

(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 2019/077290 A1

(43) Date de la publication internationale
25 avril 2019 (25.04.2019)

(51) Classification internationale des brevets :
B60C 9/22 (2006.01) B60C 9/18 (2006.01)
B60C 9/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2018/052625

(22) Date de dépôt international :
22 octobre 2018 (22.10.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1759913 20 octobre 2017 (20.10.2017) FR

(71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR] ; 23, Place des Carmes-Déchaux, 63000 CLERMONT-FERRAND (FR).

(72) Inventeur : PATAUT, Gaël ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, CBS/CORP/J/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR).

(74) Mandataire : DESBORDES, Guillaume ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, 23, place des Carmes-Déchaux, CBS/CORP/J/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, JO, 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,

(54) Title: TYRE COMPRISING REINFORCING ELEMENTS IN THE FORM OF LAMINATED STRIPS

(54) Titre : PNEUMATIQUE COMPRENANT DES ELEMENTS DE RENFORT SOUS FORME DE BANDELETTES STRATIFIEES

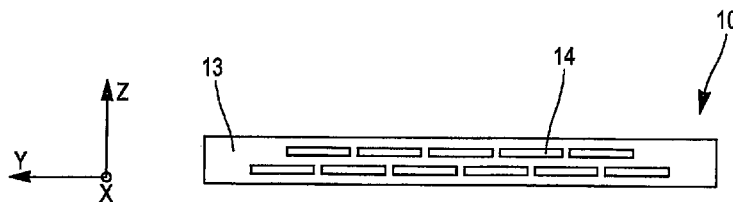


FIG. 3A

(57) Abstract: The tyre comprises a carcass ply connecting two beads via two sidewalls, said carcass ply being topped radially towards the outside of the tyre by a crown reinforcement zone (10) which is in turn topped radially towards the outside of the tyre by a tread, the crown reinforcement zone comprising a plurality of reinforcing strips (14) disposed on at least one ply of strips. The strips are disposed in a juxtaposed manner and at an angle of less than or equal to 15° with respect to the circumferential direction. Each reinforcing strip is made up of a laminate of at least 3 composite layers, each composite layer comprising oriented fibres that have a tensile modulus less than or equal to 30 GPa, are parallel to one another, and are coated with a polymer matrix (13).

(57) Abrégé : Le pneumatique comprend une nappe de carcasse reliant deux bourrelets par l'intermédiaire de deux flancs, ladite nappe de carcasse étant surmontée radialement vers l'extérieur du pneumatique par une zone de renfort de sommet (10) et elle-même surmontée radialement vers l'extérieur du pneumatique par une bande de roulement, la zone de renfort de sommet comprenant une pluralité de bandelettes (14) de renfort disposées sur au moins une nappe de bandelettes. Les bandelettes étant disposées de manière juxtaposées et avec un angle inférieur ou égal à 15° par rapport à la direction circonférentielle. Chaque bandelette de renfort est constituée par un stratifié d'au moins 3 couches composites, chaque couche composite comprenant des fibres orientées présentant un module en extension inférieur ou égal à 30 GPa, parallèles entre elles, enrobées d'une matrice polymérique (13).



WO 2019/077290 A1

MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

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

PNEUMATIQUE COMPRENANT DES ELEMENTS DE RENFORT SOUS FORME DE BANDELETTES STRATIFIEES

5 [001] La présente invention concerne des éléments de renfort de pneumatique. Elle concerne plus particulièrement des éléments architecturaux de sommet de pneumatique.

10 [002] Les pneumatiques à carcasse radiale, couramment appelés «pneumatiques radiaux », se sont progressivement imposés sur la plupart des marchés et en particulier sur le marché des pneumatiques pour véhicules de tourisme. Ce succès est dû en particulier aux qualités d'endurance, de confort, de légèreté et de faible résistance au roulement de la technologie radiale.

15 [003] Le pneumatique radial est essentiellement constitué de flancs souples et d'un sommet plus rigide, les flancs s'étendant radialement des bourrelets jusqu'au épaules délimitant le sommet, le sommet supportant la bande de roulement du pneumatique. Chacune de ces parties du pneumatique ayant de fonctions propres, leur armature est également spécifique. Une caractéristique de la technologie radiale est qu'elle permet d'adapter précisément l'armature de chacune de ces parties de manière relativement indépendante.

20 [004] Un pneumatique radial de tourisme comprend de manière connue une armature de carcasse radiale formée de renforts (généralement textiles) reliant les deux bourrelets du pneumatique, et une armature de sommet comprenant :

25 - deux couches (ou nappes) croisées de triangulation de sommet consistant essentiellement en des renforts (généralement métalliques) formant chacune un angle d'environ 30 degrés avec la direction circonférentielle du pneumatique ;

30 - une ceinture de sommet consistant essentiellement en des renforts pratiquement parallèles à la direction circonférentielle du pneumatique, appelés souvent renforts à 0 degré même s'ils forment en général un angle non nul avec la direction circonférentielle, par exemple un angle allant de 0 à 10 degrés.

35 [005] En schématisant, la carcasse a pour fonction première de contenir la pression interne du pneumatique, les nappes croisées ont pour fonction première de donner au pneumatique sa rigidité de dérive et la ceinture de sommet a pour fonction première de résister à la centrifugation de sommet à haute vitesse. En outre, la coopération de tous ces éléments d'armature crée ce que l'on appelle la « triangulation du sommet ». C'est cette triangulation qui procure au pneumatique sa capacité à maintenir une

forme relativement cylindrique face aux diverses sollicitations.

[006] Chacun de ces éléments de l'armature de sommet est généralement associé par calandrage à des mélanges élastomères. L'empilement de ces éléments est alors rendu solidaire au cours de la vulcanisation du pneumatique.

5 **[007]** Après plusieurs décennies de recherche, de progrès et d'optimisation de l'architecture des pneumatiques radiaux, c'est la combinaison de tous ces éléments d'armature (carcasse, couches croisées, ceinture) qui permet au pneumatique radial d'atteindre les indéniables performances de confort, de longévité et de coût de revient qui font son succès. Tout au long de ce développement, on a cherché à améliorer les
10 performances des pneumatiques, par exemple du point de vue de leur masse et de leur résistance au roulement. C'est ainsi que le sommet du pneumatique radial a vu progressivement son épaisseur diminuer par l'adoption de renforts de plus en plus performants et de calandrages de plus en plus minces de manière à fabriquer les pneumatiques les plus légers possibles, présentant une moindre résistance au
15 roulement.

[008] Le document WO2010115860 décrit un pneumatique pour véhicule de tourisme dans lequel l'armature de sommet est constituée de trois éléments distincts et séparés : une armature de carcasse radiale composée de renforts reliant les deux talons du pneumatique, une ceinture de sommet constituée essentiellement d'éléments de
20 renfort parallèles à la direction circonférentielle du pneumatique, et une couche de sommet de triangulation constituée essentiellement d'éléments de renfort formant un angle par rapport à la circonférence du pneumatique. Une telle architecture présente de nombreux avantages du point de vue des performances du pneumatique, mais implique un procédé de fabrication complexe, avec de nombreuses étapes. Enfin, le
25 nombre de sous-couches présentes limite les gains potentiels en termes de masse.

[009] Le document EP 0101400 décrit un pneumatique radial ayant une pluralité de bandes annulaires semi-rigides disposées dans une portion de couronne du pneumatique. Les bandes sont disposées sensiblement sur toute la largeur de la bande de roulement du pneumatique. Selon un mode de réalisation particulier, la
30 bande de roulement comprend une structure de renforcement avec une bande centrale et deux bandes latérales. Les bandes relativement larges, indépendantes les unes des autres, comportent chacune des renforts fibreux incorporés dans une matrice de résine époxy, formant une structure en arceaux semi-rigides. On retrouve ainsi une grande complexité de réalisation.

35 **[010]** Pour pallier ces différents inconvénients, notamment la complexité de réalisation, le document WO2017/013575 décrit un pneumatique pour véhicule de

tourisme comprenant une zone de renfort de sommet comportant deux couches superposées radialement, chaque couche étant constituée par des bandelettes composites enrobées d'une composition élastomère disposées de manière juxtaposées et avec un angle d'environ 0° par rapport à la direction circonférentielle, qui peuvent intégrer un film thermoplastique.

