

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/153654 A1

(43) Date de la publication internationale
14 septembre 2017 (14.09.2017)

WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
B60C 9/00 (2006.01) *B60C 9/22* (2006.01)
B60C 9/20 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/050365
- (22) Date de dépôt international :
17 février 2017 (17.02.2017)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1652060 11 mars 2016 (11.03.2016) FR
- (71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR]; 12, Cours Sablon, 63000 CLERMONT-FERRAND (FR).
- (72) Inventeurs : ASTAIX, Camille; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). LARD-JANE, Aurore; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR).
- (74) Mandataire : DESBORDES, Guillaume; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND Cedex 9 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : RADIAL TIRE HAVING AN IMPROVED BELT STRUCTURE

(54) Titre : PNEU RADIAL AVEC STRUCTURE DE CEINTURE AMÉLIORÉE

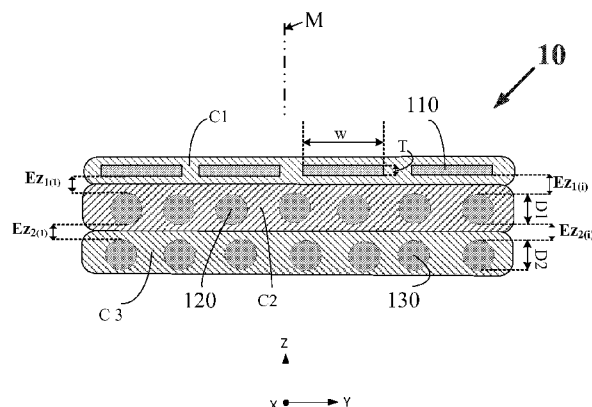


Fig. 2

(57) Abstract : A radial tire is described, in particular for private passenger vehicles or pick-up trucks, having an improved belt structure comprising a multiply laminated composite (10) comprising at least three superposed reinforcement layers (110, 120, 130), each reinforcement being unidirectionally arranged in one of the layers and embedded in respective rubber thicknesses (C1, C2, C3), a first rubber layer (C1) comprising at least one row of circumferential heat-shrinkable textile reinforcements (110), made for example of nylon or polyester; this first layer radially covers (in the Z direction) two other layers (C2, C3) comprising metallic reinforcements (120, 130) which cross from one layer to the other in the form of steel monofilaments having a diameter from 0.20 mm to 0.50 mm; the reinforcements (110) made of heat-shrinkable textile material are ribbons having a thickness (T) from 0.1 to 1 mm and a width (W) from 2 to 50 mm.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/153654 A1

Publiée :

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

Pneu radialnotamment pour véhicule tourisme ou camionnette, à structure de ceinture améliorée comportant un stratifié composite multicouche(10) comportant au moins trois couches superposées de renforts (110, 120, 130), lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec une première couche de caoutchouc (C1) comportant au moins une rangée de renforts textiles circonférentiels (110) thermorétractiles, par exemple en nylon ou polyester; cette première couche surmonte radialement (selon la direction Z) deux autres couches (C2, C3) comportant des renforts métalliques (120, 130) croisés d'une couche à l'autre, sous la forme de monofilaments en acier de diamètre compris entre 0,20 mm et 0,50mm; les renforts (110) en matériau textile thermorétractile sont des rubans d'épaisseur notée «T» comprise entre 0,1 et 1 mm et de largeur notée «W» comprise entre 2 et 50mm.

PNEU RADIAL AVEC STRUCTURE DE CEINTURE AMÉLIORÉE

5 1. DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention est relative aux pneumatiques pour véhicules, et à leur armature de sommet ou ceinture. Elle se rapporte plus particulièrement aux stratifiés composites multicouches utilisés dans la ceinture de tels pneumatiques notamment pour véhicule
10 tourisme ou camionnette.

2. ETAT DE LA TECHNIQUE

15 Un pneumatique à armature de carcasse radiale pour véhicule tourisme ou camionnette comporte, on le sait, une bande de roulement, deux bourrelets inextensibles, deux flancs souples reliant les bourrelets à la bande de roulement et une armature de sommet rigide ou « ceinture » ("*belt*") disposée circonférentiellement entre l'armature de carcasse et la bande de roulement.

20 La ceinture de pneumatique est généralement constituée par au moins deux nappes de caoutchouc dites « nappes de travail », « nappes de triangulation » ou encore « armature de travail », superposées et croisées, renforcées le plus souvent de câbles métalliques disposés sensiblement parallèlement les uns par rapport aux autres et inclinés par rapport au plan
25 circonférentiel médian, ces nappes de travail pouvant être associées ou non à d'autres nappes et/ou tissus de caoutchouc. Ces nappes de travail ont pour fonction première de donner au pneu une rigidité ou poussée de dérive (en anglais, "*drift thrust*" ou "*cornering*") élevée, nécessaire de manière connue pour l'obtention d'un bon comportement routier ("*handling*") sur véhicule automobile.

30 La ceinture ci-dessus, ce qui est particulièrement le cas pour les pneumatiques susceptibles de rouler à haute vitesse de manière soutenue, peut comporter en outre une nappe de caoutchouc additionnelle au-dessus des nappes de travail (côté bande de roulement), dite « nappe de freinage » ou « armature de freinage », qui est renforcée généralement par des fils de
35 renforcement dits « circonférentiels », c'est-à-dire que ces fils de renforcement sont disposés pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent sensiblement circonférentiellement autour de l'enveloppe pneumatique de manière à former un angle préférentiellement compris dans un domaine de -5° à $+5^{\circ}$ avec le plan circonférentiel médian. Ces fils de renforcement circonférentiels ont pour fonction première, on le rappelle, de résister à la centrifugation du
40 sommet à haute vitesse.

De telles structures de ceintures, consistant finalement en un stratifié composite multicouche comportant au moins une nappe de frettage, le plus souvent textile, et deux nappes de travail généralement métalliques, sont bien connues de l'homme du métier et ne nécessitent pas d'être décrites ici plus en détail. L'état de la technique général décrivant de telles structures de ceintures est illustré en particulier par les documents brevet US 4 371 025, FR 2 504 067
5 ou US 4 819 705, EP 738 615, EP 795 426 ou US 5 858 137, EP 1 162 086 ou US 2002/0011296, EP 1 184 203 ou US 2002/0055583.

La disponibilité en aciers de plus en plus résistants et endurants fait que les manufacturiers de pneumatiques s'orientent aujourd'hui, autant que possible, vers l'emploi dans les ceintures de pneumatiques de câbles à structure très simple, notamment à seulement deux fils, voire même de filaments unitaires, afin d'une part de simplifier la fabrication et diminuer les coûts, d'autre part de diminuer l'épaisseur des nappes de renforcement et ainsi l'hystérèse des pneumatiques, en fin de compte réduire la consommation d'énergie des véhicules équipés de
10 tels pneumatiques.
15

Les efforts visant à réduire la masse des pneumatiques, en particulier par une réduction d'épaisseur de leur ceinture et des couches de caoutchouc la constituant, se heurtent toutefois, bien naturellement, à des limites physiques qui peuvent donner lieu à un certain nombre de difficultés. Il peut notamment se produire que la fonction de frettage apportée par l'armature de frettage et celle de rigidification apportée par l'armature de travail ne soient plus suffisamment différenciées l'une de l'autre et puissent se perturber mutuellement. Ceci est préjudiciable au bon fonctionnement du sommet du pneumatique, à la performance et l'endurance globale du pneumatique.
20

C'est ainsi que les demandes de brevet WO 2013/117476, WO 2013/117477, WO 2015/014574 et WO 2015/014575 déposées par les Demanderesses ont proposé un stratifié composite multicouche de structure spécifique qui permet d'alléger notablement la ceinture des pneumatiques, et donc d'abaisser leur résistance au roulement, tout en palliant les inconvénients cités ci-dessus.
25
30

