, une étape d'assemblage par retordage des N fils autour du noyau (C1), pour formation en un point dit « point d'assemblage » d'un câble intermédiaire (C1+C2) dit « toron d'âme » (notamment de construction 1+N lorsque le noyau est constitué d'un seul fil) ;
- puis, en aval du point d'assemblage, une étape de gainage du toron d'âme (C1+C2) par la gomme de remplissage à l'état cru (c'est-à-dire non réticulée) ;
- 10 - suivie d'une étape d'assemblage par retordage des P fils autour du toron d'âme ainsi gainé ;
- puis d'une étape d'équilibrage final des torsions.

15 On rappelle ici 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
- 20 une torsion individuelle autour de leur propre axe, ce qui génère un couple de détorsion sur chacun des fils.

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

25 de la troisième couche ou couche externe (C3) autour de la deuxième couche (C2).

Au cours de la première étape, les N fils de la deuxième couche (C2) sont retordus ensemble (direction S ou Z) autour du noyau (C1) pour formation 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

30 grille de répartition, couplée ou non à un grain d'assemblage, destinés à faire converger autour du noyau les N fils en un point de torsion commun (ou point d'assemblage).

Le toron d'âme (C1+C2) ainsi formé est ensuite gainé de gomme de remplissage à l'état cru, apportée par une vis d'extrusion à une température appropriée. La gomme de remplissage

35 peut être ainsi délivrée en un point fixe, unique et de faible encombrement, au moyen d'une tête d'extrusion unique.

Ce procédé a l'avantage de rendre possible l'opération complète de retordage initial, gommage et retordage final en ligne et en une seule étape, tout ceci à haute vitesse. Le

40 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, notamment supérieure à 100 m/min.

5 Mais le câble de l'invention peut être également fabriqué en plusieurs opérations distinctes, conduites séparément dans le temps. Le câble intermédiaire ou toron d'âme (C1+C2) peut être notamment fabriqué séparément lors de la première étape d'assemblage, puis stocké sur bobine avant d'être soumis aux autres opérations successives de gainage du toron d'âme, d'assemblage par retordage des P fils de la troisième couche autour du toron gainé, et enfin d'équilibrage final des torsions.

10 En aval du point d'assemblage (et donc, notamment, en amont de la tête d'extrusion), la contrainte de tension exercée sur le toron d'âme est de préférence comprise entre 10 et 25% de sa force à la rupture.

15 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 câble, reliés à l'extrudeuse. 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.

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 Ainsi, la quantité de gomme de remplissage délivrée par la tête d'extrusion peut être ajustée aisément de telle manière que, dans le câble final, cette quantité soit comprise entre 10 et 50 mg, de préférence entre 15 et 50 mg, plus préférentiellement entre 20 et 45 mg par g de câble.

30 Typiquement, en sortie de la tête d'extrusion, l'âme du câble ou toron d'âme (C1+C2), en tout point de sa périphérie, est recouverte d'une épaisseur minimale de gomme de remplissage qui est préférentiellement supérieure à 5 µm, plus préférentiellement supérieure à 10 µm, notamment comprise entre 10 et 80 µm.

35 En sortie de l'étape de gainage qui précède, au cours d'une troisième étape, 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. Au cours du retordage, les P fils viennent s'appuyer sur la gomme de remplissage, s'incruster dans cette dernière. La
40 gomme de remplissage, en se déplaçant sous la pression exercée par ces P fils externes, a

alors naturellement tendance à remplir, au moins en partie, chacun des interstices ou cavités laissés vides par les fils, entre le toron d'âme (C1+C2) et la couche externe (C3).

5 A ce stade, le câble de l'invention n'est pas terminé : les capillaires présents à l'intérieur de l'âme, délimités par le noyau (C1) et les N fils de la deuxième couche (C2), ne sont pas encore remplis de gomme de remplissage, en tout cas de manière insuffisante pour l'obtention d'un câble ayant une imperméabilité à l'air qui soit optimale.