[011] Cependant il existe toujours un besoin d'optimiser encore les performances en termes de rigidité d'extension et rigidité en cisaillement tout en minimisant la masse de la zone de renfort de sommet des pneumatiques.

[012] La demanderesse en poursuivant ses recherches a découvert qu'une nouvelle architecture de zone de renfort de pneumatique permettait tout en continuant à pallier les inconvénients connus des architectures classiques, à améliorer de façon très surprenante la résistance au roulement des pneumatiques possédant une telle nouvelle architecture.

[013] L'invention a donc pour objet un pneumatique comprenant une nappe de carcasse reliant deux bourrelets par l'intermédiaire de deux flancs, ladite nappe de carcasse étant surmontée radialement vers l'extérieur du pneumatique par une zone de renfort de sommet et elle-même surmontée radialement vers l'extérieur du pneumatique par une bande de roulement, la zone de renfort de sommet comprenant une pluralité de bandelettes de renfort disposées sur au moins une nappe de bandelettes, lesdites bandelettes (14) étant disposées de manière juxtaposées et avec un angle inférieur ou égal à 15° par rapport à la direction circonférentielle, **caractérisé en ce que** chaque bandelette de renfort est constituée par un stratifié d'au moins 3 couches composites, chaque couche composite comprenant des fibres orientées présentant un module en extension inférieur ou égal à 30 GPa, parallèles entre elles, enrobées d'une matrice polymérique.

[014] Par pneumatique, on entend un bandage qui, une fois monté sur un support de montage, par exemple une jante, délimite une cavité fermée, cette cavité étant pressurisable par un gaz.

[015] Conformément à l'invention, chaque bandelette forme un angle inférieur ou égal à 15° avec la direction circonférentielle du pneumatique. En effet, chaque bandelette, de par sa forme, s'étend selon une direction principale selon sa plus grande longueur et cette direction principale de la bandelette forme un angle inférieur ou égal à 15° avec la direction circonférentielle du pneumatique.

[016] Dans un premier mode de réalisation, les fibres orientées sont constituées par des filés (appelés en anglais « roving ») unitaires parallèles entre eux. Dans ce mode de réalisation, chaque couche composite est constituée par les fibres orientées

enrobées de la matrice polymérique.

[017] Dans un deuxième mode de réalisation, les fibres orientées sont constituées par des éléments filaires d'un tissu comprenant des premiers éléments filaires sensiblement parallèles entre eux et des deuxièmes éléments filaires sensiblement
5 parallèles entre eux s'entrecroisant avec les premiers éléments filaires, les fibres orientées étant soit les premiers éléments filaires soit les deuxièmes éléments filaires. Ce deuxième mode de réalisation permet ainsi de réaliser une seule couche composite comprenant des premières et deuxièmes fibres orientées appartenant à un même tissu là où le premier mode de réalisation aurait nécessité deux couches
10 composites comprenant chacune des fibres orientées.

[018] Dans un mode de réalisation préférentiel, le pneumatique comprenant un sommet surmontant radialement vers l'extérieur du pneumatique la nappe de carcasse et comprenant la bande de roulement et la zone de renfort de sommet, le sommet est, à l'exception de la zone de renfort de sommet, dépourvu de toute nappe renforcée par
15 des éléments de renfort filaires agencés sensiblement parallèlement les uns aux autres et noyés dans une matrice de composition de caoutchouc. Les éléments de renfort filaires de telles nappes renforcées exclues du sommet du pneumatique comprennent les éléments de renfort filaires métalliques et les éléments de renfort filaires textiles.

[019] Dans un mode de réalisation très préférentiel, le pneumatique comprenant un sommet surmontant radialement vers l'extérieur du pneumatique la nappe de carcasse, le sommet est constitué par la zone de renfort de sommet et la bande de roulement.

[020] Dans un mode de réalisation encore plus préférentiel, la zone de renfort de
25 sommet est, à l'exception de la ou des nappes de bandelettes noyées dans la matrice de composition de caoutchouc, dépourvue de toute nappe renforcée par des éléments de renfort filaires agencés sensiblement parallèlement les uns aux autres et noyés dans une matrice de composition de caoutchouc. Les éléments de renfort filaires de telles nappes renforcées exclues de la zone de renfort de sommet du pneumatique
30 comprennent les éléments de renfort filaires métalliques et les éléments de renfort filaires textiles.

[021] Dans le mode de réalisation le plus préférentiel, la zone de renfort de sommet est constituée par la ou les nappes de bandelettes noyées dans la matrice de composition de caoutchouc.

[022] En outre, de façon très avantageuse, le pneumatique est, radialement entre la
35 nappe de carcasse et le sommet, dépourvu de toute nappe renforcée par des

éléments de renfort filaires agencés sensiblement parallèlement les uns aux autres et noyés dans une matrice de composition de caoutchouc. Les éléments de renfort filaires de telles nappes renforcées exclues d'entre la nappe de carcasse et le sommet comprennent les éléments de renfort filaires métalliques et les éléments de renfort
5 filaires textiles.

[023] Dans un mode de réalisation préférentiel permettant d'améliorer les propriétés mécaniques du pneumatique, la zone de renfort de sommet comprend au moins deux nappes de bandelettes, une première nappe de bandelettes radialement à l'intérieur et une deuxième nappe de bandelettes radialement à l'extérieur, lesdites bandelettes
10 de chaque première et deuxième nappe de bandelettes étant disposées de manière juxtaposées et avec un angle inférieur ou égal à 15° par rapport à la direction circonférentielle.

[024] Toujours dans un mode de réalisation permettant d'améliorer les propriétés mécaniques du pneumatique, les bandelettes de ladite deuxième nappe de
15 bandelettes recouvrent les bandelettes de ladite première nappe de bandelettes d'au moins 20%. Selon une variante de réalisation préférée de l'invention, le recouvrement moyen entre les bandelettes des deux nappes de bandelettes est supérieur ou égal à 40%.

[025] Avantageusement, le recouvrement moyen entre les bandelettes des première
20 et deuxième nappes de bandelettes est inférieur ou égal à 80%, de préférence à 60%.

[026] Le recouvrement moyen entre des première et deuxième nappes de bandelettes est la moyenne des recouvrements unitaires des bandelettes de la première nappe par les bandelettes de la deuxième nappe. Le recouvrement unitaire
25 entre une bandelette de la première nappe et une ou plusieurs bandelettes de la deuxième nappe est le rapport en pourcent de la largeur axiale de la projection radiale de la bandelette de la première nappe sur la ou les bandelettes de la deuxième nappe sur la largeur axiale de la bandelette de la première nappe.

[027] Dans une variante dans laquelle le pneumatique comprend au moins trois nappes de bandelettes, le recouvrement moyen entre les bandelettes de chaque
30 nappe de bandelettes recouvrant les bandelettes de la nappe de bandelettes qui lui est radialement intérieure est supérieur ou égal à 20%, de préférence à 40% et inférieur ou égal à 80%, de préférence à 60%.

[028] Selon une autre variante de réalisation préférée de l'invention, les bandelettes sont disposées sur quatre nappes de bandelettes, les bandelettes de chaque nappe
35 de bandelettes recouvrant les bandelettes de la nappe de bandelettes qui lui est radialement intérieure d'au moins 20% et d'au plus 80%.

