

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
22 juin 2017 (22.06.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2017/103434 A1**

- (51) Classification internationale des brevets :  
*B60C 9/20* (2006.01)      *B60C 11/03* (2006.01)  
*B60C 11/12* (2006.01)      *B60C 9/22* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2016/053378
- (22) Date de dépôt international :  
14 décembre 2016 (14.12.2016)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1562461      16 décembre 2015 (16.12.2015)      FR
- (71) Déposants : COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN [FR/FR]; 12 Cours Sablon, 63000 Clermont-Ferrand (FR). MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. [CH/CH]; Route Louis Braille 10, 1763 Granges-Paccot (CH).
- (72) Inventeurs : GERVAIS, Philippe; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). GODEAU, Gilles; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). QUANTINET, Benjamin; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). ZIVKOVIC, Tony; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, DGD/PI - F35 - Ladoux, 63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).
- (74) Mandataire : LE CAM, Stéphane; Manufacture Francaise des Pneumatiques Michelin, 23 Place des Carnes-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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : TYRE HAVING IMPROVED WEAR PROPERTIES

(54) Titre : PNEUMATIQUE PRESENTANT DES PROPRIETES D'USURE AMELIOREES

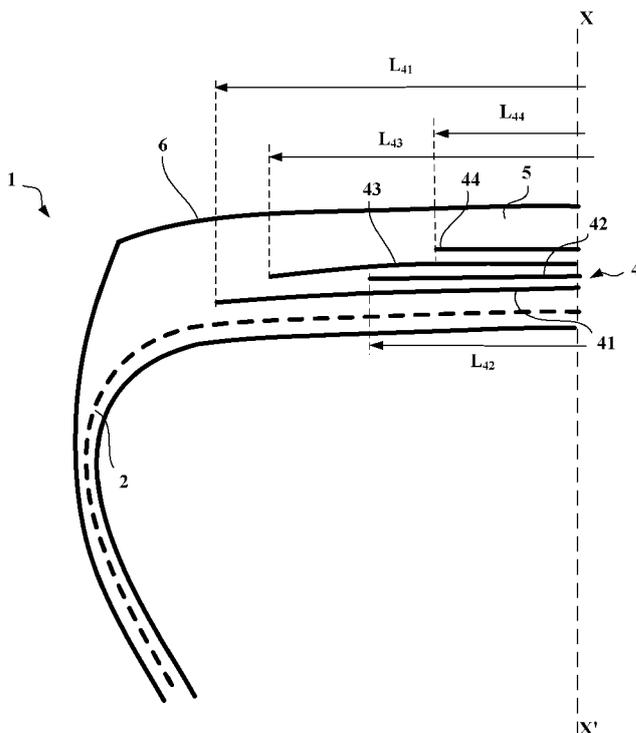


FIG.1

(57) Abstract : The invention relates to a tyre comprising a crown reinforcement (4) formed by at least two working crown layers (41, 43) of reinforcing elements and at least one layer of circumferential reinforcing elements (43). According to the invention, the tread has at least one notch consisting of at least two portions, the ratio of the measured width at the bottom of the first portion (9) to the measured width of said at least one first portion at the surface of the tread on a new tyre being strictly greater than 2 and the ratio of the measured width of the second portion (8) at the surface of the tread on a new tyre to the measured width at the bottom of said at least one second portion being greater than or equal to 1.

(57) Abrégé : L'invention concerne un pneumatique comprenant une armature de sommet (4) formée d'au moins deux couches de sommet de travail (41, 43) d'éléments de renforcement et d'au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels (43). Conformément à l'invention, la bande de roulement présente au moins une découpe constituée d'au moins deux parties, le ratio de la largeur mesurée au fond de la première

[Suite sur la page suivante]



WO 2017/103434 A1



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.

TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(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,

**Publiée :**

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

**PNEUMATIQUE PRESENTANT DES PROPRIETES D'USURE AMELIOREES**

[0001] La présente invention concerne un pneumatique, à armature de carcasse radiale et plus particulièrement un pneumatique destiné à équiper des véhicules portant de lourdes charges et roulant à vitesse soutenue, tels que, par exemple les camions, tracteurs, 5 remorques ou bus routiers.