10 L'étape essentielle qui suit consiste à faire passer le câble 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, dans la deuxième couche interne (C2) comme dans la troisième couche externe (C3).

15 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.

20 On suppose a posteriori que, lors du passage à travers cet outil d'équilibrage, la torsion s'exerçant sur les N fils de la deuxième couche (C2) est suffisante pour forcer, pour entraîner la gomme de remplissage à l'état cru (i.e., non réticulée, non cuite), encore chaude et relativement fluide de l'extérieur vers le noyau du câble, à l'intérieur même des capillaires formés par le noyau (C1) et les N fils de la deuxième couche (C2), offrant finalement au câble de l'invention l'excellente propriété d'imperméabilité à l'air qui le caractérise. La
25 fonction de dressage, apportée par l'utilisation d'un outil dresseur, aurait en outre pour avantage que le contact des galets du dresseur avec les fils de la troisième couche (C3) va exercer une pression supplémentaire sur la gomme de remplissage favorisant encore sa pénétration dans les capillaires présents entre les deuxième couche (C2) et la troisième couche (C3) du câble de l'invention.

30 En d'autres termes, le procédé décrit ci-dessus exploite la torsion des fils au stade final de fabrication du câble, pour répartir naturellement, de manière homogène, la gomme de remplissage à l'intérieur du câble, tout en contrôlant parfaitement la quantité de gomme de remplissage fournie.

35 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 du noyau (C1), tout en contrôlant et en optimisant la quantité de gomme de remplissage délivrée grâce à l'emploi
40 d'une tête d'extrusion unique.

Après cette étape ultime d'équilibrage de la torsion, la fabrication du câble de l'invention est terminée. Préférentiellement, dans ce câble terminé, l'épaisseur de gomme de remplissage entre deux fils adjacents du câble, quels qu'ils soient, varie de 1 à 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 pneumatique.

Le procédé précédemment décrit 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 l'invention et une bobine de câble conventionnel non gommé in situ.

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

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

On voit sur la figure 3 un exemple de dispositif (30) d'assemblage par retordage, du type à alimentation tournante et à réception tournante, utilisable pour la fabrication d'un câble conforme à l'invention ($p_2 < p_3$; même sens de torsion des couches C2 et C3). Dans ce dispositif (30), des moyens d'alimentation (310) délivrent, autour d'un fil noyau unique (C1), N fils (31) à travers une grille (32) de répartition (répartiteur axisymétrique), couplée ou non à un grain d'assemblage (33), au-delà de laquelle convergent les N (par exemple six) fils de la deuxième couche en un point d'assemblage (34), pour formation du toron d'âme (C1+C2) de construction 1+N (par exemple 1+6).

- Le toron d'âme (C1+C2), une fois formé, traverse ensuite une zone de gainage consistant par exemple en une tête d'extrusion unique (35). La distance entre le point de convergence (34) et le point de gainage (35) est par exemple comprise entre 50 cm et 1 m. Autour du toron d'âme ainsi gommé (36) et progressant dans le sens de la flèche, sont ensuite assemblés par retordage les P fils (37) de la couche externe (C3), par exemple au nombre de douze, délivrés par des moyens d'alimentation (370). Le câble final (C1+C2+C3) ainsi formé est finalement collecté sur la réception tournante (39), après traversée des moyens d'équilibrage de torsion (38) consistant par exemple en un dresseur ou un retordeur-dresseur.
- Comme indiqué précédemment, le toron d'âme (C1+C2) de construction 1+N (par exemple 1+6) pourrait être aussi préparé séparément et envoyé directement à l'entrée de la zone de gainage (35). Une autre variante possible, également non illustrée à la figure 3, serait de gommer préalablement le fil noyau unique (C1) avec de la gomme de remplissage en une quantité suffisante, en passant ce fil noyau à travers la zone de gainage (35), puis d'assembler par retordage les N fils (31) autour de la première couche (C1) ainsi préalablement gainée. Le toron d'âme (C1+C2) ainsi obtenu pourrait être lui-même gainé avant mise en place par retordage de la troisième couche (C3).