- 5 [029] De préférence, lesdites bandelettes de chaque nappe de bandelettes sont disposées de manière juxtaposées dans chaque nappe et avec un angle inférieur à 12° avec la direction circonférentielle, plus préférentiellement inférieur ou égal à 10° avec la direction circonférentielle, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à 5° avec la direction circonférentielle et très préférentiellement sensiblement nul avec la direction circonférentielle.
- [030] Très avantageusement, chaque nappe de bandelettes est noyée dans une matrice de composition de caoutchouc qui présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension à 10% d'allongement supérieur ou égal à 10 MPa.
- 10 [031] Préférentiellement, pour chaque couche composite, l'angle formé par les fibres orientées avec la direction circonférentielles va de -90° à 90° .
- [032] Le signe positif ou négatif d'un angle est défini par son orientation, c'est-à-dire le sens, horaire ou anti-horaire, dans lequel il faut tourner à partir d'une droite de référence, ici la direction circonférentielle du pneumatique, définissant l'angle pour
15 atteindre l'autre droite définissant l'angle. Par exemple, on peut prendre comme convention qu'un angle orienté dans le sens anti-horaire à partir de la droite de référence, ici la direction circonférentielle, est de signe positif et qu'un angle orienté dans le sens horaire à partir de la droite de référence, ici la direction circonférentielle, est de signe négatif. On pourrait également prendre la convention inverse.
- 20 [033] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, chaque stratifié comprend :
- n couche(s) composite(s) intérieure(s) ayant chacune des fibres dont l'angle avec la direction circonférentielle est, en valeur absolue, inférieur ou égal à 10° , n étant un nombre supérieur ou égal à 1, de préférence allant de 1 à 20, et dans le cas où $n > 1$ ces couches composites intérieures étant juxtaposées les
25 unes aux autres, et encadrée(s) de part et d'autre respectivement par m couches composites extérieures,
 - chaque couche composite extérieure ayant des fibres formant un angle avec la direction circonférentielle distinct de 0° , m allant de 1 à 8, et dans le cas où $m > 1$ l'angle des fibres des couches composites extérieures successives
30 disposées d'un même côté de la ou des couches composites intérieures étant identique ou différent.
- [034] Dans des modes de réalisation préférés, l'angle des fibres orientées de chaque couche composite intérieure est, en valeur absolue, inférieur ou égal à 5° et plus préférentiellement sensiblement nul. Toujours de façon préférée, l'angle des fibres
35 orientées de chaque couche composite extérieure est, en valeur absolue, strictement supérieur à 10° , de préférence, en valeur absolue, va de 30° à 60° . Par en valeur

absolue, va de de 30° à 60° , on comprend que l'angle va de -60° à -30° lorsque l'angle est orienté négativement et de 30° à 60° lorsque l'angle est orienté positivement.

5 **[035]** Avantagement, l'angle des fibres de deux couches composites extérieures disposées symétriquement de chaque côté de la ou des couches composites intérieures est identique. Ainsi, les angles des fibres des couches composites se compensent et on maximise la rectitude de chaque stratifié ce qui facilite son utilisation lors du procédé de fabrication du pneumatique. Cela permet également d'obtenir les performances mécaniques attendues du stratifié au sein du pneumatique par rapport à un stratifié présentant des défauts de rectitude.

10 **[036]** Selon un autre mode de réalisation préféré de l'invention, n étant un nombre supérieur ou égal à 3, l'angle des fibres de deux couches composites extérieures disposées symétriquement de chaque côté des couches composites intérieures est identique en valeur absolue mais de signe opposé. Ainsi, on compense le potentiel manque de rectitude dû à l'opposition des signes des angles des fibres des couches
15 composites en utilisant un nombre significativement important de couches composites intérieures qui rigidifient le stratifié.

[037] MESURES ET TESTS

20 **[038]** Les compositions de caoutchouc sont caractérisées, avant et après cuisson, comme indiqué ci-après.

[039] Essais de traction

25 **[040]** On mesure en seconde élongation (i.e., après un cycle d'accommodation au taux d'extension prévu pour la mesure elle-même). Ces essais de traction permettent de déterminer les contraintes d'élasticité et les propriétés à la rupture. Sauf indication différente, ils sont effectués conformément à la norme française NF T 46-002 de septembre 1988. On mesure en seconde élongation (i.e., après un cycle d'accommodation au taux d'extension prévu pour la mesure elle-même) les modules
30 sécants nominaux en extension (ou contrainte apparente, en MPa) à 10% d'allongement (notés MA 10) à $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, et dans les conditions normales d'hygrométrie.

[041] Masse du pneumatique

35 **[042]** Le pneumatique est pesé à l'aide d'une balance. On attribue arbitrairement un indice de 100 pour la masse d'un pneumatique témoin. Un indice inférieur à 100 pour les pneumatiques comparés au pneumatique témoin indique que les pneumatiques

comparés ont une masse inférieure au pneumatique témoin, ce qui est très favorable pour la performance de résistance au roulement.

[043] Résistance au roulement

5 **[044]** La résistance au roulement des pneumatiques a été mesurée sur un volant, selon la méthode ISO 87-67 (1992). Pour plus de lisibilité les résultats seront indiqués en performance en base 100, la valeur 100 étant attribuée au témoin. Un résultat inférieur à 100 indiquant une diminution de la résistance au roulement donc une performance améliorée, et inversement, un résultat supérieur à 100, indiquera une augmentation de la résistance au roulement donc une performance diminuée.

[045] DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

15 **[046]** Dans la présente description, sauf indication expresse différente, 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).

20 **[047]** Tous les détails de réalisation sont donnés dans la description qui suit, illustrés par les figures 1 à 4 présentées uniquement à des fins d'exemples non limitatifs, et dans lesquelles:

- la figure 1 est une représentation schématique en perspective d'un pneumatique selon l'art antérieur ;
- la figure 2 est une vue en coupe d'un pneumatique selon l'invention ;
- la figure 3A est une représentation schématique d'un exemple de renfort sommet de pneumatique selon l'invention comportant des alignements de bandelettes;
- 25 - la figure 3B est une représentation schématique d'un deuxième exemple de renfort sommet de pneumatique selon l'invention comportant des alignements de bandelettes;
- la figure 4 est une vue éclatée d'un exemple de réalisation d'une bandelette conforme à l'invention constituée d'un stratifié de 7 couches composites.

30 **[048]** Dans le présent document, par « recouvrement de bandelettes », ou chevauchement, on entend un agencement dont les bandelettes d'une nappe de bandelettes radialement extérieure recouvrent ou chevauchent les bandelettes de la nappe de bandelettes radialement intérieure, c'est-à-dire que la projection dans la direction radiale d'une bandelette sur la bandelette de niveau inférieur est non nulle.

35 Le recouvrement peut varier selon les modes de réalisation. Ce recouvrement forme un couplage entre les nappes générant une cohésion de l'ensemble de la zone de

renfort du sommet. Ce couplage permet en particulier une transmission d'efforts de cisaillement entre les nappes. On ne tient pas compte dans ce positionnement de la présence de la matrice de composition de caoutchouc.

5 [049] Dans les figures, on a représenté un repère X, Y, Z correspondant aux orientations habituelles respectivement axiale (selon la direction Y), radiale (selon la direction Z) et circonférentielle (selon la direction X) d'un pneumatique.

[050] Par « direction longitudinale » ou « direction circonférentielle », on entend une direction qui correspond à la périphérie du pneumatique et qui est définie par la direction de roulement du pneumatique.

10 [051] Par « direction axiale », on entend une direction parallèle à l'axe de roulement du pneumatique.

[052] Par « bande de roulement » d'un pneumatique, on entend une quantité de mélange élastomère délimitée par des surfaces latérales et par deux surfaces principales dont l'une est destinée à entrer en contact avec une chaussée lorsque le
15 pneumatique roule.

[053] Par « flanc » d'un pneumatique, on entend une surface latérale du pneumatique disposée entre la bande de roulement du pneumatique et un bourrelet de ce pneumatique.

[054] Par « bourrelet » d'un pneumatique, on entend une partie du pneumatique
20 destinée à prendre assise sur une jante de roue.

[055] Dans le présent document, par « carcasse », ou « nappe de carcasse », on entend une structure de renfort pour pneumatique sous forme d'une couche constituée d'une matrice en matériau élastomère dans laquelle des filaments ou fils, généralement textiles, sont agencés selon un alignement sensiblement parallèle et
25 longitudinal. La nappe de carcasse est avantageusement fabriquée à plat, en grande longueur, puis découpée aux dimensions adéquates pour la fabrication d'un pneumatique pour lequel la nappe de carcasse est adaptée.

[056] La figure 1 illustre une vue en perspective d'un pneumatique partiellement découpé couche par couche, pour véhicule de tourisme selon l'état de la technique.
30 Une armature de carcasse 2 reliée aux bourrelets 5 autour de tringles 7 s'étend le long des flancs 3 et du sommet 4. L'armature de carcasse 2 est formée de renforts orientés radialement. Les renforts sont des câbles textiles (par exemple en nylon, rayonne, polyester). Au niveau du sommet du pneumatique, la carcasse est surmontée de deux couches croisées 20, 21 de triangulation, et d'une ceinture 22. Les deux couches
35 croisées 20, 21 de triangulation de sommet comportent des renforts orientés selon un angle compris sensiblement entre 20 et 40 degrés de part et d'autre de la direction

circonférentielle du pneumatique. Des câbles métalliques constituent les renforts des couches croisées 20, 21. Une couche 8 de mélange élastomère d'étanchéité recouvre la cavité interne du pneumatique. Une bande de roulement 6 surmonte l'ensemble. Cette architecture implique plusieurs couches de semi-finis, requérant un procédé de fabrication avec de nombreuses étapes intermédiaires. Les nombreuses couches rendent le pneumatique relativement lourd.