Ces demandes divulguent un pneumatique radial, définissant trois directions principales, circonférentielle, axiale et radiale, comportant un sommet surmonté d'une bande de roulement, deux flancs, deux bourrelets, chaque flanc reliant chaque bourrelet au sommet, une armature de carcasse ancrée dans chacun des bourrelets et s'étendant dans les flancs et dans le sommet, une armature de sommet ou ceinture s'étendant dans le sommet selon la direction circonférentielle et située radialement entre l'armature de carcasse et la bande de roulement, ladite ceinture comportant un stratifié composite multicouche comportant au moins trois couches superposées de renforts, lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc, avec notamment :
35
40

- côté bande de roulement, une première couche de caoutchouc comportant une première rangée de renforts, orientés selon un angle alpha de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle, ces renforts dits premiers renforts étant en matériau textile thermorétractile ;
- au contact de la première couche et disposée sous cette dernière, une deuxième couche de caoutchouc comportant une deuxième rangée de renforts, orientés selon un angle beta donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle, ces renforts dits deuxièmes renforts étant des renforts métalliques ;
- au contact de la deuxième couche et disposée sous cette dernière, une troisième couche de caoutchouc comportant une troisième rangée de renforts, orientés selon un angle gamma opposé à l'angle beta, lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle, ces renforts dits troisièmes renforts étant des renforts métalliques.

Selon ces demandes, les premiers renforts textiles sont constitués de fibres multifilamentaires, par exemple en polyamide ou en polyester, ces fibres étant retordues ensemble sous forme de cordes textiles ou bien tordues individuellement sur elles-mêmes, ou encore constitués de monofilaments de diamètre important ou assemblages de tels monofilaments. Les deuxièmes et troisièmes renforts consistent quant à eux en des monofilaments en acier, en particulier en acier au carbone à très haute résistance.

Les demandes de brevet ci-dessus ont démontré qu'il était possible, grâce à la construction spécifique de leur stratifié multicouche, notamment à l'utilisation de renforts circonférentiels textiles dont la thermorétractabilité est contrôlée et de renforts métalliques sous forme de monofils unitaires de faible diamètre, de réduire de manière notable l'épaisseur globale des ceintures de pneumatiques, et ceci sans nuire à la bonne mise en œuvre et à la différenciation des fonctions d'une part de freinage apportées par les renforts circonférentiels de la première couche, d'autre part de rigidification apportées par les renforts métalliques des deux autres couches.

Ainsi, peuvent être diminués le poids des pneumatiques et leur résistance au roulement, à coût réduit grâce à l'utilisation de monofilaments en acier ne nécessitant aucune opération d'assemblage préalable, ceci sans pénaliser la rigidité de dérive et donc le comportement routier, ni l'endurance globale en roulage.

Les efforts visant à réduire la masse des pneumatiques, particulièrement par une réduction d'épaisseur de leur ceinture et des couches de caoutchouc la constituant, se heurtent toutefois à un certain nombre d'inconvénients.

Une difficulté est liée notamment au risque de pénétration, à travers la bande de roulement par exemple à la suite de coupures, d'agents corrosifs tels que l'eau ou l'oxygène de l'air, et à leur cheminement à travers la première couche de renforts textiles jusqu'aux renforts métalliques de la ceinture, risque bien entendu qui se trouve augmenté lorsqu'on tente de réduire les épaisseurs de caoutchouc mentionnée ci-dessus. La présence de ces agents, tout particulièrement de cette humidité, joue un rôle important en risquant de provoquer une corrosion de surface des renforts métalliques, sans parler d'un risque de dégradation de l'adhésion avec le caoutchouc environnant.

3. BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

Poursuivant leurs recherches, les Demanderesses ont mis au point un stratifié composite multicouche amélioré, d'architecture nouvelle, qui répond au problème ci-dessus et qui peut donc constituer une alternative avantageuse aux stratifiés décrits dans les demandes précitées.

Ainsi, selon un premier objet, la présente invention concerne (selon les références données aux figures 1 à 3 annexées) un pneu radial (1), définissant trois directions principales, circonférentielle (X), axiale (Y) et radiale (Z), comportant un sommet (2) surmonté d'une bande de roulement (3), deux flancs (4), deux bourrelets (5), chaque flanc (4) reliant chaque bourrelet (5) au sommet (2), une armature de carcasse (7) ancrée dans chacun des bourrelets (5) et s'étendant dans les flancs (4) jusqu'au sommet (2), une armature de sommet ou ceinture (10) s'étendant dans le sommet (2) selon la direction circonférentielle (X) et situé radialement entre l'armature de carcasse (7) et la bande de roulement (3), ladite ceinture (10) comportant un stratifié composite multicouche comportant au moins trois couches superposées de renforts (110, 120, 130), lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec :

- côté bande de roulement, une première couche de caoutchouc (C1) comportant au moins une rangée de renforts textiles (110), orientés selon un angle alpha de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (110) étant en matériau textile thermorétractile ;
- au contact de la première couche (C1) et disposée sous cette dernière, une deuxième couche de caoutchouc (C2) comportant une première rangée de renforts métalliques (120) (aussi dénommés premiers renforts métalliques) orientés selon un angle beta donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X) ;

- au contact de la deuxième couche (C2) et disposée sous cette dernière, une troisième couche de caoutchouc (C3) comportant une deuxième rangée de renforts métalliques (130) (aussi dénommés deuxièmes renforts métalliques) orientés selon un angle gamma opposé à l'angle beta, lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X) ;
- les renforts métalliques (120, 130) étant des monofilaments en acier de diamètre ou d'épaisseur, respectivement D1 et D2, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm,

ce pneu étant caractérisé en ce que les renforts (110) en matériau textile thermorétractile sont des rubans d'épaisseur notée « T » comprise entre 0,1 et 1 mm et de largeur notée « W » comprise entre 2 et 50 mm.

Les risques de corrosion ou de perte d'adhésion évoqués ci-dessus sont réduits de manière notable, dans le stratifié, grâce à l'emploi de renforts textiles (110) sous forme de rubans, possiblement disposés en spires très proches les unes des autres dans la direction axiale (Y) voire en quinconce sur plusieurs couches, offrant ainsi un effet de « barrière » à l'eau ou aux agents corrosifs nettement amélioré comparativement aux cordes textiles conventionnelles à base de fibres multifilamentaires telles que décrites dans les demandes WO 2013/117476 et WO 2013/117477, ou encore aux monofilaments de diamètre important comme décrits dans WO 2015/014574 et WO 2015/014575.

En outre, ces rubans pouvant présenter, pour une même résistance à la rupture en traction, une épaisseur notablement réduite comparativement aux renforts textiles conventionnels cités ci-dessus, il en découle comme autre avantage notable celui de pouvoir réduire encore l'épaisseur globale de la ceinture et l'hystérèse du pneumatique.

Le stratifié composite multicouche selon l'invention est utilisable comme élément de renforcement de ceinture de tout type de pneumatique, particulièrement pour véhicule tourisme incluant notamment les véhicules 4x4 et "SUV" (*Sport Utility Vehicles*) ou pour véhicule camionnette.

L'invention ainsi que ses avantages seront aisément compris à la lumière de la description détaillée et des exemples de réalisation qui suivent, ainsi que des figures 1 à 3 relatives à ces exemples qui schématisent (sauf indication contraire, sans respect d'une échelle spécifique) :

- en coupe radiale (c'est-à-dire selon un plan contenant l'axe de rotation du pneumatique), un exemple de pneumatique (1) conforme à l'invention, incorporant dans sa ceinture (10) un stratifié composite multicouche conformément à l'invention (Fig. 1) ;

- en coupe transversale, deux exemples de stratifié composite multicouche (C1, C2, C3) utilisés dans le pneumatique (1) conforme à l'invention, utilisant les renforts (110) en matériau textile thermorétractile sous la forme de rubans (Fig. 2 et Fig. 3).