[0002] D'une manière générale dans les pneumatiques de type poids-lourds, l'armature de carcasse est ancrée de part et d'autre dans la zone du bourrelet et est surmontée radialement par une armature de sommet constituée d'au moins deux couches, superposées 10 et formées de fils ou câbles parallèles dans chaque couche et croisés d'une couche à la suivante en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre 10° et 45°. Lesdites couches de travail, formant l'armature de travail, peuvent encore être recouvertes d'au moins une couche dite de protection et formée d'éléments de renforcement avantageusement métalliques et extensibles, dits élastiques. Elle peut également comprendre 15 une couche de fils ou câbles métalliques à faible extensibilité faisant avec la direction circonférentielle un angle compris entre 45° et 90°, cette nappe, dite de triangulation, étant radialement située entre l'armature de carcasse et la première nappe de sommet dite de travail, formées de fils ou câbles parallèles présentant des angles au plus égaux à 45° en valeur absolue. La nappe de triangulation forme avec au moins ladite nappe de travail 20 une armature triangulée, qui présente, sous les différentes contraintes qu'elle subit, peu de déformations, la nappe de triangulation ayant pour rôle essentiel de reprendre les efforts de compression transversale dont est l'objet l'ensemble des éléments de renforcement dans la zone du sommet du pneumatique.

[0003] Des câbles sont dits inextensibles lorsque lesdits câbles présentent sous une 25 force de traction égale à 10% de la force de rupture un allongement relatif au plus égal à 0,2%.

[0004] Des câbles sont dits élastiques lorsque lesdits câbles présentent sous une force de traction égale à la charge de rupture un allongement relatif au moins égal à 3% avec un module tangent maximum inférieur à 150 GPa.

- 2 -

[0005] Des éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments de renforcement qui font avec la direction circonférentielle des angles compris dans l'intervalle  $+ 2,5^\circ, - 2,5^\circ$  autour de  $0^\circ$ .

5 [0006] La direction circonférentielle du pneumatique, ou direction longitudinale, est la direction correspondant à la périphérie du pneumatique et définie par la direction de roulement du pneumatique.

[0007] La direction transversale ou axiale du pneumatique est parallèle à l'axe de rotation du pneumatique.

10 [0008] La direction radiale est une direction coupant l'axe de rotation du pneumatique et perpendiculaire à celui-ci.

[0009] L'axe de rotation du pneumatique est l'axe autour duquel il tourne en utilisation normale.

[0010] Un plan radial ou méridien est un plan qui contient l'axe de rotation du pneumatique.

15 [0011] Le plan médian circonférentiel, ou plan équatorial, est un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneu et qui divise le pneumatique en deux moitiés.

20 [0012] En ce qui concerne les fils ou câbles métalliques, les mesures de force à la rupture (charge maximale en N), de résistance à la rupture (en MPa), d'allongement à la rupture (allongement total en %) et de module (en GPa) sont effectuées en traction selon la norme ISO 6892 de 1984.

25 [0013] Certains pneumatiques actuels, dits "routiers", sont destinés à rouler à grande vitesse et sur des trajets de plus en plus longs, du fait de l'amélioration du réseau routier et de la croissance du réseau autoroutier dans le monde. L'ensemble des conditions, sous lesquelles un tel pneumatique est appelé à rouler, permet sans aucun doute un accroissement du nombre de kilomètres parcourus, l'usure du pneumatique étant moindre ; par contre l'endurance de ce dernier et en particulier de l'armature de sommet est pénalisée.

- 3 -

5 [0014] Il existe en effet des contraintes au niveau de l'armature de sommet et plus particulièrement des contraintes de cisaillement entre les couches de sommet, alliées à une élévation non négligeable de la température de fonctionnement au niveau des extrémités de la couche de sommet axialement la plus courte, qui ont pour conséquence l'apparition et la propagation de fissures de la gomme au niveau desdites extrémités.

10 [0015] Afin d'améliorer l'endurance de l'armature de sommet du type de pneumatique étudié, des solutions relatives à la structure et qualité des couches et/ou profilés de mélanges caoutchouteux qui sont disposés entre et/ou autour des extrémités de nappes et plus particulièrement des extrémités de la nappe axialement la plus courte ont déjà été apportées.

15 [0016] Il est notamment connu d'introduire une couche de mélange caoutchouteux entre les extrémités des couches de travail pour créer un découplage entre lesdites extrémités pour limiter les contraintes de cisaillement. De telles couches de découplage doivent toutefois présenter une très bonne cohésion. De telles couches de mélanges caoutchouteux sont par exemple décrites dans la demande de brevet WO 2004/076204.

[0017] Les pneumatiques ainsi réalisés permettent effectivement d'améliorer les performances notamment en termes d'endurance.

20 [0018] Par ailleurs, il est connu pour réaliser des pneumatiques à bande de roulement très large ou bien pour conférer à des pneumatiques d'une dimension donnée des capacités de charges plus importantes d'introduire une couche d'éléments de renforcement circonférentiels. La demande de brevet WO 99/24269 décrit par exemple la présence d'une telle couche d'éléments de renforcement circonférentiels.