[057] La figure 2 représente un pneumatique 1 selon l'invention, comprenant des flancs 3 surmontés d'un sommet 4 et une nappe de carcasse 2 s'étendant d'un bourrelet 5 à l'autre, en passant par les flancs 3 et le sommet 4. Le sommet 4 surmonte radialement vers l'extérieur du pneumatique la nappe de carcasse 2 et comprend, en plus de la bande de roulement 6, une zone de renfort sommet 10 pourvue de bandelettes formant un angle inférieur ou égal à 15° avec la direction circonférentielle, de préférence inférieur à 12° avec la direction circonférentielle, plus préférentiellement inférieur ou égal à 10° avec la direction circonférentielle, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à 5° avec la direction circonférentielle et très préférentiellement circonférentielles, c'est-à-dire orientées sensiblement à 0° par rapport à la direction circonférentielle. Divers modes de réalisation des bandelettes sont décrits ci-après. La zone de renfort de sommet 10 est radialement agencée entre la bande de roulement 6 et la nappe de carcasse 2.

[058] La figure 3A illustre un premier mode de réalisation d'une zone sommet 10 selon l'invention. Selon ce mode de réalisation, une pluralité de bandelettes (14) constituent deux nappes de bandelettes, une première nappe de bandelettes radialement à l'intérieur et une deuxième nappe de bandelettes radialement à l'extérieur, les bandelettes de ladite deuxième nappe de bandelettes recouvrant les bandelettes de ladite première nappes de bandelettes d'au moins 20%, lesdites bandelettes (14) desdites première et deuxième nappe de bandelettes étant disposées de manière juxtaposées. Chacune de ces nappes de bandelettes est noyée dans une matrice de composition de caoutchouc (13) qui présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension à 10% d'allongement supérieur ou égale à 10MPa.

[059] Chaque bandelette de renfort des nappes de bandelettes est constituée par un stratifié d'au moins 3 couches composites, chaque couche composite comprenant des fibres (15, 15', 15'') à bas module orientées, parallèles entre elles et formant un angle avec la direction circonférentielle, enrobées d'une matrice polymérique.

[060] Matrice de composition de caoutchouc

[061] Par l'expression composition "à base de", il faut entendre une composition

comportant le mélange et/ou le produit de réaction des différents constituants utilisés, certains de ces constituants de base étant susceptibles de, ou destinés à, réagir entre eux, au moins en partie, lors des différentes phases de fabrication de la composition, en particulier au cours de sa réticulation ou vulcanisation.

- 5 **[062]** On notera que les composés mentionnés ci-dessous et entrant dans la préparation de compositions de caoutchouc peuvent être d'origine fossile ou biosourcés. Dans ce dernier cas, ils peuvent être, partiellement ou totalement, issus de la biomasse ou obtenus à partir de matières premières renouvelables issues de la biomasse. Sont concernés notamment les polymères, les plastifiants, les charges....
- 10 **[063]** La matrice de composition de caoutchouc est à base d'au moins un élastomère, diénique ou non diénique (par exemple thermoplastique) ; il s'agit de préférence d'une composition du type réticulée ou réticulable c'est-à-dire qu'elle comprend alors un système de réticulation (notamment un système de vulcanisation) adapté pour permettre la réticulation (durcissement) de la composition lors de sa cuisson (ou
- 15 cuisson de l'article en caoutchouc tel que pneumatique intégrant une zone de sommet conforme à l'invention).
- [064]** Préférentiellement, cette matrice de composition de caoutchouc a pour caractéristique sa rigidité, c'est-à-dire de présenter un module sécant en extension à 10% d'allongement, le module MA10 de chaque composition de caoutchouc est par
- 20 définition supérieur ou égal à 10 MPa, de préférence supérieur à 10 MPa.
- [065]** Selon une autre variante de réalisation préférée de l'invention, cette nappe de composition de caoutchouc peut également présenter une très haute rigidité, c'est-à-dire un module MA10 supérieur ou égal à 30 MPa.
- [066]** De préférence, l'élastomère est un élastomère diénique. De manière connue,
- 25 les élastomères diéniques peuvent être classés dans deux catégories : "essentiellement insaturés" ou "essentiellement saturés". On entend par "essentiellement insaturé", un élastomère diénique issu au moins en partie de monomères diènes conjugués, ayant un taux de motifs ou unités d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 15% (% en moles) ; c'est ainsi que des
- 30 élastomères diéniques tels que les caoutchoucs butyle ou les copolymères de diènes et d'alpha-oléfiniques type EPDM n'entrent pas dans la définition précédente et peuvent être notamment qualifiés d'élastomères diéniques "essentiellement saturés" (taux de motifs d'origine diénique faible ou très faible, toujours inférieur à 15%).
- [067]** Dans la catégorie des élastomères diéniques "essentiellement insaturés", on
- 35 entend en particulier par élastomère diénique "fortement insaturé" un élastomère diénique ayant un taux de motifs d'origine diénique (diènes conjugués) qui est

supérieur à 50%.

[068] Bien qu'elle soit applicable à tout type d'élastomère diénique, la présente invention est préférentiellement mise en œuvre avec un élastomère diénique du type fortement insaturé.

5 **[069]** Cet élastomère diénique est plus préférentiellement choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène, et les
10 d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR) et les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR).

[070] La composition de caoutchouc peut contenir un seul ou plusieurs élastomère(s) diénique(s), ce(s) dernier(s) pouvant être utilisé(s) en association avec tout type
15 d'élastomère synthétique autre que diénique, voire avec des polymères autres que des élastomères. La composition de caoutchouc peut comporter également tout ou partie des additifs connus de l'homme de l'art et habituellement utilisés dans les compositions de caoutchouc destinées à la fabrication de pneumatiques, tels que par
20 exemple des charges renforçantes comme le noir de carbone ou la silice, des agents de couplage, des charges non-renforçantes, des plastifiants (huiles plastifiantes et/ou résines plastifiantes), des pigments, des agents de protection tels que cires anti-
ozone, anti-ozonants chimiques, anti-oxydants, des agents anti-fatigue, des résines renforçantes (telles que décrites par exemple dans la demande WO 02/10269), un système de réticulation, par exemple à base de soufre et autres agents de
vulcanisation, et/ou de peroxyde et/ou de bismaléimide.

25 **[071]** L'homme de l'art saura, à la lumière de la présente description, ajuster la formulation de la composition de caoutchouc afin d'atteindre les niveaux de propriétés (notamment module MA10) souhaités, et adapter la formulation à l'application spécifique envisagée.

[072] Il est bien connu d'augmenter la rigidité des compositions de caoutchouc en
30 augmentant par exemple leur taux de charge renforçante, le taux de soufre et autres agents de vulcanisation, ou encore en introduisant des résines renforçantes, toutes ces solutions pouvant être cumulées pour l'obtention des plus hautes rigidités.

[073] L'espace dans la direction radiale (ou épaisseur) entre deux nappes de bandelettes successives occupée par la matrice de composition de caoutchouc est de
35 préférence comprise entre 0,05 et 2 mm, plus préférentiellement entre 0,1 et 1 mm. Par exemple, des épaisseurs de 0,2 à 0,8 mm se sont révélées tout à fait convenir

pour le renforcement d'un pneumatique.

[074] Nappes de bandelettes

[075] Dans une nappe de bandelettes, le positionnement des bandelettes en quinconce est réalisé par exemple par un premier trancanage débutant à un azimut donné, et un second trancanage avec un pas identique débutant à 180 degrés. En variante, le positionnement des bandelettes est réalisé par un premier trancanage dans une direction axiale donnée, suivi d'un second trancanage dans la direction axiale opposée.