5

4. DEFINITIONS

Dans la présente demande, on entend par :

- 10 - "caoutchouc" ou "élastomère" (les deux termes étant considérés comme synonymes) : tout type d'élastomère, qu'il soit du type diénique ou du type non diénique par exemple thermoplastique ;
- "composition de caoutchouc" ou "composition caoutchouteuse" : une composition qui comporte au moins un caoutchouc et une charge ;
- 15 - "couche" : une feuille, bande ou tout autre élément d'épaisseur relativement faible par rapport à ses autres dimensions, de préférence dont le rapport de l'épaisseur sur la plus grande des autres dimensions est inférieur à 0,5, plus préférentiellement inférieur à 0,1 ;
- "direction axiale" : une direction sensiblement parallèle à l'axe de rotation du pneumatique ;
- 20 - "direction circonférentielle" : une direction qui est sensiblement perpendiculaire à la fois à la direction axiale et à un rayon du pneumatique (en d'autres termes, tangente à un cercle dont le centre est sur l'axe de rotation du pneumatique) ;
- "direction radiale" : une direction selon un rayon du pneumatique, c'est-à-dire une direction quelconque passant par l'axe de rotation du pneumatique et sensiblement perpendiculairement à cette direction, c'est-à-dire faisant avec une perpendiculaire à cette
- 25 - "monofilament" ou indistinctement "monofil", de manière générale, tout filament unitaire, quelle que soit la forme de sa section droite, dont le diamètre (cas d'une section droite circulaire) ou l'épaisseur (cas d'une section droite non circulaire) sont supérieurs à
- 30 100 μm . Cette définition couvre aussi bien des monofils de forme essentiellement cylindrique (à section droite circulaire) que des monofilaments de forme différente, par exemple des monofilaments oblongs (de forme aplatie), ou de section droite rectangulaire ou carrée ;
- "orienté selon un axe ou une direction" en parlant d'un élément quelconque tel qu'un renfort, un élément qui est orienté sensiblement parallèlement à cet axe ou cette direction,
- 35 c'est-à-dire faisant avec cet axe ou cette direction un angle ne s'écartant pas de plus de 5 degrés (donc nul ou au plus égal à 5 degrés) ;
- "orienté perpendiculairement à un axe ou une direction" : en parlant d'un élément quelconque tel qu'un renfort, un élément qui est orienté sensiblement perpendiculairement

à cet axe ou cette direction, c'est-à-dire faisant avec une perpendiculaire à cet axe ou cette direction un angle ne s'écartant pas de plus de 5 degrés ;

- "plan circonférentiel médian" (noté M) : le plan perpendiculaire à l'axe Y de rotation du pneumatique qui est situé à mi-distance des deux bourrelets et passe par le milieu de l'armature de sommet ou ceinture ;
- "renfort" ou "fil de renforcement" au sens le plus général : tout brin long et fin c'est-à-dire filiforme, longiligne, de grande longueur relativement à sa section transversale, notamment tout filament unitaire, toute fibre multifilamentaire ou tout assemblage de tels filaments ou fibres tels qu'un retors ou un câble, ce brin ou fil pouvant être rectiligne comme non rectiligne, par exemple torsadé, ou ondulé, un tel brin ou fil étant susceptible de renforcer une matrice de caoutchouc (c'est-à-dire augmenter les propriétés en traction de la matrice) ;
- "renfort plat" ou "ruban" un renfort qui a pour caractéristique d'être plat, donc de se présenter sous la forme d'une bande, d'un film étroit de grande longueur relativement à sa section transversale ; le rapport de forme ou ratio largeur sur épaisseur (W/T) de sa section droite est de préférence supérieur à 3, plus préférentiellement supérieur à 5, quelle que soit la forme particulière, rectangulaire ou non rectangulaire, par exemple ovale ou oblongue, concave ou convexe de cette section droite, étant entendu que la forme préférentielle de la section droite du ruban est sensiblement rectangulaire ou oblongue ;
- "renforts unidirectionnels" : des renforts essentiellement parallèles entre eux, c'est-à-dire orientés selon un même axe ;
- "stratifié" ou "stratifié multicouche" : au sens de la classification internationale des brevets, tout produit comportant au moins deux couches, de forme plane ou non plane, qui sont au contact l'une de l'autre, ces dernières pouvant être ou non liées, connectées entre elles ; l'expression "lié" ou "connecté" doit être interprétée de façon extensive de manière à inclure tous les moyens de liaison ou d'assemblage, en particulier par collage.

D'autre part, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%) indiqués sont des % en masse.

L'expression « x et/ou y » signifie « x » ou « y » ou les deux (c'est-à-dire « x et y »). 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. DESCRIPTION DETAILLEE ET EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

A titre d'exemple, la figure 1 représente de manière très schématique (c'est-à-dire sans respect d'une échelle spécifique) une coupe radiale d'un pneumatique conforme à l'invention, par exemple pour véhicule du type tourisme ou camionnette, dont la ceinture comporte un stratifié composite multicouche selon l'invention.

Ce pneumatique (1) conforme à l'invention, définissant trois directions perpendiculaires, circonférentielle (X), axiale (Y) et radiale (Z), comporte un sommet (2) surmonté d'une bande de roulement (3), deux flancs (4), deux bourrelets (5), chaque flanc (4) reliant chaque bourrelet (5) au sommet (2), une armature de carcasse (7) ancrée dans chacun des bourrelets (5) et s'étendant dans les flancs (4) jusqu'au sommet (2), une armature de sommet ou ceinture (10) s'étendant dans le sommet (2) selon la direction circonférentielle (X) et situé radialement entre l'armature de carcasse (7) et la bande de roulement (3). L'armature de carcasse (7) est de manière connue constituée d'au moins une nappe de caoutchouc renforcée par des câblés textiles dits "radiaux", disposés pratiquement parallèles les uns aux autres et s'étendent d'un bourrelet à l'autre de manière à former un angle généralement compris entre 80° et 90° avec le plan circonférentiel médian M ; elle est ici, à titre d'exemple, enroulée autour de deux tringles (6) dans chaque bourrelet (5), 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).

Selon la présente invention, conformément aux représentations des figures 2 et 3 qui seront détaillées ultérieurement, la ceinture (10) du pneumatique (1) comporte un stratifié composite multicouche comportant au moins trois couches superposées (selon la direction Z) de renforts (110, 120, 130), lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec :

- côté bande de roulement, une première couche de caoutchouc (C1) comportant au moins une rangée (s'étendant selon la direction Y) de renforts textiles (110), orientés selon un angle alpha (α) de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (110) étant en matériau textile thermorétractile ;
- au contact de la première couche (C1) et disposée sous cette dernière, une deuxième couche de caoutchouc (C2) comportant une première rangée (s'étendant selon la direction Y) de renforts métalliques (120) orientés selon un angle beta (β) donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X) ;
- au contact de la deuxième couche (C2) et disposée sous cette dernière, une troisième couche de caoutchouc (C3) comportant une deuxième rangée (s'étendant selon la direction Y) de renforts métalliques (130) orientés selon un angle gamma (γ) opposé à

l'angle beta (β), lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X) ;

- les renforts métalliques (120, 130) étant des monofilaments en acier de diamètre ou d'épaisseur, respectivement D1 et D2, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm.

5

Selon l'invention, les angles β et γ de sens opposés, tous deux compris entre 10° et 30°, peuvent être identiques ou différents, c'est-à-dire que les renforts métalliques des deuxième (120) et troisième (130) rangées peuvent être disposés symétriquement ou pas, de part et d'autre du plan circonférentiel médian (M) précédemment défini.