II-3. Utilisation du câble en armature carcasse de pneumatique

20

Comme expliqué en introduction du présent mémoire, le câble de l'invention est particulièrement destiné à une armature de carcasse de pneumatique pour véhicule industriel.

25

A titre d'exemple, la figure 4 représente de manière très schématique une coupe radiale d'un pneumatique à armature de carcasse métallique pouvant être conforme ou non à l'invention, dans cette représentation générale. Ce pneumatique 1 comporte un sommet 2 renforcé par une armature de sommet ou ceinture 6, deux flancs 3 et deux bourrelets 4, chacun de ces bourrelets 4 étant renforcé avec une tringle 5. Le sommet 2 est surmonté d'une bande de roulement non représentée sur cette figure schématique. Une armature de carcasse 7 est enroulée autour des deux tringles 5 dans chaque bourrelet 4, le retournement 8 de cette armature 7 étant par exemple disposé vers l'extérieur du pneumatique 1 qui est ici représenté monté sur sa jante 9. L'armature de carcasse 7 est de manière connue en soi constituée d'au moins une nappe renforcée par des câbles métalliques dits "radiaux", c'est-à-dire que ces câbles sont disposés pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent d'un bourrelet à l'autre de manière à former un angle compris entre 80° et 90° avec le plan circonférentiel médian (plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique qui est situé à mi-distance des deux bourrelets 4 et passe par le milieu de l'armature de sommet 6).

40

Le pneumatique conforme à l'invention est caractérisé en ce que son armature de carcasse 7 comporte au moins, à titre d'élément de renforcement d'au moins une nappe de carcasse, un

câble métallique conforme à l'invention. Bien entendu, ce pneumatique 1 comporte en outre de manière connue une couche de gomme ou élastomère intérieure (communément appelée "gomme intérieure") qui définit la face radialement interne du pneumatique et qui est destinée à protéger la nappe de carcasse de la diffusion d'air provenant de l'espace intérieur au pneumatique.

Dans cette nappe d'armature de carcasse, la densité des câbles conformes à l'invention est de préférence comprise entre 30 et 160 câbles par dm (décimètre) de nappe de carcasse, plus préférentiellement entre 50 et 100 câbles par dm de nappe, la distance entre deux câbles adjacents, d'axe en axe, étant de préférence comprise entre 0,6 et 3,5 mm, plus préférentiellement comprise entre 1,25 et 2,2 mm.

Les câbles conformes à l'invention sont de préférence disposés de telle manière que la largeur (notée L_c) du pont de caoutchouc, entre deux câbles adjacents, est comprise entre 0,25 et 1,5 mm. Cette largeur L_c représente de manière connue la différence entre le pas de calandrage (pas de pose du câble dans le tissu de caoutchouc) et le diamètre du câble. En dessous de la valeur minimale indiquée, le pont de caoutchouc, trop étroit, risque de se dégrader mécaniquement lors du travail de la nappe, notamment au cours des déformations subies dans son propre plan par extension ou cisaillement. Au-delà du maximum indiqué, on s'expose à des risques d'apparition de défauts d'aspect sur les flancs des pneumatiques ou de pénétration d'objets, par perforation, entre les câbles. Plus préférentiellement, pour ces mêmes raisons, la largeur L_c est choisie comprise entre 0,35 et 1,25 mm.

De préférence, la composition de caoutchouc utilisée pour le tissu de la nappe d'armature de carcasse présente, à l'état vulcanisé (i.e., après cuisson), un module sécant en extension E_{10} qui est compris entre 2 et 25 MPa, plus préférentiellement entre 3 et 20 MPa, notamment dans un domaine de 3 à 15 MPa.

III. EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

Les essais qui suivent démontrent la capacité 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.

III-1. Fabrication des câbles

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.

- 5 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
- 10 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
- 15 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 suivantes :

20

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.