[076] Dans l'exemple de réalisation de la figure 3A, avec une disposition symétrique, deux nappes de bandelettes (14) sont agencées avec un décalage latéral entre les positions des bandelettes des deux nappes d'environ un demi-pas de la bandelette. Le plan principal de chaque nappe est sensiblement axial. Un tel agencement a pour effet de recouvrir les ponts de mélange élastomère de la première nappe, par les bandelettes constituant la deuxième nappe. Les ponts de mélange élastomère entre les bandelettes de la première nappe sont ainsi positionnés sensiblement au milieu des largeurs respectives des bandelettes de la nappe adjacente. Dans cet exemple, la nappe radialement extérieure comporte un enroulement de moins de façon à compenser l'effet du décalage latéral. Le recouvrement moyen entre les bandelettes des deux nappes est d'au moins 20% et de préférence supérieur à 40% et inférieur ou égal à 80%, de préférence à 60%.

[077] L'exemple de réalisation de la figure 3A comporte deux nappes de même largeur, dont l'une est décalée par rapport à l'autre.

[078] En variante, les points de départ et d'arrêt des nappes peuvent éventuellement être unifiés afin d'assurer une certaine uniformité.

[079] La figure 3B illustre un autre mode de réalisation d'une zone sommet 10 selon l'invention. Selon ce mode de réalisation, une pluralité de bandelettes (14) constituent quatre nappes, les bandelettes de chaque nappe de bandelettes recouvrant les bandelettes de la nappe de bandelettes qui lui est radialement intérieure d'au moins 20% et d'au plus 80%, ici d'au plus 50%, lesdites bandelettes (14) de chaque nappe étant disposées de manière juxtaposées et avec un angle par rapport à la direction circonférentielle sensiblement proche de 0 degré, et plus largement selon un angle inférieur ou égal à 15° avec la direction circonférentielle, de préférence inférieur à 12° avec la direction circonférentielle, plus préférentiellement inférieur ou égal à 10° avec la direction circonférentielle, encore plus préférentiellement inférieur ou égal à 5° avec la direction circonférentielle. Le positionnement des bandelettes en quinconce est

réalisé par exemple par un premier trancanage débutant à un azimuth donné et les trancanages suivants pouvant démarrer tous les 90° .

[080] Bandelettes composites

5

[081] Chaque bandelette (14) de renfort est constituée par un stratifié d'au moins 3 couches composites, chaque couche composite comprenant des fibres à bas module orientées, parallèles entre elles et formant un angle avec la direction circonférentielle, enrobées d'une matrice polymérique.

10 **[082]** De préférence, l'angle formé par les fibres orientées avec la direction circonférentielle va de -90° à 90° .

[083] Préférentiellement chaque stratifié comprend :

- 15 - n couche(s) composite(s) intérieure(s) ayant chacune des fibres (15) dont l'angle avec la direction circonférentielle est, en valeur absolue, inférieur ou égal à 10° , n étant un nombre supérieur ou égal à 1, de préférence allant de 1 à 20, plus préférentiellement allant de 1 à 12, encore plus préférentiellement de 1 à 6, et dans le cas où $n > 1$ ces couches composites intérieures étant juxtaposées les unes aux autres, et encadrée(s) de part et d'autre respectivement par m couches composites extérieures,
- 20 - chaque couche composite extérieure ayant des fibres (15', 15'') formant un angle avec la direction circonférentielle distinct de 0° , m allant de 1 à 8, et dans le cas où $m > 1$ l'angle des fibres (15', 15'') des couches composites extérieures successives disposées d'un même côté des couches composites intérieures étant identique ou différent, et l'angle des fibres (15', 15'') de deux couches
- 25 composites extérieures disposées symétriquement de chaque côté de la ou des couches composites intérieures étant identique.

[084] Le nombre total de couches dans le stratifié est donc de $n + 2m$.

30 **[085]** Dans ce mode de réalisation préférentiel, l'angle des fibres orientées de chaque couche composite intérieure est, en valeur absolue, inférieur ou égal à 5° et plus préférentiellement sensiblement nul. Toujours de façon préférée, l'angle des fibres orientées de chaque couche composite extérieure est, en valeur absolue, strictement supérieur à 10° , de préférence, en valeur absolue, va de 30° à 60° .

35 **[086]** La figure 4 illustre un mode de réalisation dans lequel n est égal à 3 et m est égal à 2. Plus préférentiellement l'angle des fibres (15', 15'') des couches composites extérieures est égal à $+45^\circ$ ou à -45° .

[087] Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, n et m sont égaux à 1.

[088] Selon un autre mode de réalisation préférentiel de l'invention, n est égal à 1 et m est égal à 2.

[089] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, chaque stratifié comprend :

- 5 - n couches composites intérieures ayant des fibres (15) dont l'angle avec la direction circonférentielle est 0° , n étant un nombre supérieur ou égal à 3, de préférence allant de 3 à 20, plus préférentiellement allant de 3 à 12, encore plus préférentiellement de 3 à 6, ces couches composites intérieures étant juxtaposées les unes aux autres et encadrées de part et d'autre respectivement
- 10 - chaque couche composite extérieure ayant des fibres (15', 15'') formant un angle avec la direction circonférentielle distinct de 0° , m allant de 1 à 8, et dans le cas où $m > 1$ l'angle des fibres (15', 15'') des couches composites extérieures successives disposées d'un même côté des couches composites intérieures étant identique ou différent, et l'angle des fibres (15', 15'') de deux couches
- 15 composites extérieures disposées symétriquement de chaque côté des couches composites intérieures étant identique en valeur absolue mais de signe opposé.

[090] Dans cet autre mode de réalisation préféré, l'angle des fibres orientées de chaque couche composite intérieure est, en valeur absolue, inférieur ou égal à 5° et plus préférentiellement sensiblement nul. Toujours de façon préférée, l'angle des fibres orientées de chaque couche composite extérieure est, en valeur absolue, strictement supérieur à 10° , de préférence, en valeur absolue, va de 30° à 60° .

[091] Plus préférentiellement l'angle des fibres des couches composites extérieures est égal à $+45^\circ$ ou à -45° .

25 **[092]** Les bandelettes composites peuvent être réalisées à partir de couches composites préimprégnées NTPT 450™ ou NTPT ThinPreg 402™ (qui peuvent être obtenues notamment en l'application du procédé décrit dans le document WO 2016/198171).

30 **[093]** Les couches composites préimprégnées sont déposées crues ou non polymérisées selon les angles souhaités de stratification et forment une laize d'une largeur supérieure à celle des bandelettes.

[094] La laize stratifiée est découpée en bandelette crue ou non polymérisée de largeur souhaitée.

35 **[095]** Les bandelettes crues sont trancannées sur un tambour de grand diamètre (ie 2 mètre de diamètre). Les bandelettes sont cuites sous vide (-850mBar) et sous pression (5 bars) à l'aide des périphériques de cuisson usuels (tels que tissu d'arrachage, feutre

de drainage, film anti-adhésif micro-perforé ou non, film à vide etc.).

[096] Selon un autre mode de réalisation la laize stratifiée est déposée sur un tambour de grand diamètre et cuite sous vide (-850mBar) et sous pression (5 bars) à l'aide des périphériques de cuisson usuels. Après cuisson, la laize est découpée en
5 bandelettes.

[097] De préférence, les bandelettes présentent une épaisseur inférieure ou égale à 1 mm, et plus préférentiellement inférieure ou égale à 0,7 mm.

[098] Eléments constitutifs des bandelettes

10 **[099]** La matrice polymérique de chaque couche composite de stratifié d'une bandelette comprend un polymère thermodurcissable seul ou en coupage avec d'autres polymères.

[0100] Préférentiellement la matrice polymérique peut être choisie parmi les résines thermodurcissables de type polyépoxydes, polyester insaturés, vinylester, cyanate ester, bismalémimides, les polyuréthanes et un coupage de ces résines, Conviennent
15 particulièrement parmi les résines précitées, les résines thermodurcissables ayant une température de transition vitreuse supérieure ou égale à 160°C. Notons que des charges renforçantes (silice, noir de carbone), ou des charges thermoplastiques (Orgasol de chez Arkema) ou des charges élastomériques (Kane Ace de chez Kaneka)
20 pourront être ajoutées aux résines thermodurcissables ci-dessus.

[0101] Ces couches composites possèdent de préférence une masse surfacique d'environ 200g/m² et une épaisseur avant cuisson d'environ 0,2 mm.

[0102] De préférence, on utilise des couches plus fines ayant une masse surfacique inférieure ou égale à 80g/m², plus préférentiellement cette masse allant de 18 g/m² à
25 80g/m², et une épaisseur avant cuisson inférieure à 0,06 mm.