10

Dans ce pneumatique schématisé à la figure 1, on comprendra bien entendu que la bande de roulement (3), le stratifié multicouche (10) et l'armature de carcasse (7) peuvent être ou non au contact les uns des autres, même si ces parties ont été volontairement séparées sur la figure 1, schématiquement, pour des raisons de simplification et de clarté du dessin. Elles pourraient être séparées physiquement, tout au moins pour une partie d'entre elles, par exemple par des gommages de liaison, bien connus de l'homme du métier, destinées à optimiser la cohésion de l'ensemble après cuisson ou réticulation.

15

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, les renforts (110) sont des rubans d'épaisseur notée « T » comprise entre 0,1 et 1 mm et de largeur notée « W » comprise entre 2 et 50 mm.

20

Des rubans en matériau textile thermorétractile tels que décrits dans la présente demande, ou des films plus larges à partir desquels ces rubans peuvent être obtenus par une simple opération de découpe, sont bien connus de l'homme du métier et disponibles commercialement ; ils ont été décrits par exemple dans les documents WO 2010/115860, WO 2010/115861, WO2012/049177, WO2012/049206, WO 2013/019366, WO 2013/127685, WO 2014/123715.

25

L'épaisseur T (mesurée dans la direction radiale Z sur les figures 2 et 3) est comprise de préférence dans un domaine de 0,15 mm à 0,8 mm, plus préférentiellement de 0,2 à 0,6 mm. La largeur W (mesurée dans la direction axiale Y sur les figures 2 et 3) est comprise de préférence dans un domaine de 3 mm à 30 mm, plus préférentiellement de 5 à 20 mm.

30

Tout matériau textile thermorétractile convient, en particulier et préférentiellement un matériau textile vérifiant les caractéristiques de contraction CT énoncées ci-après.

35

De préférence, ce matériau textile thermorétractile est choisi dans le groupe constitué par les polyamides, les polyesters et les polycétones. Parmi les polyamides, on peut citer notamment les polyamides 4-6, 6, 6-6, 11 ou 12. Parmi les polyesters, on peut citer par exemple les PET

40

(polyéthylène téréphthalate), PEN (polyéthylène naphthalate), PBT (polybutylène téréphthalate), PBN (polybutylène naphthalate), PPT (polypropylène téréphthalate), PPN (polypropylène naphthalate). Plus préférentiellement, on utilise un polyamide (nylon) ou un polyester.

5

La densité d_0 des rubans (110) dans la première couche de caoutchouc (C1), mesurée dans la direction axiale (Y), est de préférence comprise entre 3 et 50 rubans/dm, plus préférentiellement entre 5 et 20 rubans/dm.

10

L'invention s'applique aux cas où plus d'une rangée (par exemple deux rangées) de rubans textiles (110) est utilisée dans la première couche de caoutchouc (C1), comme illustré notamment à la figure 3.

15

L'invention s'applique également aux cas où les rubans textiles, dans une rangée donnée, ou les spires dans le cas d'un enroulement en hélice selon une direction radiale (Z) du même ruban sur plusieurs spires, sont non jointifs axialement (selon la direction Y), comme illustré à titre d'exemple aux figures 2 et 3, ou bien jointifs axialement (selon la direction Y), voire même, ce qui peut constituer un autre mode avantageux de réalisation de l'invention, partiellement superposés axialement (selon la direction Y).

20

Leur contraction thermique (notée CT), après 2 min à 185°C, est de préférence inférieure à 7,5%, plus préférentiellement inférieure à 7,0%, en particulier inférieure à 6,0%, valeurs qui se sont révélées préférables pour la stabilité de fabrication et de dimensionnement des enveloppes de pneumatiques, en particulier lors des phases de cuisson et refroidissement des

25

Il s'agit de la contraction relative de ces rubans (110) dans les conditions énoncées ci-après du test. La grandeur CT est mesurée, sauf précisions différentes, selon la norme ASTM D1204-08, par exemple sur un appareil du type « TESTRITE », sous une prétension dite standard de 0,5 cN/tex (donc ramenée au titre ou densité linéique de l'échantillon testé). A longueur constante, on mesure également le maximum de la force de contraction (notée F_C) à l'aide du test ci-dessus, cette fois à une température de 180°C et sous 3% d'élongation. Cette force de contraction F_C est préférentiellement supérieure à 20 N (Newton). Une force de contraction élevée s'est révélée particulièrement favorable à la capacité de frottement des rubans (110) en matériau textile thermorétractile, vis-à-vis de l'armature de sommet du pneumatique lorsque ce dernier s'échauffe sous une haute vitesse de roulage.

30

35

40

Les grandeurs CT et F_C ci-dessus peuvent être indistinctement mesurées sur les renforts textiles initiaux encollés avant leur incorporation dans le stratifié puis dans le pneu, ou bien mesurée sur ces renforts une fois extraits de la zone centrale du pneumatique vulcanisé et de

préférence « dégomés » (c'est-à-dire débarrassés du caoutchouc qui les enrobe dans la couche C1).

5 Les rubans textiles thermorétractiles décrits ci-dessus présentent l'avantage, par rapport aux cordes ou monofilaments textiles conventionnels décrits en introduction du présent mémoire, de mieux protéger contre l'humidité le reste du stratifié composite multicouche, et ainsi de limiter les risques de pénaliser l'adhésion entre les divers renforts du stratifié et leur matrice de caoutchouc environnante, sans compter les risques de corrosion de surface des monofilaments en acier.

10 Les renforts métalliques (120, 130) consistent en des monofilaments en acier, qui pour rappel ne sont pas tordus, câblés ensemble mais utilisés à l'état unitaire ; leur diamètre (ou par définition épaisseur si le monofilament n'a pas une section droite circulaire), respectivement noté D1 et D2, est compris entre 0,20 mm et 0,50 mm. D1 et D2 peuvent être identiques ou
15 différents d'une couche à l'autre ; s'ils sont différents, D2 peut être supérieur à D1 ou bien inférieur à D1, selon les modes de réalisation particuliers de l'invention.

20 Plus préférentiellement, pour une endurance optimale du pneu de l'invention, notamment sous des conditions de roulage sévères, on préfère que D1 et D2 soient supérieurs à 0,25 mm et inférieurs à 0,40 mm, plus préférentiellement compris dans un domaine de 0,28 à 0,35 mm.

25 La densité, notée respectivement d_1 et d_2 , de ces renforts (120, 130) dans respectivement les deuxième (C2) et troisième (C3) couches de caoutchouc, mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise de préférence entre 100 et 180 fils/dm, plus préférentiellement entre 110 et 170 fils/dm, en particulier entre 120 et 160 fils/dm.

30 De préférence, l'acier des monofilaments est un acier au carbone tel que ceux utilisés dans les câbles type "*steel cords*" pour pneumatiques ; mais il est bien entendu possible d'utiliser d'autres aciers, par exemple des aciers inoxydables, ou d'autres alliages.

35 Selon un mode de réalisation préférentiel, lorsqu'un acier au carbone est utilisé, sa teneur en carbone (% en poids d'acier) est comprise dans un domaine de 0,5% à 1,2%, plus préférentiellement de 0,7% à 1,0%. L'invention s'applique en particulier à des aciers du type *steel cord* à résistance normale (dit "NT" pour "*Normal Tensile* ") ou à haute résistance (dit "HT" pour "*High Tensile* "), les (deuxièmes et troisièmes) renforts en acier au carbone possédant alors une résistance en traction (R_m) qui est de préférence supérieure à 2000 MPa, plus préférentiellement supérieure à 2500 MPa. L'invention s'applique également à des aciers du type *steel cord* à très haute résistance (dit "SHT" pour "*Super High Tensile* "), ultra-haute résistance (dit "UHT" pour "*Ultra High Tensile* " ou "MT" pour "*Mega Tensile* "), les
40 (deuxièmes et troisièmes) renforts en acier au carbone possédant alors une résistance en

traction (Rm) qui est de préférence supérieure à 3000 MPa, plus préférentiellement supérieure à 3500 MPa. L'allongement total à la rupture (At) de ces renforts, somme de l'allongement élastique et de l'allongement plastique, est de préférence supérieur à 2,0%.