25 [0019] La couche d'éléments de renforcement circonférentiels est usuellement constituée par au moins un câble métallique enroulé pour former une spire dont l'angle de pose par rapport à la direction circonférentielle est inférieur à 2.5°.

[0020] En combinaison avec cette structure interne de pneu, il est connu de pourvoir la bande de roulement, c'est-à-dire la partie du pneu destinée à venir en contact avec le sol lors du roulage et à s'user lors du roulage, d'une sculpture formée d'éléments de relief délimités

- 4 -

par des rainures qu'elles soient d'orientation circonférentielle, transversale ou oblique. L'objectif d'une telle sculpture est de conférer à la bande de roulement de bonnes performances en roulage sur chaussée sèche et sur chaussée revêtue d'eau notamment par temps de pluie.

5 [0021] Pour améliorer les performances des bandes de roulement sans toutefois trop abaisser les rigidités de cisaillement desdites bandes, il est connu de former sur la surface de roulement une pluralité d'arêtes orientées transversalement ou en oblique afin de couper la pellicule d'eau sur une chaussée pour assurer un bon contact entre la bande de roulement et la chaussée. Un moyen d'obtention de telles arêtes consiste à pourvoir la bande avec une  
10 pluralité de découpures, ces découpures ayant la forme de rainures ou la forme d'incisions. On distingue, dans la présente demande, les incisions des rainures en ce que les incisions ont une largeur appropriée pour permettre pendant le roulage un contact au moins partiel entre les parois en vis-à-vis délimitant ces incisions et notamment au cours du passage dans le contact avec le sol, ce qui ne saurait être le cas pour les rainures dans les conditions  
15 normales d'usage du pneu.

[0022] Combiné à ce besoin d'améliorer la performance d'adhérence par la présence d'arêtes formées par les découpures transversales, il est également requis que les performances d'une bande de roulement soient pérennes, c'est-à-dire que des performances satisfaisantes soient atteintes même après une usure partielle plus ou moins avancée. Par  
20 usure partielle d'une bande de roulement, on entend un état d'usure correspondant à une épaisseur de bande de roulement au plus égale à l'épaisseur totale de bande pouvant être usée avant de devoir changer le pneu notamment pour des raisons de réglementation.

[0023] La demande de brevet WO 02/38399-A2 décrit une bande de roulement pour pneu de véhicule poids lourd, cette bande de roulement comprenant une pluralité de  
25 rainures circonférentielles et transversales. Les rainures transversales sont formées d'une alternance de zones en creux et d'incisions de façon à avoir un volume de creux s'ouvrant sur la surface de roulement à l'état neuf et un volume de creux cachés, ces creux cachés étant destinés à s'ouvrir après une usure partielle de la même bande de roulement. La présence de creux cachés - apparaissant avec l'usure, permet d'avoir une plus grande

- 5 -

rigidité à l'état initial tout en assurant une performance d'adhérence quel que soit le niveau d'usure de la bande.

[0024] La demande de brevet WO 2011039194 décrit encore une bande de roulement pour pneumatique de véhicule de type poids lourd, cette bande de roulement comprenant une pluralité de rainures présentant des rainures présentant en surface de la bande de roulement une succession de rainures et incisions formant ensemble une découpe continue présentant en outre des creux cachés. Le brevet US 2,322,505 décrit également une bande de roulement pour pneumatique de véhicule de type poids lourd comportant des sculptures avec creux cachés.

[0025] Lors d'essais, les inventeurs ont mis en évidence que la présence de certains types de découpures comportant des creux cachés en alternance pouvait conduire à une dégradation des performances en termes d'usure, avec l'apparition de formes d'usures irrégulières, en comparaison de pneumatiques similaires ne comportant pas de creux cachés pour des usages identiques.

[0026] Un but de l'invention est de fournir des pneumatiques dont les propriétés d'usure et plus spécifiquement de régularité d'usure sont conservées ou améliorées quel que soit l'usage, pour ces types de découpures comportant des creux cachés en alternance présents dans la bande de roulement.