25

Tableau 2

Câble	p ₂ (mm)	p ₃ (mm)	Fm (daN)	Rm (MPa)	At (%)
C-1	7	10	125	2650	2,4

- Le câble de l'invention 1+6+12 (C-1), 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
- 30 ont été enroulés en deux couches concentriques dans la même direction de torsion (S/S). Le taux de gomme de remplissage, mesuré selon la méthode indiquée précédemment au paragraphe I-3, est égal à environ 30 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 3. 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), naphtéate de cobalt (1 pce) ; le module E10 de la composition est de 6 MPa environ. Cette composition a été extrudée à une température de 65°C environ à travers une filière de calibrage de 0,580 mm.

15 III-2. Tests de perméabilité à l'air

Les câbles C-1 de l'invention ont été soumis au test de perméabilité à l'air décrit au paragraphe I-2, 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 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 de l'invention, 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.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation précédemment décrits.

5

C'est ainsi par exemple que le noyau (C1) des câbles de l'invention pourrait être constituée d'un fil à section non circulaire, par exemple déformé plastiquement, notamment un fil de section sensiblement ovale ou polygonale, par exemple triangulaire, carrée ou encore rectangulaire ; le noyau pourrait aussi être constitué d'un fil préformé, de section circulaire ou
10 non, par exemple un fil ondulé, vrillé, tordu en forme d'hélice ou en zig-zag. Dans de tels cas, il faut bien sûr comprendre que le diamètre d_1 du noyau (C1) représente le diamètre du cylindre de révolution imaginaire qui entoure le fil central (diamètre d'encombrement), et non plus le diamètre (ou toute autre taille transversale, si sa section n'est pas circulaire) du fil central lui-même.

15

Pour des raisons de faisabilité industrielle, de coût et de performance globale, on préfère toutefois mettre en œuvre l'invention avec un seul fil central (couche C1) linéaire conventionnel, de section circulaire.

20 D'autre part, le fil central étant moins sollicité lors de l'opération de câblage que les autres fils, compte tenu de sa position dans le câble, il n'est pas nécessaire pour ce fil d'employer par exemple des compositions d'acier offrant une ductilité en torsion élevée ; on pourra avantageusement utiliser tout type d'acier, par exemple un acier inoxydable.

25 En outre, un (au moins un) fil linéaire d'une des deux autres couches (C2 et/ou C3) pourrait lui aussi être remplacé par un fil préformé ou déformé, ou plus généralement par un fil de section différente de celle des autres fils de diamètre d_2 et/ou d_3 , de manière par exemple à améliorer encore la pénétrabilité du câble par le caoutchouc ou toute autre matière, le diamètre d'encombrement de ce fil de remplacement pouvant être inférieur, égal ou supérieur
30 au diamètre (d_2 et/ou d_3) des autres fils constitutifs de la couche (C2 et/ou C3) concernée.

Sans que l'esprit de l'invention soit modifié, une partie des fils constituant le câble conforme à l'invention pourrait être remplacé par des fils autres que des fils en acier, métalliques ou non, notamment des fils en matière minérale ou organique à haute résistance mécanique, par
35 exemple des monofilaments en polymères organiques cristaux liquides.

L'invention concerne également tout câble d'acier multi-torons ("*multi-strand rope*") dont la structure incorpore au moins, en tant que toron élémentaire, un câble à couches conforme à l'invention.

40

A titre d'exemples de câbles multi-torons conformes à l'invention, utilisables par exemple dans des pneumatiques pour véhicules industriels du type génie civil, notamment dans leur armature carcasse ou sommet, on peut citer des câbles multi-torons à deux couches de construction générale connue en soi, par exemple :

- 5
- (1+6) x (1+N+P) formé au total de sept torons élémentaires, un au centre et les six autres câblés autour du centre ;
 - (2+7) x (1+N+P) formé au total de neuf torons élémentaires, deux au centre et les sept autres câblés autour du centre ;
 - 10 - (2+8) x (1+N+P) formé au total de dix torons élémentaires, deux au centre et les huit autres câblés autour du centre ;
 - (3+8) x (1+N+P) formé au total de onze torons élémentaires, trois au centre et les huit autres câblés autour du centre ;
 - (3+9) x (1+N+P) formé au total de douze torons élémentaires, trois au centre et les
 - 15 neuf autres câblés autour du centre,

mais dans lesquels chaque toron élémentaire (ou tout au moins, au moins une partie d'entre eux) est constitué par un câble à trois couches 1+N+P, notamment 1+6+11 ou 1+6+12, qui est conforme à l'invention.