- 5 Pour ce qui concerne les renforts en acier, les mesures de force à la rupture, de résistance à la rupture notée Rm (en MPa) et d'allongement à la rupture noté At (allongement total en %) sont effectuées en traction selon la norme ISO 6892 de 1984.

10 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 propriétés de mise en œuvre du monofilament d'acier, ou les propriétés d'usage du renfort 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
15 de fabrication des fils, le revêtement de laiton ou de zinc facilite le tréfilage du fil, ainsi que le collage du fil avec le caoutchouc. Mais les renforts 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,
20 Ni, Co, Sn.

Chaque couche (C1, C2, C3) de composition de caoutchouc (ou ci-après "couche de caoutchouc") constitutive du stratifié composite multicouche, est à base d'au moins un élastomère et une charge.

25 L'invention s'applique bien entendu aux cas où ces (au moins) trois couches de caoutchouc sont distinguables l'une de l'autre sur une coupe transversale (dans le plan Y, Z) du stratifié, comme illustré à titre d'exemple aux figures 2 et 3, par exemple en raison d'une formulation différente, ou bien non distinguables en coupe par exemple en raison d'une formulation
30 identique d'une couche à l'autre.

De préférence, le caoutchouc est un caoutchouc diénique, c'est-à-dire pour rappel tout élastomère (élastomère unique ou mélange d'élastomères) qui est issu, au moins en partie (i.e., un homopolymère ou un copolymère), de monomères diènes c'est-à-dire de monomères
35 porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, que ces dernières soient conjuguées ou non.

Cet élastomère diénique est choisi plus préférentiellement dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les
40 copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères, de

tels copolymères étant notamment choisis dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR) et les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR).

5 Un mode de réalisation particulièrement 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.

10

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 un mode de réalisation préférentiel, chaque
15 couche de composition de caoutchouc comporte 50 à 100 pce de caoutchouc naturel. Selon d'autres modes de réalisation préférentiels, l'élastomère diénique peut être constitué, en tout ou partie, d'un autre élastomère diénique tel que, par exemple, un élastomère SBR utilisé en coupage ou non avec un autre élastomère, par exemple du type BR.

20

Chaque composition de caoutchouc peut comporter un seul ou plusieurs élastomère(s) diénique(s), également tout 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 la silice, des agents de couplage, des agents anti-
vieillessement, des antioxydants, des agents plastifiants ou des huiles d'extension, que ces
25 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 température de transition vitreuse (supérieure à 30°C), des agents facilitant la mise en œuvre (processabilité) des compositions à l'état cru, des résines tackifiantes, des agents
30 antiréversion, des accepteurs et 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 des sels de cobalt, de nickel ou de lanthanide, un système de réticulation ou de vulcanisation.

35

De préférence, le système de réticulation de la composition 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'un accélérateur primaire de vulcanisation. A ce système de vulcanisation de base peuvent
40 s'ajouter divers accélérateurs secondaires ou activateurs de vulcanisation connus. Le soufre est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5 et 10 pce, l'accélérateur primaire de vulcanisation, par exemple un sulfénamide, est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5

et 10 pce. Le taux de charge renforçante, par exemple du noir de carbone et/ou de la silice, est de préférence supérieur à 30 pce, notamment compris entre 30 et 100 pce.

5 Comme noirs de carbone 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 silices conviennent notamment les silices précipitées ou pyrogénées présentant une surface BET inférieure à 450 m²/g, de préférence de 30 à 400 m²/g.

10

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

15

De préférence, chaque composition de caoutchouc présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension, à 10% d'allongement, qui est compris entre 4 et 25 MPa, plus préférentiellement entre 4 et 20 MPa ; des valeurs comprises notamment entre 5 et 15 MPa se sont révélées particulièrement convenir. 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 ici Ms et exprimé en MPa (conditions normales de température et d'hygrométrie selon la norme ASTM D 1349 de 1999).

20

25

Pour faire adhérer les différents renforts (110, 120, 130) à leurs (au moins) trois couches de caoutchouc respectives (C1, C2, C3) précédemment décrites, on pourra utiliser tout système adhésif approprié, par exemple pour ce qui concerne les renforts en acier un revêtement adhésif tel que du laiton ou du zinc (toutefois, on peut aussi utiliser un acier clair, c'est-à-dire non revêtu), ou par exemple pour ce qui concerne les rubans textiles une colle textile du type "RFL" (résorcinol-formaldéhyde-latex) ou toute colle équivalente connue pour conférer une adhésion satisfaisante entre du caoutchouc et des polymères tels que polyester ou en polyamide, comme par exemple les compositions adhésives décrites dans les demandes de brevet WO 2013/017421, WO 2013/017422, WO 2013/017423, WO 2015/007641, WO 2015/007642 ; avant l'encollage type RFL ci-dessus, il pourra être avantageux d'activer la surface du ruban, par exemple par voie physique et/ou chimique, pour améliorer sa prise de colle et/ou son adhésion finale au caoutchouc ; un traitement physique pourra consister par exemple en un traitement par un rayonnement tel qu'un faisceau d'électrons, ou par plasma ; un traitement chimique pourra par exemple consister en un passage préalable dans un bain de résine époxy et/ou de composé isocyanate.

30

35

Au moins une (plus préférentiellement la totalité) des caractéristiques préférentielles suivantes, mesurées dans la partie centrale de la ceinture du pneumatique à l'état vulcanisé, de part et d'autre du plan médian (M) sur une largeur axiale totale de 10 cm, est vérifiée:

5

- l'épaisseur moyenne Ez_1 de caoutchouc séparant un ruban textile (110) du renfort métallique (120) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure ou égale à 0,6 mm, plus préférentiellement comprise entre 0,15 et 0,5 mm ;
- l'épaisseur moyenne Ez_2 de caoutchouc séparant un premier renfort métallique (120) du deux renfort métallique (130) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure ou égale à 0,6 mm, , plus préférentiellement comprise entre 0,2 et 0,55 mm .

10

Toutes les données indiquées précédemment (T, W, D1, D2, d_0 , d_1 , d_2 , Ez_1 et Ez_2) sont des valeurs moyennes mesurées expérimentalement par un opérateur sur des photographies de coupes radiales de pneus vulcanisés, opérées dans la partie centrale de la ceinture, 5 cm de part et d'autre du plan médian (M), soit sur une largeur totale de 10 cm (soit entre - 5 cm et + 5 cm par rapport au plan médian M).

15

Les figures 2 et 3 représentent de manière schématique (sans respect d'une échelle spécifique), en coupe transversale, deux exemples de stratifié composite multicouche utilisé comme ceinture (10) dans le pneu (1) conforme à l'invention de la figure 1, le stratifié (10) incorporant des rubans (110) en matériau textile thermorétractile respectivement sous la forme d'une seule rangée élémentaire de rubans (Fig. 2) ou de deux rangées distinctes superposées radialement (selon la direction Z) avec des rubans disposés en quinconce d'une rangée à l'autre (Fig. 3).