[0027] Ce but est atteint selon l'invention par un pneumatique à armature de carcasse radiale comprenant une armature de sommet formée d'au moins deux couches de sommet de travail d'éléments de renforcement, elle-même coiffée radialement d'une bande de roulement, ladite bande de roulement étant réunie à deux bourrelets par l'intermédiaire de deux flancs, l'armature de sommet comportant au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels, ladite bande de roulement comportant une surface de roulement destinée à venir en contact avec une chaussée et former une surface de contact, ladite bande de roulement étant constituée d'au moins une partie centrale s'étendant au moins dans la zone du plan équatorial et deux parties axialement extérieures et présentant au moins dans ladite partie centrale au moins une découpe, telle que:

- 6 -

- ladite au moins une découpure est constituée d'au moins une première partie et d'au moins une deuxième partie, contiguës et chacune affleurant la surface de la bande de roulement,
- la profondeur, mesurée sur pneumatique neuf dans au moins ladite partie centrale, desdites au moins une première partie et au moins une deuxième partie est supérieure ou égale à 40 % de l'épaisseur de la bande roulement,
- le ratio de la largeur mesurée au fond de la ladite au moins une première partie sur la largeur mesurée en surface de la bande de roulement sur pneumatique neuf de la ladite au moins une première partie est strictement supérieur à 2 et
- le ratio de la largeur mesurée en surface de la bande de roulement sur pneumatique neuf de la ladite au moins une deuxième partie sur la largeur mesurée au fond de la ladite au moins une deuxième partie est supérieur ou égal à 1.

**[0028]** Au sens de l'invention, une découpure désigne de manière générique soit une rainure soit une incision et correspond à l'espace délimité par des parois de matière se faisant face et distantes l'une de l'autre d'une distance non nulle (dite "largeur de la découpure"). Ce qui différencie une incision d'une rainure c'est précisément cette distance ; dans le cas d'une incision, cette distance est appropriée pour permettre la mise en contact au moins partielle des parois opposées délimitant ladite incision au moins lors du passage dans le contact avec la chaussée. Dans le cas d'une rainure, les parois de cette rainure ne peuvent venir en contact l'une contre l'autre dans les conditions usuelles de roulage.

**[0029]** Au sens de l'invention, la profondeur d'une découpure est la distance radiale mesurée sur un pneumatique neuf entre la surface de la bande de roulement et le point radialement le plus intérieur de ladite découpure.

**[0030]** Au sens de l'invention, l'épaisseur de la bande roulement, mesurée dans une coupe radiale du pneumatique, est la distance mesurée sur pneumatique neuf entre un point de la surface de la bande de roulement et la projection orthogonale dudit point sur la surface radialement extérieure de l'armature de sommet.

- 7 -

[0031] La largeur entre les parois d'une découpe est mesurée sur pneumatique neuf, dans un plan de coupe perpendiculaire au plan moyen des parois et au plan tangent à la surface de la bande de roulement. Elle est mesurée selon une direction parallèle au plan tangent à la surface de la bande de roulement.

5 [0032] Au sens de l'invention, la largeur entre les parois d'une découpe en surface de la bande de roulement correspond à la mesure la plus petite dans la partie radialement extérieure de la découpe et plus exactement à la mesure la plus petite réalisée dans une zone comprise radialement entre un point radialement le plus extérieur de ladite découpe et un point situé à une distance de la surface de la bande de roulement égale à 30 % de la  
10 profondeur de ladite découpe.

[0033] Au sens de l'invention, une mesure au fond de ladite au moins une première partie de ladite au moins une découpe correspond à la mesure la plus grande dans la partie radialement intérieure de la découpe et plus exactement à la mesure la plus grande réalisée dans une zone comprise radialement entre le point radialement le plus intérieur de ladite  
15 découpe et un point située à une distance de la surface de la bande de roulement égale à 25% de la profondeur de ladite découpe.

[0034] Au sens de l'invention, une mesure au fond de ladite au moins une deuxième partie de ladite au moins une découpe correspond à la mesure la plus grande dans la partie radialement intérieure de la découpe et plus exactement à la mesure la plus grande réalisée  
20 dans une zone comprise radialement entre le point radialement le plus intérieur de ladite découpe et un point située à une distance de la surface de la bande de roulement égale à 75 % de la profondeur de ladite découpe.

[0035] La partie centrale de la bande de roulement s'étendant au moins dans la zone du plan équatorial présente avantageusement selon l'invention une largeur axiale au moins  
25 aussi grande que celle de la couche d'éléments de renforcement circonférentiels.

[0036] Conformément à l'invention, le pneumatique comporte au moins une découpe dont ladite au moins une première partie présente à l'état neuf des creux cachés dont la dimension est plus importante que la dimension visible en surface de la bande de roulement à l'état neuf.

- 8 -

[0037] Avantageusement selon l'invention, la largeur mesurée au fond de ladite au moins une première partie de la ladite au moins une découpe est strictement supérieure à 3 mm.