20

De tels câbles d'acier multi-torons, notamment du type (1+6)x(1+6+11), (2+7)x(1+6+11), (2+8)x(1+6+11), (3+8)x(1+6+11), (3+9)x(1+6+11), (1+6)x(1+6+12), (2+7)x(1+6+12), (2+8)x(1+6+12), (3+8)x(1+6+12) ou (3+9)x(1+6+12), pourraient être eux-mêmes gommés in situ lors de leur fabrication, c'est-à-dire que dans ce cas le toron central est lui-même, ou les

25 torons du centre s'ils sont plusieurs sont eux-mêmes, gainé(s) par de la gomme de remplissage non vulcanisée pendant leur fabrication, avant mise en place par câblage des torons périphériques formant la couche externe.

REVENDICATIONS

5 1. Câble métallique à trois couches (C1, C2, C3), gommé in situ, comportant un noyau ou première couche (C1) de diamètre d_1 , autour duquel sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_2 , en une deuxième couche (C2), N fils de diamètre d_2 , autour desquels sont entourés ensemble en hélice selon un pas p_3 , en une troisième couche (C3), P fils de diamètre d_3 , ledit câble étant caractérisé en ce qu'il présente les caractéristiques suivantes (d_1 , d_2 , d_3 , p_2 et p_3 étant exprimés en mm) :

- $0,08 \leq d_1 \leq 0,50$;
- $0,08 \leq d_2 \leq 0,45$;
- $0,08 \leq d_3 \leq 0,45$;
- 15 - $5,1 \pi (d_1 + d_2) < p_2 < p_3 < 4,9 \pi (d_1 + 2d_2 + d_3)$;
- sur toute longueur de câble de 2 cm, une composition de caoutchouc dite "gomme de remplissage" est présente dans chacun des capillaires situés d'une part entre le noyau (C1) et les N fils de la seconde couche (C2), d'autre part entre les N fils de la seconde couche (C2) et les P fils de la troisième couche (C3) ;
- 20 - le taux de gomme de remplissage dans le câble est compris entre 10 et 50 mg par gramme de câble.

2. Câble selon la revendication 1, dans lequel le caoutchouc de la gomme de remplissage est un élastomère diénique.

3. Câble selon la revendication 2, 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.

4. Câble selon la revendication 3, dans lequel l'élastomère diénique est un élastomère isoprénique, de préférence du caoutchouc naturel.

5. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les caractéristiques suivantes sont vérifiées (d_1 , d_2 , d_3 en mm) :

- $0,10 \leq d_1 \leq 0,40$;
- $0,10 \leq d_2 \leq 0,35$;
- $0,10 \leq d_3 \leq 0,35$.

6. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les caractéristiques suivantes sont vérifiées :

- 5 - pour $N = 5$: $0,6 < (d_1 / d_2) < 0,9$;
 - pour $N = 6$: $0,9 < (d_1 / d_2) < 1,3$;
 - pour $N = 7$: $1,3 < (d_1 / d_2) < 1,6$.

10 7. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel les N et P fils des deuxième (C2) et troisième (C3) couches sont enroulés dans le même sens de torsion.

8. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel p_2 et p_3 sont compris dans un domaine de 5 à 30 mm, de préférence dans un domaine de 5 à 20 mm.

15 9. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel $d_2 = d_3$.

10. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la deuxième couche (C2) comporte 5, 6 ou 7 fils.

20 11. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel la troisième couche (C3) comporte 10 à 14 fils.

12. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la troisième couche (C3) est une couche saturée.

25 13. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel le noyau est constitué d'un seul fil.

30 14. Câble selon la revendication 13, de construction 1+6+11 ou 1+6+12.

15. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel le taux de gomme de remplissage est compris entre 15 et 50 mg, de préférence entre 20 et 45 mg, par g de câble.

35 16. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que, au test de perméabilité à l'air (selon paragraphe I-2), il présente un débit d'air moyen inférieur à $2 \text{ cm}^3/\text{min}$.

17. Câble selon la revendication 16, caractérisé en ce que, au test de perméabilité à l'air (selon paragraphe I-2), il présente un débit d'air inférieur ou au plus égal à $0,2 \text{ cm}^3/\text{min}$.

18. Câble multi-torons dont au moins un des torons est un câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.

19. Utilisation d'un câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, pour le
5 renforcement d'un article ou produit semi-fini en caoutchouc.

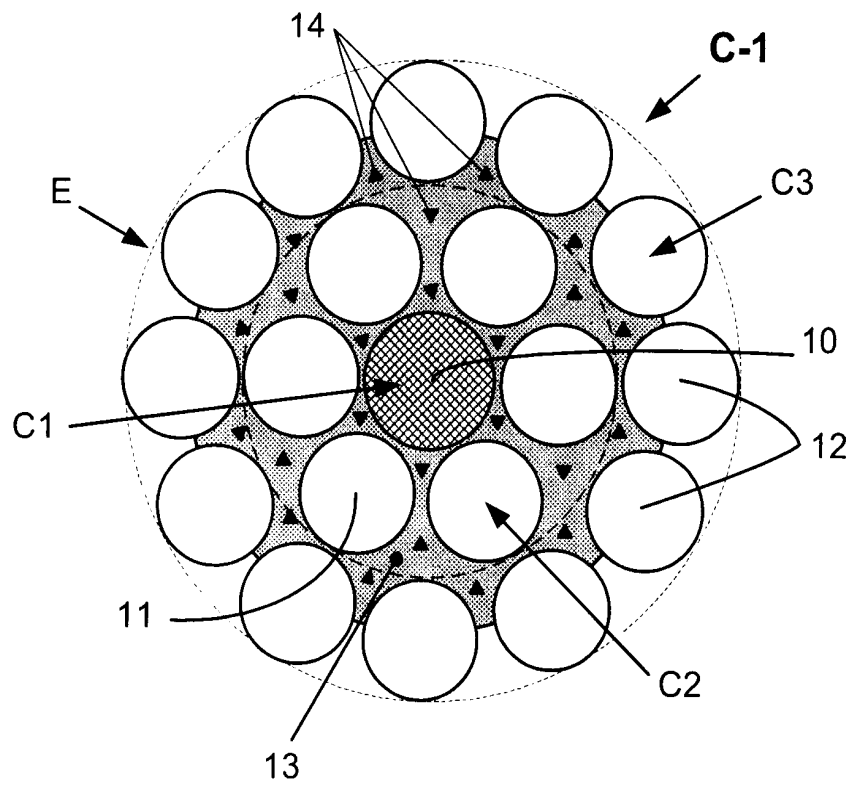
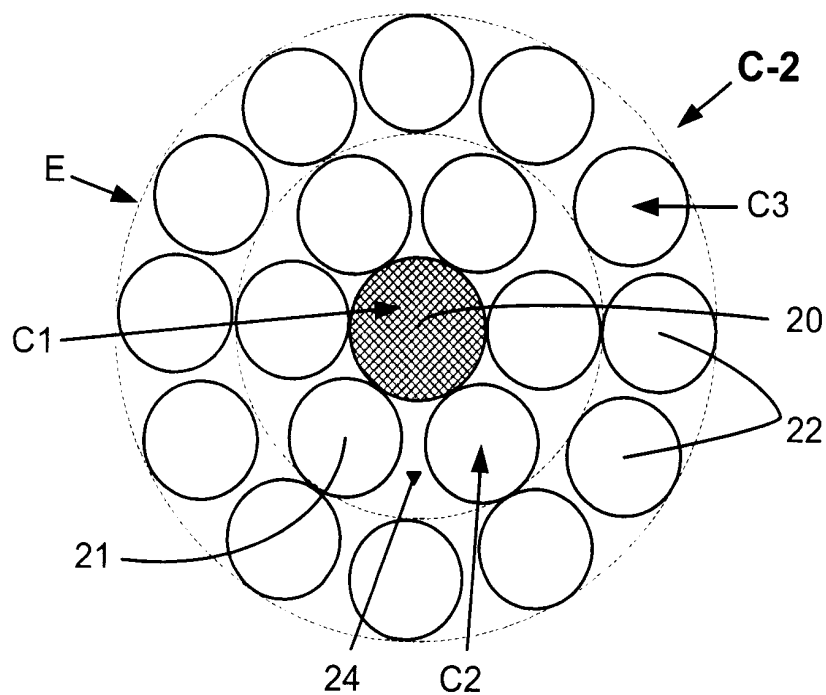
20. Utilisation selon la revendication 19, dans laquelle l'article en caoutchouc est un pneumatique.