20

25

Comme illustré à la figure 2, Ez_1 est la moyenne des épaisseurs ($Ez_{1(1)}$, $Ez_{1(2)}$, $Ez_{1(3)}$, ..., $Ez_{1(i)}$) de caoutchouc séparant un (premier) ruban textile (110) du (premier) renfort métallique (120) qui lui est le plus proche, ces épaisseurs étant chacune mesurées dans la direction radiale Z, et moyennées sur une distance axiale totale comprise entre - 5,0 cm et + 5,0 cm par rapport au centre de la ceinture (soit, par exemple au total environ 100 mesures si l'on trouve dix renforts (110) par cm dans la couche C1).

30

Exprimé autrement, Ez_1 est la moyenne des distances minimales $Ez_{1(i)}$ séparant « dos à dos » chaque (premier) ruban textile (110) du premier renfort métallique (120) qui lui est le plus proche dans la direction radiale Z, cette moyenne étant calculée sur l'ensemble des premiers renforts (110) présents dans la partie centrale de la ceinture, dans un intervalle axial s'étendant entre - 5 cm et + 5 cm par rapport au plan médian M.

35

40

De même, Ez_2 est la moyenne des épaisseurs de caoutchouc ($Ez_{2(1)}, Ez_{2(2)}, Ez_{2(3)}, \dots, Ez_{2(i)}$) séparant un premier renfort métallique (120) du deuxième renfort métallique (130) qui lui est le plus proche, mesurées dans la direction radiale Z, cette moyenne étant calculée sur une distance axiale totale comprise entre $-5,0$ cm et $+5,0$ cm par rapport au centre de la ceinture.

5 Exprimé différemment, ces épaisseurs représentent les distances minimales qui séparent « dos à dos » le premier renfort métallique (120) du deuxième renfort métallique (130) qui lui est le plus proche dans la direction radiale Z.

En d'autres termes, Ez_2 est la moyenne des distances minimales $Ez_{2(i)}$ séparant « dos à dos » chaque premier renfort métallique (120) du deuxième renfort métallique (130) qui lui est le plus proche dans la direction radiale Z, cette moyenne étant calculée sur l'ensemble des premiers renforts métalliques (120) présents dans la partie centrale de la ceinture, dans un intervalle axial s'étendant entre -5 cm et $+5$ cm par rapport au plan médian M.

10

15 Pour une performance optimisée en termes de résistance au roulement, poussée de dérive et endurance au roulage, le pneu de l'invention vérifie préférentiellement au moins une des inégalités suivantes (plus préférentiellement les trois) :

$$0,15 < Ez_1 / (Ez_1 + T + D1) < 0,50$$

$$0,20 < Ez_2 / (Ez_2 + D1 + D2) < 0,50$$

$$0,25 < (Ez_1 + Ez_2) / (Ez_1 + Ez_2 + T + D1 + D2) < 0,60 .$$

Plus préférentiellement encore, le pneu de l'invention vérifie préférentiellement au moins une des inégalités suivantes (plus préférentiellement les trois):

25

$$0,20 < Ez_1 / (Ez_1 + T + D1) < 0,45$$

$$0,25 < Ez_2 / (Ez_2 + D1 + D2) < 0,45$$

$$0,30 < (Ez_1 + Ez_2) / (Ez_1 + Ez_2 + T + D1 + D2) < 0,55 .$$

30 En résumé, grâce à l'emploi, dans la première couche de caoutchouc (C1), de renforts textiles thermorétractiles sous forme de rubans, les risques de corrosion ou de perte d'adhésion des monofilaments métalliques sont réduits de manière notable. Ces rubans pouvant présenter, pour une même résistance à la rupture en traction, une épaisseur notablement réduite comparativement aux renforts textiles conventionnels tels que décrits en introduction du présent mémoire, il en découle comme autre avantage notable celui de pouvoir réduire encore l'épaisseur globale de la ceinture et l'hystérèse des pneumatiques.

35

REVENDICATIONS

5 1. Pneumatique radial (1), définissant trois directions principales, circonférentielle (X),
axiale (Y) et radiale (Z), comportant un sommet (2) surmonté d'une bande de roulement (3),
deux flancs (4), deux bourrelets (5), chaque flanc (4) reliant chaque bourrelet (5) au sommet
(2), une armature de carcasse (7) ancrée dans chacun des bourrelets (5) et s'étendant dans les
10 flancs (4) jusqu'au sommet (2), une armature de sommet ou ceinture (10) s'étendant dans le
sommet (2) selon la direction circonférentielle (X) et situé radialement entre l'armature de
carcasse (7) et la bande de roulement (3), ladite ceinture (10) comportant un stratifié
composite multicouche comportant au moins trois couches superposées de renforts (110, 120,
130), lesdits renforts étant dans chaque couche unidirectionnels et noyés dans une épaisseur
de caoutchouc (respectivement C1, C2, C3), avec :

15

- côté bande de roulement, une première couche de caoutchouc (C1) comportant au moins une rangée de renforts textiles (110), orientés selon un angle alpha de -5 à +5 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X), ces renforts (110) étant en matériau textile thermorétractile ;

20

- au contact de la première couche (C1) et disposée sous cette dernière, une deuxième couche de caoutchouc (C2) comportant une première rangée de renforts métalliques (120) orientés selon un angle beta donné, positif ou négatif, compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X) ;

25

- au contact de la deuxième couche (C2) et disposée sous cette dernière, une troisième couche de caoutchouc (C3) comportant une deuxième rangée de renforts métalliques (130) orientés selon un angle gamma opposé à l'angle beta, lui-même compris entre 10 et 30 degrés par rapport à la direction circonférentielle (X) ;

- les renforts métalliques (120, 130) étant des monofilaments en acier de diamètre ou d'épaisseur, respectivement D1 et D2, compris(e) entre 0,20 mm et 0,50 mm.

30

caractérisé en ce que :

35

- les renforts (110) en matériau textile thermorétractile sont des rubans d'épaisseur notée « T » comprise entre 0,1 et 1 mm et de largeur notée « W » comprise entre 2 et 50 mm.

2. Pneumatique selon la revendication 1, dans lequel T est comprise dans un domaine de 0,15 mm à 0,8 mm, de préférence de 0,2 à 0,6 mm.

3. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel W est comprise dans un domaine de 3 mm à 30 mm, de préférence de 5 à 20 mm.
4. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la densité d_1 des renforts textiles (110) dans la première couche de caoutchouc (C1), mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise entre 3 et 50 rubans/dm.
5. Pneumatique selon la revendication 4, dans lequel la densité d_1 est comprise entre 5 et 20 rubans/dm.
6. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel D1 et D2 sont chacun supérieurs à 0,25 mm et inférieurs à 0,40 mm, de préférence compris dans un domaine de 0,28 à 0,35 mm.
7. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel la densité, respectivement d_2 et d_3 , des premiers (120) et deuxièmes (130) renforts métalliques dans respectivement les deuxième (C2) et troisième (C3) couches de caoutchouc, mesurée dans la direction axiale (Y), est comprise entre 100 et 180 fils/dm.
8. Pneumatique selon la revendication 7, dans lequel les densités d_2 et d_3 sont chacune comprises entre 110 et 170, de préférence entre 120 et 160 fils/dm.
9. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel la contraction thermique CT des renforts textiles (110), après 2 min à 185°C, est inférieure à 7,5%.
10. Pneumatique selon la revendication 9, dans lequel CT est inférieure à 7,0%, de préférence inférieur à 6,0%.
11. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel l'épaisseur moyenne Ez_1 de caoutchouc séparant un renfort textile (110) du premier renfort métallique (120) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure ou égale à 0,60 mm, Ez_1 étant mesurée dans la partie centrale de la ceinture du pneumatique à l'état vulcanisé, de part et d'autre du plan médian (M) sur une largeur axiale totale de 10 cm.
12. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel l'épaisseur moyenne Ez_2 de caoutchouc séparant un premier renfort métallique (120) du deuxième renfort métallique (130) qui lui est le plus proche, mesurée dans la direction radiale (Z), est inférieure ou égale à 0,60 mm, Ez_2 étant mesurée dans la partie centrale de la ceinture

du pneumatique à l'état vulcanisé, de part et d'autre du plan médian (M) sur une largeur axiale totale de 10 cm.