[0103] L'homme de l'art saura adapter le nombre de couches composites selon la masse surfacique de ces couches composites.

[0104] Les fibres de chaque couche composite de stratifié comprennent des fibres de bas module. On entendra dans la présente demande, par bas module, un module en extension (module d'Young) inférieur ou égal à 30 GPa, de préférence allant de 6 GPa à 30 GPa. Un tel module en extension est mesuré conformément à la norme ASTM D4848-98(2012).

[0105] Selon une variante de réalisation préférée de l'invention, les fibres à bas module de chaque couche composite de stratifié comprennent des fibres en polyéthylène téréphtalate. De façon préférentielle, les fibres en polyéthylène téréphtalate sont majoritaires, c'est-à-dire représentent plus de 50 % des fibres d'une
35

même couche.

[0106] Plus préférentiellement encore, les fibres de chaque couche composite de stratifié sont constituées par des fibres en polyéthylène téréphtalate.

5 **[0107]** Selon d'autres variantes de réalisation préférées de l'invention, les fibres de chaque couche composite de stratifié comprennent des fibres en polyamide (comme le PA66, PA46, PA6, PA10 semi-aromatique), des fibres en cellulose ou rayonne ou encore des fibres thermoplastiques de bas module.

10 **[0108]** Chacun de ces types de de fibres pouvant être utilisées préférentiellement en étant majoritaire, c'est-à-dire représentant plus de 50 % des fibres d'une même couche, et encore plus préférentiellement, chacun de ces types de fibres constituant la totalité des fibres de chaque couche composite de stratifié.

[0109] Selon une variante préférée de l'invention, le ratio volumique matrice polymérique/fibres de chaque couche composite de stratifié va de 25/75 à 55/45, et étant préférentiellement d'environ 45/55.

15

[0110] EXEMPLES

[0111] Les exemples qui suivent permettent d'illustrer l'invention, cette dernière ne saurait cependant être limitée à ces seuls exemples.

20 **[0112]** Ces exemples ont pour but de démontrer les propriétés améliorées d'un pneumatique conforme à l'invention par rapport à un pneumatique témoin comportant une architecture classique et un pneumatique selon l'art antérieur.

[0113] On compare dans une même dimension 245/45R18, les pneumatiques suivants :

- 25
- un pneumatique PT1 comprend une architecture classique (sommet comportant deux nappes sommet et une couche de fils de nylon orientés à 0°),
 - un pneumatique PT2 selon l'art antérieur WO2017/013575 (figure 8),
 - un pneumatiques PA3 conforme à l'invention.

30 **[0114]** Les pneumatiques conformes PT2 et PA3 comprennent tous une zone de renfort de sommet comprenant deux nappes constituées par des bandelettes de renfort, de largeur 15mm, juxtaposées et avec un angle d'environ 0° par rapport à la direction circonférentielles, les deux nappes présentant un recouvrement de 46%.

[0115] L'épaisseur de matrice de composition de caoutchouc entre les deux nappes de bandelettes est de 0,2 mm, la matrice de composition de caoutchouc ayant un module MA10 de 12 MPa.

35 **[0116]** On notera que, contrairement au pneumatique PT1, pour les pneumatiques PA3 et PA4, le sommet 4 est, à l'exception de la zone de renfort de sommet 10, dépourvu

de toute nappe renforcée par des éléments de renfort filaires agencés sensiblement parallèlement les uns aux autres et noyés dans une matrice de composition de caoutchouc. Les éléments de renfort filaires de telles nappes renforcées exclues du sommet du pneumatique comprennent les éléments de renfort filaires métalliques et les éléments de renfort filaires textiles, par exemples ceux du pneumatique PT1. En l'espèce, pour chaque pneumatique PA3 et PA4, le sommet 4 est constitué par la zone de renfort de sommet 10 et la bande de roulement 6.

[0117] On notera également que la zone de renfort de sommet 10 est, à l'exception des nappes de bandelettes noyées dans la matrice de composition de caoutchouc, dépourvue de toute nappe renforcée par des éléments de renfort filaires agencés sensiblement parallèlement les uns aux autres et noyés dans une matrice de composition de caoutchouc. Les éléments de renfort filaires de telles nappes renforcées exclues de la zone de renfort de sommet du pneumatique comprennent les éléments de renfort filaires métalliques et les éléments de renfort filaires textiles. En l'espèce, pour chaque pneumatique PA3 et PA4, la zone de renfort de sommet 10 est constituée par les nappes de bandelettes noyées dans la matrice de composition de caoutchouc.

[0118] On notera enfin que, chaque pneumatique PA3 et PA4 est, radialement entre la nappe de carcasse 2 et le sommet 4, dépourvu de toute nappe renforcée par des éléments de renfort filaires agencés sensiblement parallèlement les uns aux autres et noyés dans une matrice de composition de caoutchouc. Les éléments de renfort filaires de telles nappes renforcées exclues d'entre la nappe de carcasse 2 et le sommet 4 comprennent les éléments de renfort filaires métalliques et les éléments de renfort filaires textiles.

[0119] Les bandelettes du pneumatique PT2 selon l'art antérieur sont réalisées avec une matrice en PET (polyéthylène téréphtalate), dans laquelle sont intégrés des câbles textiles (aramide, retors consistés de 2 brins de 167 tex retordus ensemble avec une torsion de 315 tours par mètre à 0°. Elles présentent une épaisseur de 0.5mm.

[0120] Les bandelettes des pneumatiques PA3 réalisées conformément au mode de réalisation décrit précédemment, sont constituées par un stratifié comprenant 18 couches composites enrobées d'une matrice polymérique thermodurcissable de type polyépoxyde (couches composites commercialisées par la société NTPT sous le nom commercial « ThinPreg 402™ »):

- 10 couches composites intérieures ayant des fibres orientées, parallèles entre elles et formant un angle avec la direction circonférentielle de 0°, (masse surfacique de chaque couche 35 g/m²)

- 5 - et 4 couches composites extérieures (-45, +45 et encore -45 et +45) successives disposées de chaque côté des couches composites intérieures, les deux couches adjacentes à la couche composite intérieure ayant des fibres orientées, parallèles entre elles et formant un angle de -45° avec la direction circonférentielle et les deux couches les plus extérieures ayant des fibres orientées, parallèles entre elles et formant un angle de +45° avec la direction circonférentielle.

10 **[0121]** Les bandelettes du pneumatique PA3 comprennent dans leurs couches composites des fibres PET référence 755 – 220 tex de chez DuraFiberTech avec ratio volumique matrice polymérique/fibres de chaque couche composite de 50/50 et une épaisseur de 0,85 mm.

15 **[0122]** La matrice de compositions de caoutchouc utilisée ici, est une composition classique de module (module MA10 égal à environ 12 MPa) typiquement du type pour bourrelets (5) de pneumatique, à base de caoutchouc naturel, de noir de carbone (environ 75 pce), d'antioxydant, d'un système de vulcanisation à fort taux de soufre (environ 5 pce) et des additifs usuels de vulcanisation ; elle comporte en outre environ 10 pce d'huile paraffinique et 8 pce de résine tackifiante (résine butyl-phénol-acétylène).

20 **[0123]** L'adhésion entre les nappes de bandelettes et la matrice de composition de caoutchouc est assurée par une colle du type RFL qui a été déposée de manière connue sur les bandelettes.

[0124] Le tableau 1 qui suit, représente pour chaque pneumatique, la comparaison de leur masse et résistance au roulement (avec un indice de 100 pour le pneumatique classique témoin PT1).

25 **[0125]** On observe les gains de masse et de résistance au roulement significatifs obtenus pour les pneumatiques PA3 conforme à l'invention vis-à-vis de pneumatique témoin classique PT1 mais également vis-à-vis du pneumatique PT2 qui présente déjà une amélioration par rapport à PT1.