10 **21.** Pneumatique comportant un câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 18.

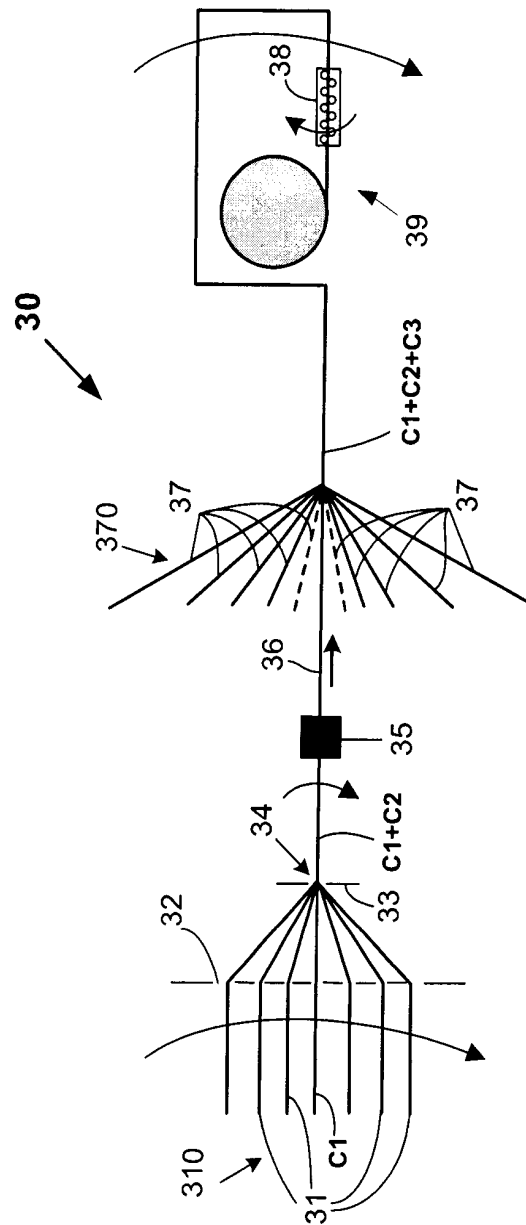
22. Pneumatique selon la revendication 21, ledit pneumatique étant un pneumatique de véhicule industriel.

15 **23.** Pneumatique selon la revendication 21 ou 22, le câble étant présent dans l'armature de carcasse du pneumatique.