5 [0038] De préférence encore selon l'invention, la largeur mesurée au fond de ladite au moins une première partie de la ladite au moins une découpe est de préférence inférieure à 10 mm.

[0039] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, le ratio de la largeur mesurée en surface de la bande de roulement sur pneumatique neuf de la ladite au moins une deuxième partie sur la largeur mesurée au fond de la ladite au moins une deuxième  
10 partie est strictement supérieur à 2.

[0040] Selon ce mode de réalisation de l'invention notamment, la première partie de ladite au moins une découpe est avantageusement formée d'une rainure radialement intérieure à une incision, la deuxième partie est avantageusement formée d'une rainure radialement extérieure à une incision et un canal de liaison lie les rainures entre elles.

15 [0041] Selon ce mode réalisation, le réseau de rainures ainsi créé permet lors d'un roulage sur route mouillée d'évacuer l'eau et de la stocker temporairement lors du passage dans l'aire de contact et confère ainsi une meilleure adhérence au pneumatique.

[0042] Les essais réalisés ont montré que les pneumatiques selon l'invention présentent des performances d'usure et notamment de régularité d'usure satisfaisantes quelles que  
20 soient les conditions d'utilisation des pneumatiques.

[0043] Les inventeurs ont en effet su mettre en évidence que des découpes comportant au moins une première partie dont la profondeur est supérieure à 40 % de l'épaisseur de la bande roulement et dont le ratio de la largeur mesurée au fond de ladite au moins une première partie sur la largeur mesurée en surface de ladite au moins une première  
25 partie est strictement supérieur à 2 conduisent à une déformation locale de l'armature de sommet lors de la fabrication du pneumatique et notamment lors de la cuisson de celui-ci. Les inventeurs pensent interpréter cette déformation de l'armature sommet du fait d'un fluage des matériaux élastomériques non maîtrisés au niveau desdites au moins une première

- 9 -

partie desdites découpures lors du moulage et de la cuisson dudit pneumatique. Cela se traduirait vraisemblablement par une déformation selon la direction radiale des couches constitutives de l'armature de sommet localisées à proximité de ladite au moins une première partie desdites découpures. Ces déformations pourraient conduire lors de l'usage des pneumatiques à une altération des performances du pneumatique en termes d'usure et notamment de régularité d'usure, l'épaisseur de mélange à user n'étant pas régulière.

**[0044]** La présence de la couche d'éléments de renforcement circonférentiels conformément à l'invention permet de limiter voire de prévenir ces phénomènes d'usures irrégulières.

**[0045]** Les inventeurs pensent interpréter les résultats obtenus avec les pneumatiques selon l'invention par la présence d'une couche d'éléments de renforcement circonférentiels qui semble pouvoir diminuer voir éviter lesdites déformations locales de l'armature de sommet lors de la cuisson de pneumatiques comportant des découpures telles que décrites selon l'invention avec une présence de creux cachés.

**[0046]** De manière très surprenante, la couche d'éléments de renforcement circonférentiels, qui est usuellement présente pour limiter des effets de cisaillement entre les couches de sommet de travail, semble permettre une meilleure maîtrise des déplacements des mélanges formant la bande roulement lors de la cuisson d'un pneumatique, celui-ci comportant des découpures telles que décrites selon l'invention avec des creux cachés.

**[0047]** Selon une première variante de réalisation de l'invention, ladite au moins une découpe est une découpe d'orientation longitudinale.

**[0048]** Au sens de l'invention, une découpe d'orientation longitudinale est une découpe dont le plan moyen d'au moins une partie des parois de ladite découpe forme un angle avec un plan longitudinal inférieur à 10°. Cet angle formé avec un plan longitudinal peut être orienté dans un sens ou dans l'autre par rapport audit plan longitudinal. Une découpe d'orientation longitudinale peut encore être une découpe dont les parois ondulent ou zigzaguent autour d'un plan moyen tel qu'il vient d'être décrit.

- 10 -

[0049] Avantageusement selon cette première variante de réalisation de l'invention, ladite au moins une découpe circconférentielle est continue sur la périphérie du pneumatique.

5 [0050] Selon une deuxième variante de réalisation de l'invention, ladite au moins une découpe est une découpe d'orientation transversale.

[0051] Au sens de l'invention, une découpe d'orientation transversale est une découpe dont le plan moyen d'au moins une partie des parois de ladite découpe forme un angle avec un plan radial inférieur à 35°. Cet angle formé avec un plan radial peut être orienté dans un sens ou dans l'autre par rapport audit plan radial. Une découpe  
10 d'orientation transversale peut encore être une découpe qui chemine continument de part et d'autre d'un plan moyen tel qu'il vient d'être décrit ; il peut encore s'agir d'une découpe dont les parois ondulent ou zigzaguent autour d'un plan moyen tel qu'il vient d'être décrit.