5 **13.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel Ez_1 est comprise entre 0,15 et 0,50 mm.

14. Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel Ez_2 est comprise entre 0,20 et 0,60 mm.

10 **15.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel l'inégalité suivante est vérifiée :

$$0,15 < Ez_1 / (Ez_1 + T + D1) < 0,50$$

15 **16.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel l'inégalité suivante est vérifiée :

$$0,20 < Ez_2 / (Ez_2 + D1 + D2) < 0,50$$

20 **17.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans lequel l'inégalité suivante est vérifiée :

$$0,25 < (Ez_1 + Ez_2) / (Ez_1 + Ez_2 + T + D1 + D2) < 0,60$$

25 **18.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, dans lequel l'acier constitutif des renforts métalliques (120, 130) est un acier au carbone.

30 **19.** Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, dans lequel le matériau textile thermorétractile constitutif des renforts textiles (110) est un polyamide ou un polyester.

Fig. 1

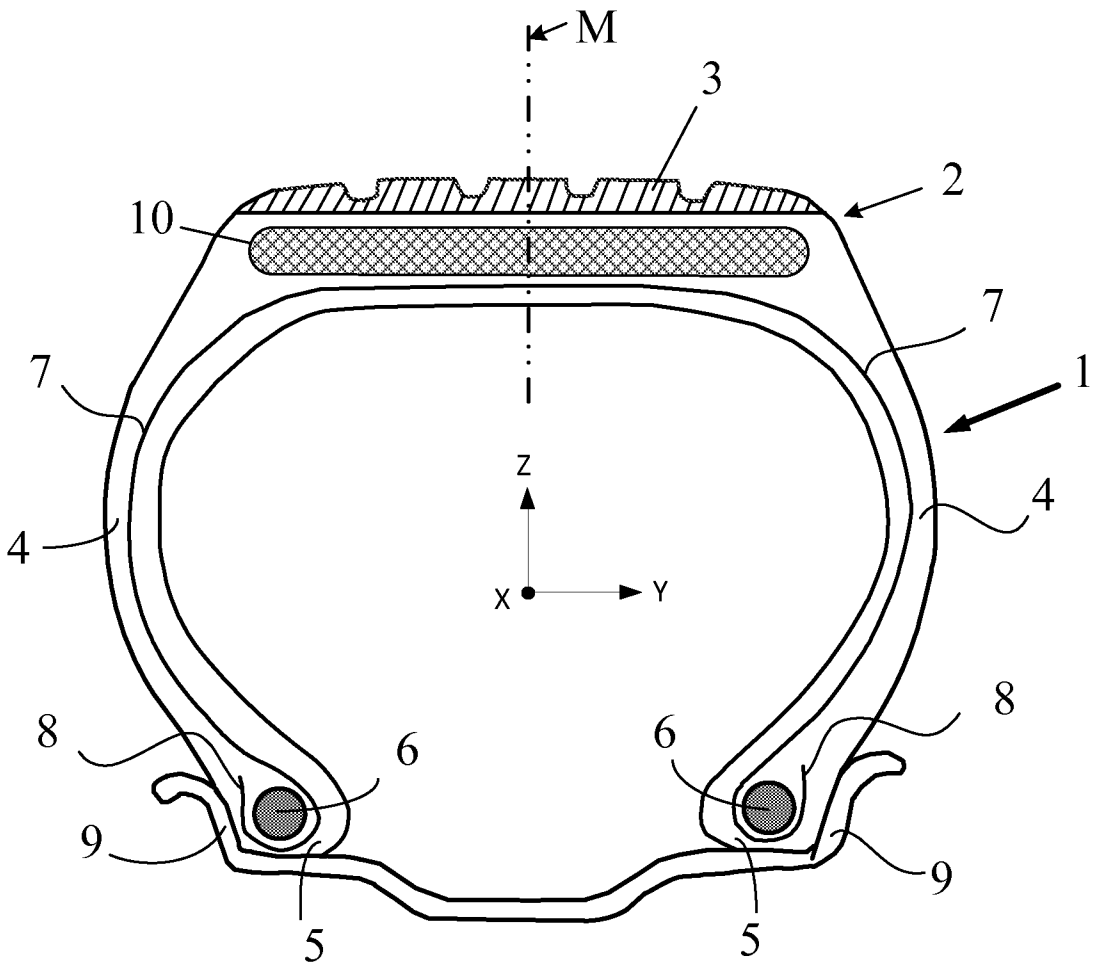


Fig. 2

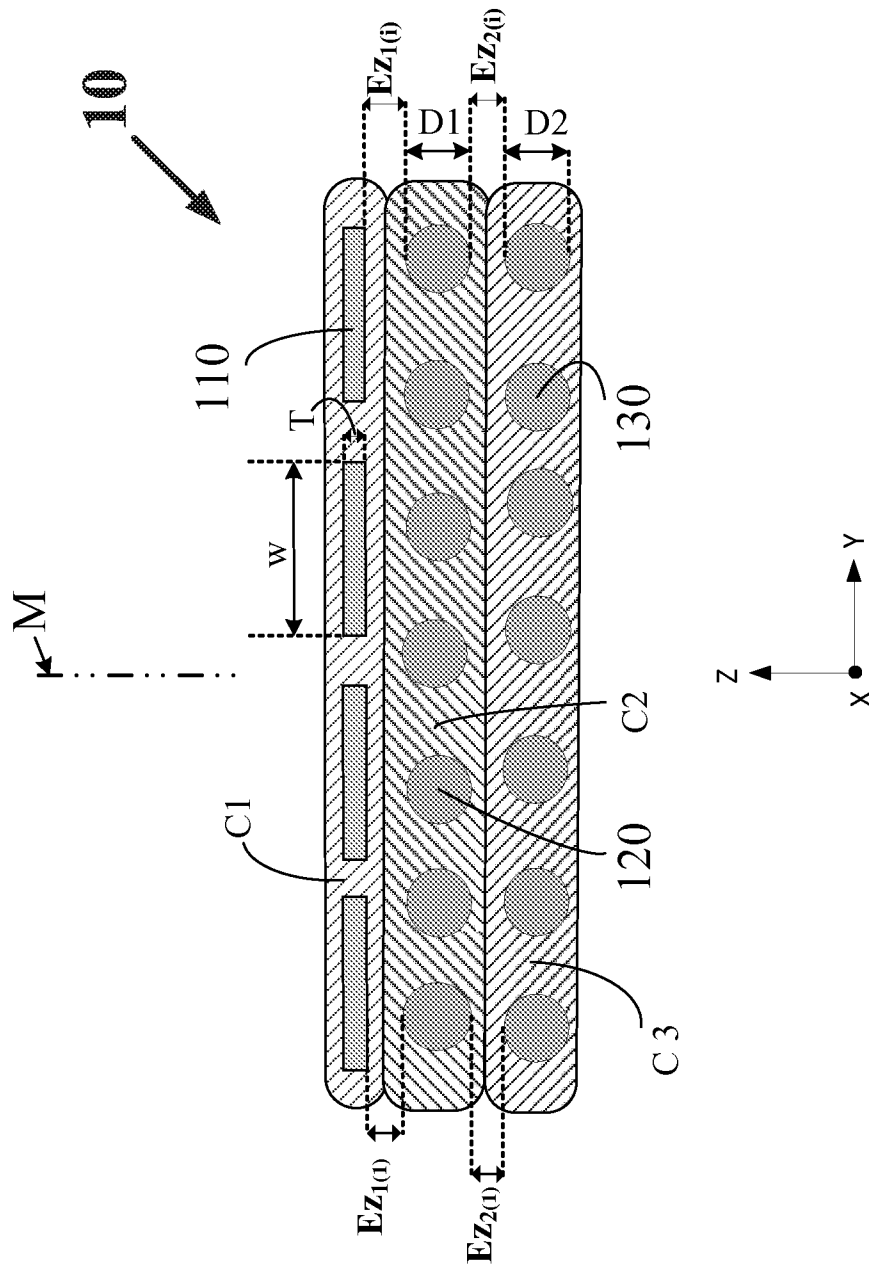
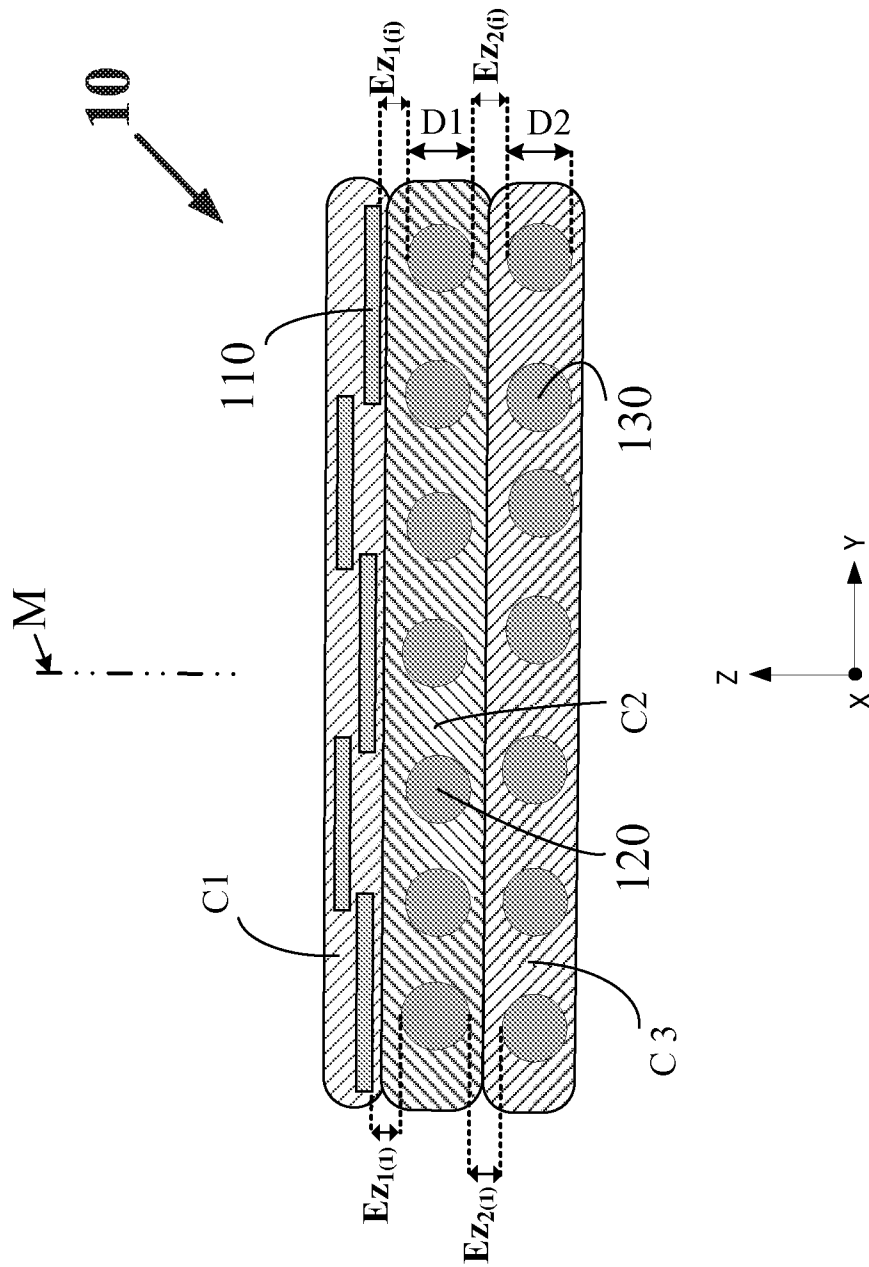


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60C9/00 B60C9/20 B60C9/22
 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)
 B60C
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/014575 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 5 February 2015 (2015-02-05) cited in the application claims 1-16; figures 1,2 -----	1-19
Y	EP 2 781 369 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 24 September 2014 (2014-09-24) paragraphs [0002] - [0009], [0029]; claims 1-9; figures 1-4 -----	1-19
Y	EP 2 957 436 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 23 December 2015 (2015-12-23) paragraphs [0002], [0006], [0030], [0035]; claims 1-12; figures 1-4 -----	1-19
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 2 May 2017	Date of mailing of the international search report 11/05/2017
---	--

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 Carneiro, Joaquim
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/050365

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/165777 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 5 November 2015 (2015-11-05) claims 1-36; figures 1-8 -----	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/050365

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015014575	A1	05-02-2015	
		CN 105408131 A	16-03-2016