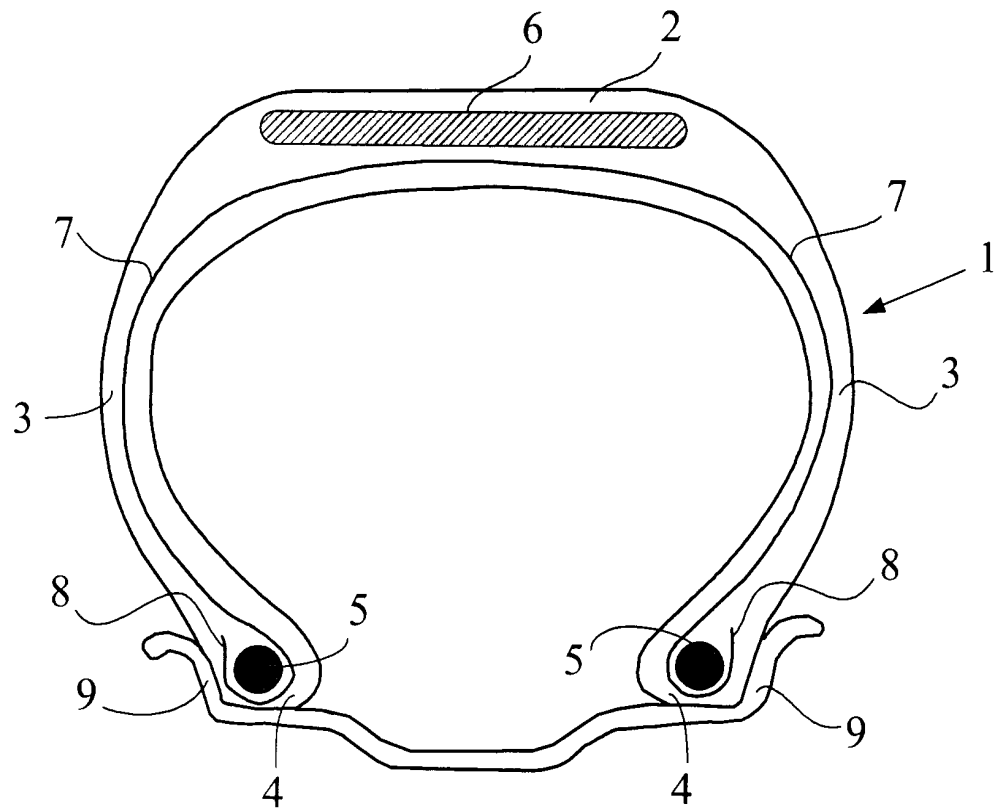
1/3

Fig. 1**Fig. 2**

2/3

Fig. 3

3/3

Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 723178
FR 0902680

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y,D	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 *	1-23	D07B1/06 D07B1/16 B60C9/00 B60C9/08
Y	WO 02/053828 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; CORDONNIER FRANCOIS-J) 11 juillet 2002 (2002-07-11) * le document en entier *	1-23	
A	WO 99/31313 A1 (BEKAERT SA NV [BE]; LIPPENS YVAN [BE]; MEERSSCHAUT DIRK [BE]; POETHKE) 24 juin 1999 (1999-06-24) * page 9, ligne 6 * * page 3, ligne 22 - ligne 24 *	1	
A	JP 2007 303043 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 22 novembre 2007 (2007-11-22) * le document en entier *	1	
A	JP 2007 303044 A (YOKOHAMA RUBBER CO LTD) 22 novembre 2007 (2007-11-22) * le document en entier *	1	
A	GB 1 100 686 A (NAT STANDARD COMPANY LTD) 24 janvier 1968 (1968-01-24) * page 2, ligne 15 - ligne 24; figures 1,5 * * page 3, ligne 56 - ligne 91; figure 4 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) D07B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 février 2010		Uhlig, Robert	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0902680 FA 723178**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **01-02-2010**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
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 02053828	A1	11-07-2002	EP 1349984 A1	08-10-2003
			JP 2004523406 T	05-08-2004
			US 2004060631 A1	01-04-2004

WO 9931313	A1	24-06-1999	AU 2271199 A	05-07-1999
			BR 9813620 A	10-10-2000
			CN 1282390 A	31-01-2001
			DE 69812704 D1	30-04-2003
			DE 69812704 T2	15-01-2004
			JP 2002508457 T	19-03-2002

JP 2007303043	A	22-11-2007	AUCUN	

JP 2007303044	A	22-11-2007	AUCUN	

GB 1100686	A	24-01-1968	BE 655107 A	15-02-1965
			DE 1729727 A1	15-07-1971
			LU 47253 A	30-12-1964
			NL 6412585 A	03-05-1965