[0052] Selon une troisième variante de réalisation de l'invention, ladite au moins une  
15 découpe est une découpe d'orientation oblique.

[0053] Au sens de l'invention, une découpe d'orientation oblique est une découpe dont le plan moyen d'au moins une partie des parois de ladite découpe forme un angle avec un plan radial compris entre 35° et 80°. Cet angle formé avec un plan radial peut être orienté dans un sens ou dans l'autre par rapport audit plan radial. Une découpe  
20 d'orientation oblique peut encore être une découpe qui chemine continument de part et d'autre d'un plan moyen tel qu'il vient d'être décrit ; il peut encore s'agir d'une découpe dont les parois ondulent ou zigzaguent autour d'un plan moyen tel qu'il vient d'être décrit.

[0054] Selon d'autres variantes de réalisation de l'invention, le pneumatique selon l'invention comporte au moins dans ladite partie centrale de la bande de roulement une  
25 combinaison de découpes, telles que décrites selon l'invention, d'orientation circconférentielle et/ou d'orientation transversale et/ou d'orientation oblique.

- 11 -

[0055] Avantageusement selon l'invention, le taux d'entaillement volumique de la bande de roulement du pneumatique selon l'invention est inférieur ou égal à 15 %, de préférence inférieur ou égal à 13 % et de préférence encore supérieur à 5 %.

5 [0056] Le taux d'entaillement volumique de la bande de roulement est défini selon l'invention sur pneumatique neuf par le rapport du volume de découpures sur le volume total de la bande de roulement. Le volume total de la bande de roulement est quant à lui défini au sens de l'invention par le volume, incluant le volume de toutes les découpures, évalué entre la surface de roulement et une surface parallèle à cette surface de roulement passant par le fond du creux s'étendant le plus à l'intérieur de la bande.

10 [0057] Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, la couche de sommet de travail axialement la plus large est radialement à l'intérieur des autres couches de sommet de travail.

[0058] Selon une variante avantageuse de réalisation de l'invention, la couche d'éléments de renforcement circonférentiels présente une largeur axiale supérieure à  $0.5xW$ .

15 [0059]  $W$  est la largeur maximale axiale du pneumatique, lorsque ce dernier est monté sur sa jante de service et gonflé à sa pression recommandée.

[0060] Les largeurs axiales des couches d'éléments de renforcement sont mesurées sur une coupe transversale d'un pneumatique, le pneumatique étant donc dans un état non gonflé.

20 [0061] Selon une réalisation préférée de l'invention, au moins deux couches de sommet de travail présentent des largeurs axiales différentes, la différence entre la largeur axiale de la couche de sommet de travail axialement la plus large et la largeur axiale de la couche de sommet de travail axialement la moins large étant comprise entre 10 et 30 mm.

25 [0062] Selon un mode de réalisation préférée de l'invention, une couche d'éléments de renforcement circonférentiels est radialement disposée entre deux couches de sommet de travail.

- 12 -

[0063] Selon ce mode de réalisation de l'invention, la couche d'éléments de renforcement circonférentiels permet de limiter de manière plus importante les mises en compression des éléments de renforcement de l'armature de carcasse qu'une couche semblable mise en place radialement à l'extérieur des couches de travail. Elle est  
5 préférablement radialement séparée de l'armature de carcasse par au moins une couche de travail de façon à limiter les sollicitations desdits éléments de renforcement et ne pas trop les fatiguer.

[0064] Avantageusement encore selon l'invention, les largeurs axiales des couches de sommet de travail radialement adjacentes à la couche d'éléments de renforcement  
10 circonférentiels sont supérieures à la largeur axiale de ladite couche d'éléments de renforcement circonférentiels et de préférence, lesdites couches de sommet de travail adjacentes à la couche d'éléments de renforcement circonférentiels sont de part et d'autre du plan équatorial et dans le prolongement axial immédiat de la couche d'éléments de renforcement circonférentiels couplées sur une largeur axiale, pour être ensuite découplées  
15 par une couche C de mélange de caoutchouc au moins sur le restant de la largeur commune aux dites deux couches de travail.

[0065] La présence de tels couplages entre les couches de sommet de travail adjacentes à la couche d'éléments de renforcement circonférentiels permet la diminution des contraintes de tension agissant sur les éléments circonférentiels axialement le plus à  
20 l'extérieur et situé le plus près du couplage.