		EP 3027429 A1	08-06-2016
		FR 3009238 A1	06-02-2015
		JP 2016527139 A	08-09-2016
		KR 20160037919 A	06-04-2016
		US 2016159155 A1	09-06-2016
		WO 2015014575 A1	05-02-2015

EP 2781369	A1	24-09-2014	
		DE 102013102895 A1	25-09-2014
		EP 2781369 A1	24-09-2014
		ES 2558468 T3	04-02-2016

EP 2957436	A1	23-12-2015	
		DE 102014211790 A1	24-12-2015
		EP 2957436 A1	23-12-2015

WO 2015165777	A1	05-11-2015	
		CN 106457908 A	22-02-2017
		EP 3137317 A1	08-03-2017
		FR 3020369 A1	30-10-2015
		KR 20160147767 A	23-12-2016
		US 2017050468 A1	23-02-2017
		WO 2015165777 A1	05-11-2015

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050365

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C9/00 B60C9/20 B60C9/22 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) B60C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2015/014575 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 5 février 2015 (2015-02-05) cité dans la demande revendications 1-16; figures 1,2 -----	1-19
Y	EP 2 781 369 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 24 septembre 2014 (2014-09-24) alinéas [0002] - [0009], [0029]; revendications 1-9; figures 1-4 -----	1-19
Y	EP 2 957 436 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 23 décembre 2015 (2015-12-23) alinéas [0002], [0006], [0030], [0035]; revendications 1-12; figures 1-4 ----- -/--	1-19
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 2 mai 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 11/05/2017
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 Carneiro, Joaquim

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2015/165777 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 5 novembre 2015 (2015-11-05) revendications 1-36; figures 1-8 -----	1-19

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/050365

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2015014575 A1	05-02-2015	CN 105408131 A	16-03-2016
		EP 3027429 A1	08-06-2016
		FR 3009238 A1	06-02-2015
		JP 2016527139 A	08-09-2016
		KR 20160037919 A	06-04-2016
		US 2016159155 A1	09-06-2016
		WO 2015014575 A1	05-02-2015
EP 2781369 A1	24-09-2014	DE 102013102895 A1	25-09-2014
		EP 2781369 A1	24-09-2014
		ES 2558468 T3	04-02-2016
EP 2957436 A1	23-12-2015	DE 102014211790 A1	24-12-2015
		EP 2957436 A1	23-12-2015
WO 2015165777 A1	05-11-2015	CN 106457908 A	22-02-2017
		EP 3137317 A1	08-03-2017
		FR 3020369 A1	30-10-2015
		KR 20160147767 A	23-12-2016
		US 2017050468 A1	23-02-2017
		WO 2015165777 A1	05-11-2015