30

Tableau 1

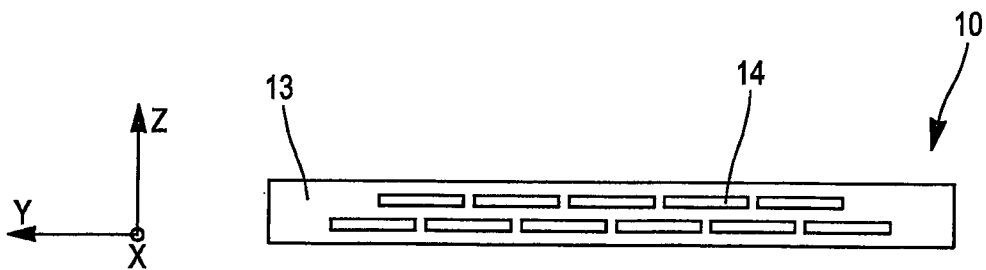
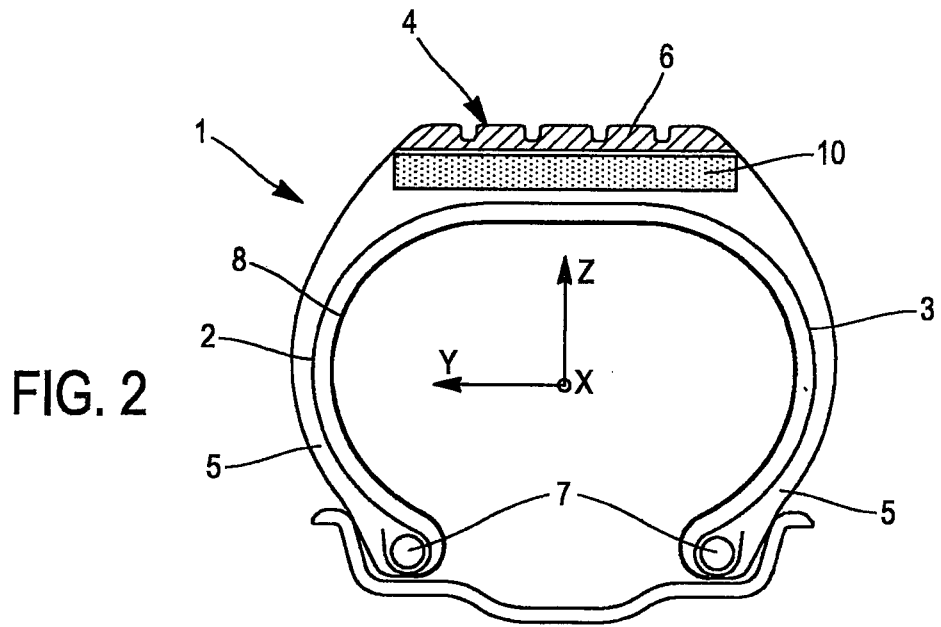
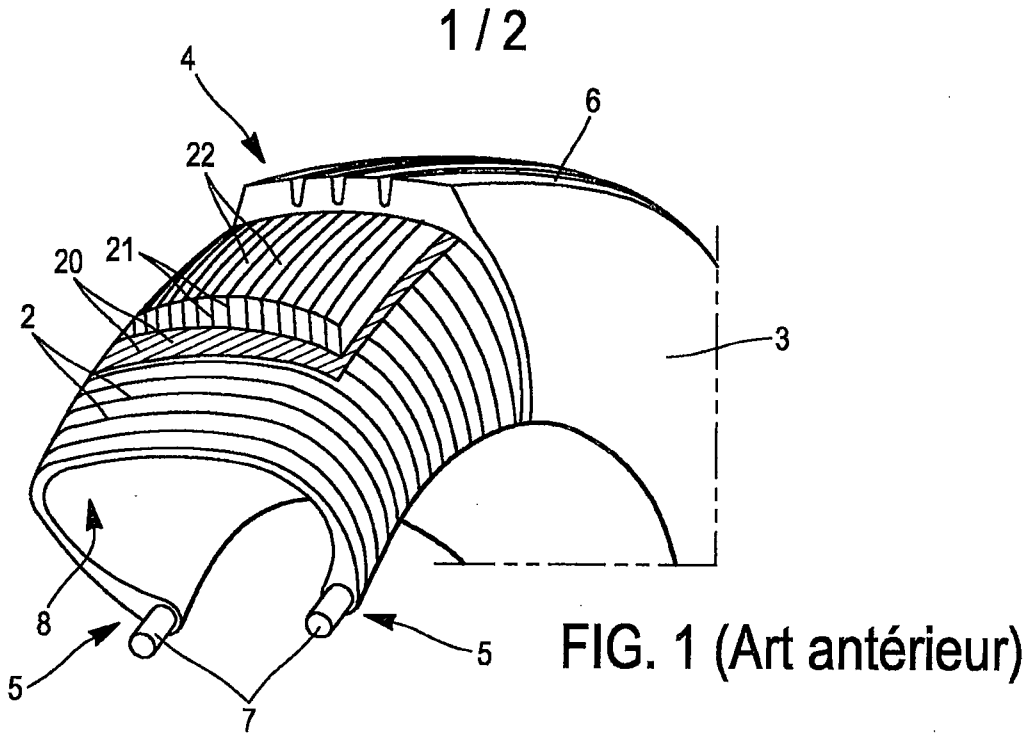
Pneumatique	Masse du pneumatique	Résistance au roulement
PT1	100	100
PT2	93	92
PA3	91	87

REVENDICATIONS

- 1) Pneumatique (1) comprenant une nappe de carcasse (2) reliant deux bourrelets (5)
5 par l'intermédiaire de deux flancs (3), ladite nappe de carcasse (2) étant surmontée radialement vers l'extérieur du pneumatique par une zone de renfort de sommet (10) et elle-même surmontée radialement vers l'extérieur du pneumatique par une bande de roulement (6), la zone de renfort de sommet (10) comprenant une pluralité de bandelettes (14) de renfort disposées sur au moins une nappe de bandelettes, lesdites bandelettes (14) étant disposées de manière juxtaposées et avec un angle inférieur ou égal à 15° par rapport à la direction circonférentielle, **caractérisé en ce que** chaque bandelette de renfort est constituée par un stratifié d'au moins 3 couches composites, chaque couche composite comprenant des fibres orientées (15, 15', 15'') présentant un module en extension inférieur ou égal à 30 GPa, parallèles entre elles, enrobées d'une matrice polymérique.
- 10
- 2) Pneumatique (1) selon la revendication précédente, la zone de renfort de sommet (10) comprend au moins deux nappes (12) de bandelettes (14), une première nappe de bandelettes radialement à l'intérieur et une deuxième nappe de bandelettes radialement à l'extérieur, lesdites bandelettes (14) de chaque première et deuxième
20 nappe (12) de bandelettes étant disposées de manière juxtaposées et avec un angle inférieur ou égal à 15° par rapport à la direction circonférentielle (Z).
- 3) Pneumatique (1) selon la revendication précédente, dans lequel le recouvrement moyen entre les bandelettes (14) des deux nappes de bandelettes est supérieur ou égal à 20%, de préférence à 40%.
- 25
- 4) Pneumatique (1) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel le recouvrement moyen entre les bandelettes (14) des deux nappes de bandelettes est inférieur ou égal à 80%, de préférence à 60%.
- 5) Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque nappe (12) de bandelettes (14) est noyée dans une matrice (13) de
30 composition de caoutchouc qui présente, à l'état réticulé, un module sécant en extension à 10% d'allongement supérieur ou égal à 10 MPa.
- 6) Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque stratifié comprend :
- n couche(s) composite(s) intérieure(s) ayant chacune des fibres (15) dont
35 l'angle avec la direction circonférentielle est, en valeur absolue, inférieur ou égal à 10° , n étant un nombre supérieur ou égal à 1, de préférence allant de 1 à

20, et dans le cas où $n > 1$ ces couches composites intérieures étant juxtaposées les unes aux autres, et encadrée(s) de part et d'autre respectivement par m couches composites extérieures,

- 5 - chaque couche composite extérieure ayant des fibres (15', 15'') formant un angle avec la direction circonférentielle distinct de 0° , m allant de 1 à 8, et dans le cas où $m > 1$ l'angle des fibres (15', 15'') des couches composites extérieures successives disposées d'un même côté de la ou des couches composites intérieures étant identique ou différent.
- 7) Pneumatique (1) selon la revendication 6, dans lequel l'angle des fibres (15', 15'')
10 de deux couches composites extérieures disposées symétriquement de chaque côté de la ou des couches composites intérieures est identique.
- 8) Pneumatique (1) selon la revendication 6 ou 7, dans lequel le nombre n va de 1 à 12, préférentiellement de 1 à 6.
- 9) Pneumatique (1) selon la revendication 6, dans lequel l'angle des fibres (15', 15'')
15 de deux couches composites extérieures disposées symétriquement de chaque côté des couches composites intérieures est identique en valeur absolue mais de signe opposé.
- 10) Pneumatique (1) selon la revendication précédente, dans lequel le nombre n
20 est supérieur ou égal à 3, n va de 3 à 12, préférentiellement de 3 à 6.