[0066] Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, les éléments de renforcement d'au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments de renforcement métalliques présentant un module sécant à 0,7 % d'allongement compris entre 10 et 120 GPa et un module tangent maximum inférieur à 150 GPa.

25 [0067] Selon une réalisation préférée, le module sécant des éléments de renforcement à 0,7 % d'allongement est inférieur à 100 GPa et supérieur à 20 GPa, de préférence compris entre 30 et 90 GPa et de préférence encore inférieur à 80 GPa.

[0068] De préférence également, le module tangent maximum des éléments de renforcement est inférieur à 130 GPa et de préférence encore inférieur à 120 GPa.

- 13 -

5 [0069] Les modules exprimés ci-dessus sont mesurés sur une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement déterminée avec une précontrainte de 20 MPa ramenée à la section de métal de l'élément de renforcement, la contrainte de traction correspondant à une tension mesurée ramenée à la section de métal de l'élément de renforcement.

10 [0070] Les modules des mêmes éléments de renforcement peuvent être mesurés sur une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement déterminée avec une précontrainte de 10 MPa ramenée à la section globale de l'élément de renforcement, la contrainte de traction correspondant à une tension mesurée ramenée à la section globale de l'élément de renforcement. La section globale de l'élément de renforcement est la section d'un élément composite constitué de métal et de caoutchouc, ce dernier ayant notamment pénétré l'élément de renforcement pendant la phase de cuisson du pneumatique.

15 [0071] Selon cette formulation relative à la section globale de l'élément de renforcement, les éléments de renforcement des parties axialement extérieures et de la partie centrale d'au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments de renforcement métalliques présentant un module sécant à 0,7 % d'allongement compris entre 5 et 60 GPa et un module tangent maximum inférieur à 75 GPa.

20 [0072] Selon une réalisation préférée, le module sécant des éléments de renforcement à 0,7 % d'allongement est inférieur à 50 GPa et supérieur à 10 GPa, de préférence compris entre 15 et 45 GPa et de préférence encore inférieure à 40 GPa.

[0073] De préférence également, le module tangent maximum des éléments de renforcement est inférieur à 65 GPa et de préférence encore inférieur à 60 GPa.

25 [0074] Selon un mode de réalisation préféré, les éléments de renforcements d'au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments de renforcement métalliques présentant une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement relatif ayant des faibles pentes pour les faibles allongements et une pente sensiblement constante et forte pour les allongements supérieurs. De tels éléments de renforcement de la nappe additionnelle sont habituellement dénommés éléments "bi-module".

- 14 -

[0075] Selon une réalisation préférée de l'invention, la pente sensiblement constante et forte apparaît à partir d'un allongement relatif compris entre 0,1% et 0,5%.

[0076] Les différentes caractéristiques des éléments de renforcement énoncées ci-dessus sont mesurées sur des éléments de renforcement prélevés sur des pneumatiques.

5 [0077] Des éléments de renforcement plus particulièrement adaptés à la réalisation d'au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels selon l'invention sont par exemple des assemblages de formule 21.23, dont la construction est  $3x(0.26+6x0.23)$  4.4/6.6 SS ; ce câble à torons est constitué de 21 fils élémentaires de formule  $3 \times (1+6)$ , avec 3 torons tordus ensembles chacun constitué de 7 fils, un fil formant une âme centrale  
10 de diamètre égal à 26/100 mm et 6 fils enroulés de diamètre égal à 23/100 mm. Un tel câble présente un module sécant à 0,7% égal à 45 GPa et un module tangent maximum égal à 98 GPa, mesurés sur une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement déterminée avec une précontrainte de 20 MPa ramenée à la section de métal de l'élément de renforcement, la contrainte de traction correspondant à une tension mesurée ramenée à la  
15 section de métal de l'élément de renforcement. Sur une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement déterminée avec une précontrainte de 10 MPa ramenée à la section globale de l'élément de renforcement, la contrainte de traction correspondant à une tension mesurée ramenée à la section globale de l'élément de renforcement, ce câble de formule 21.23 présente un module sécant à 0,7% égal à 23 GPa et un module tangent  
20 maximum égal à 49 GPa.