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

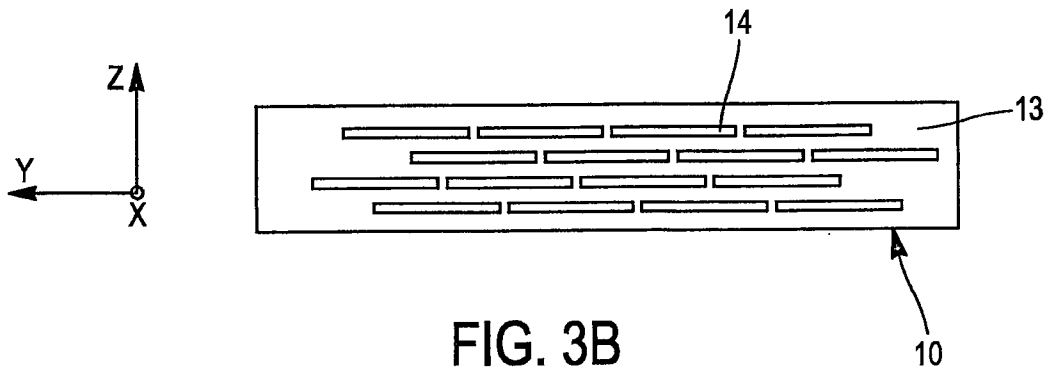


FIG. 3B

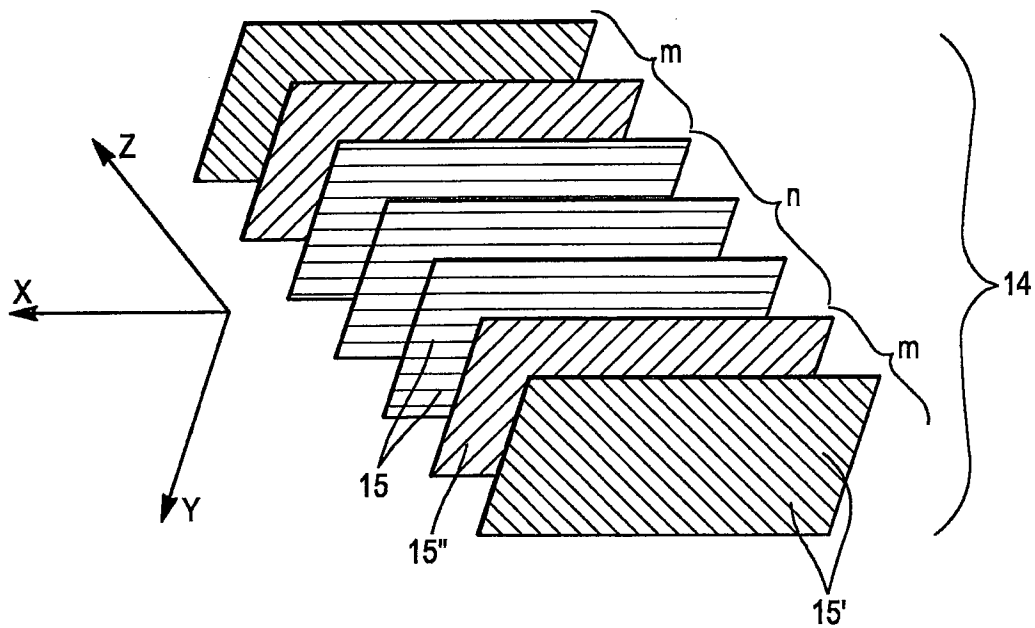


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/052625

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60C9/22 B60C9/00 B60C9/18
 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.
X	EP 2 781 370 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 24 September 2014 (2014-09-24) paragraphs [0012], [0018], [0028] - [0032]; claims 1,8; figures 1,4 -----	1-5
X	EP 2 765 333 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 13 August 2014 (2014-08-13) paragraph [0035]; claims 2,3,9; figures 1-3 -----	1-5
A		6-10
X	EP 2 957 436 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 23 December 2015 (2015-12-23) paragraph [0037]; claims 1-7; figures 1-4 -----	1-5
A		6-10
	-/--	

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 18 January 2019	Date of mailing of the international search report 01/02/2019
--	--

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 Brito, Fernando
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2018/052625

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016/156434 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 6 October 2016 (2016-10-06) paragraphs [0041] - [0046]; claims 1-4; figures 1,3-5 -----	1-5
X	WO 2017/013575 A1 (CIE GÉNÉRALE DES ÉTABLISSEMENTS MICHELIN [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 26 January 2017 (2017-01-26) paragraphs [0011], [0016], [0045] - [0048]; claims 1-9; figures 3a-9 -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2018/052625

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 2781370	A1	24-09-2014	DE 102013102894 A1	25-09-2014
			EP 2781370 A1	24-09-2014
			ES 2555304 T3	30-12-2015

EP 2765333	A1	13-08-2014	DE 102013101252 A1	14-08-2014
			EP 2765333 A1	13-08-2014
			ES 2554782 T3	23-12-2015

EP 2957436	A1	23-12-2015	DE 102014211790 A1	24-12-2015
			EP 2957436 A1	23-12-2015
			ES 2633029 T3	18-09-2017

WO 2016156434	A1	06-10-2016	CN 107428201 A	01-12-2017
			EP 3277867 A1	07-02-2018
			FR 3034353 A1	07-10-2016
			US 2018111419 A1	26-04-2018
			WO 2016156434 A1	06-10-2016

WO 2017013575	A1	26-01-2017	CN 108136841 A	08-06-2018
			EP 3325283 A1	30-05-2018
			FR 3039095 A1	27-01-2017
			US 2018207987 A1	26-07-2018
			WO 2017013575 A1	26-01-2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052625

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C9/22 B60C9/00 B60C9/18 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		
X	EP 2 781 370 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 24 septembre 2014 (2014-09-24) alinéas [0012], [0018], [0028] - [0032]; revendications 1,8; figures 1,4 -----	1-5		
X	EP 2 765 333 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 13 août 2014 (2014-08-13) alinéa [0035]; revendications 2,3,9; figures 1-3 -----	1-5		
A		6-10		
X	EP 2 957 436 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 23 décembre 2015 (2015-12-23) alinéa [0037]; revendications 1-7; figures 1-4 -----	1-5		
A		6-10		
	----- -/--			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</td> <td style="width: 50%; border: none;"><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</td> </tr> </table>			<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
<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 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">18 janvier 2019</p>	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">01/02/2019</p>			
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 <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Brito, Fernando</p>			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052625

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>WO 2016/156434 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 6 octobre 2016 (2016-10-06) alinéas [0041] - [0046]; revendications 1-4; figures 1,3-5</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-5
X	<p>WO 2017/013575 A1 (CIE GÉNÉRALE DES ÉTABLISSEMENTS MICHELIN [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 26 janvier 2017 (2017-01-26) alinéas [0011], [0016], [0045] - [0048]; revendications 1-9; figures 3a-9</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2018/052625

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2781370	A1	24-09-2014	DE 102013102894 A1	25-09-2014
			EP 2781370 A1	24-09-2014
			ES 2555304 T3	30-12-2015

EP 2765333	A1	13-08-2014	DE 102013101252 A1	14-08-2014
			EP 2765333 A1	13-08-2014
			ES 2554782 T3	23-12-2015

EP 2957436	A1	23-12-2015	DE 102014211790 A1	24-12-2015
			EP 2957436 A1	23-12-2015
			ES 2633029 T3	18-09-2017

WO 2016156434	A1	06-10-2016	CN 107428201 A	01-12-2017
			EP 3277867 A1	07-02-2018
			FR 3034353 A1	07-10-2016
			US 2018111419 A1	26-04-2018
			WO 2016156434 A1	06-10-2016

WO 2017013575	A1	26-01-2017	CN 108136841 A	08-06-2018
			EP 3325283 A1	30-05-2018
			FR 3039095 A1	27-01-2017
			US 2018207987 A1	26-07-2018
			WO 2017013575 A1	26-01-2017