[0078] De la même façon, un autre exemple d'éléments de renforcement est un assemblage de formule 21.28, dont la construction est  $3x(0.32+6x0.28)$  6.2/9.3 SS. Ce câble présente un module sécant à 0,7% égal à 56 GPa et un module tangent maximum égal à 102 GPa, mesurés sur une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement  
25 déterminée avec une précontrainte de 20 MPa ramenée à la section de métal de l'élément de renforcement, la contrainte de traction correspondant à une tension mesurée ramenée à la section de métal de l'élément de renforcement. Sur une courbe contrainte de traction en fonction de l'allongement déterminée avec une précontrainte de 10 MPa ramenée à la section globale de l'élément de renforcement, la contrainte de traction correspondant à une  
30 tension mesurée ramenée à la section globale de l'élément de renforcement, ce câble de

- 15 -

formule 21.28 présente un module sécant à 0,7% égal à 27 GPa et un module tangent maximum égal à 49 GPa.

[0079] L'utilisation de tels éléments de renforcement dans au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels permet notamment de conserver des rigidités de la couche satisfaisante y compris après les étapes de conformation et de cuisson dans des procédés de fabrication usuels.

[0080] Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, les éléments de renforcement circonférentiels peuvent être formés d'éléments métalliques inextensibles et coupés de manière à former des tronçons de longueur très inférieure à la circonférence de la couche la moins longue, mais préférentiellement supérieure à 0,1 fois ladite circonférence, les coupures entre tronçons étant axialement décalées les unes par rapport aux autres. De préférence encore, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur de la couche additionnelle est inférieur au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la couche de sommet de travail la plus extensible. Un tel mode de réalisation permet de conférer, de manière simple, à la couche d'éléments de renforcement circonférentiels un module pouvant facilement être ajusté (par le choix des intervalles entre tronçons d'une même rangée), mais dans tous les cas plus faible que le module de la couche constituée des mêmes éléments métalliques mais continus, le module de la couche additionnelle étant mesuré sur une couche vulcanisée d'éléments coupés, prélevée sur le pneumatique.

[0081] Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, les éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments métalliques ondulés, le rapport  $a/\lambda$  de l'amplitude d'ondulation sur la longueur d'onde étant au plus égale à 0,09. De préférence, le module d'élasticité à la traction par unité de largeur de la couche additionnelle est inférieur au module d'élasticité à la traction, mesuré dans les mêmes conditions, de la couche de sommet de travail la plus extensible.

[0082] Les éléments métalliques sont préférentiellement des câbles d'acier.

[0083] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, les éléments de renforcement des couches de sommet de travail sont des câbles métalliques inextensibles.

- 16 -

[0084] Avantageusement selon l'invention, l'armature de sommet est formée d'au moins deux couches de sommet de travail d'éléments de renforcement, croisés d'une couche à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$ .

5 [0085] L'invention prévoit encore avantageusement pour diminuer les contraintes de tension agissant sur les éléments circonférentiels axialement le plus à l'extérieur que l'angle formé avec la direction circonférentielle par les éléments de renforcement des couches de sommet de travail est inférieur à  $30^\circ$  et de préférence inférieur à  $25^\circ$ .

[0086] Selon une autre variante avantageuse de l'invention, les couches de sommet de travail comportent des éléments de renforcement, croisés d'une nappe à l'autre, faisant avec la direction circonférentielle des angles variables selon la direction axiale, lesdits angles étant supérieurs sur les bords axialement extérieurs des couches d'éléments de renforcement par rapport aux angles desdits éléments mesurés au niveau du plan médian circonférentiel. Une telle réalisation de l'invention permet d'augmenter la rigidité circonférentielle dans certaines zones et au contraire de la diminuer dans d'autres, notamment pour diminuer les mises en compression de l'armature de carcasse.

10  
15

[0087] Une réalisation préférée de l'invention prévoit encore que l'armature de sommet est complétée radialement à l'extérieur par au moins une couche supplémentaire, dite de protection, d'éléments de renforcement dits élastiques, orientés par rapport à la direction circonférentielle avec un angle compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$  et de même sens que l'angle formé par les éléments inextensibles de la couche de travail qui lui est radialement adjacente.

20

[0088] La couche de protection peut avoir une largeur axiale inférieure à la largeur axiale de la couche de travail la moins large. Ladite couche de protection peut aussi avoir une largeur axiale supérieure à la largeur axiale de la couche de travail la moins large, telle qu'elle recouvre les bords de la couche de travail la moins large et, dans le cas de la couche radialement supérieure comme étant le moins large, telle qu'elle soit couplée, dans le prolongement axial de l'armature additionnelle, avec la couche de sommet de travail la plus large sur une largeur axiale, pour être ensuite, axialement à l'extérieur, découplée de ladite couche de travail la plus large par des profilés d'épaisseur au moins égale à 2 mm. La

25  
30

- 17 -

couche de protection formée d'éléments de renforcement élastiques peut, dans le cas cité ci-dessus, être d'une part éventuellement découpée des bords de ladite couche de travail la moins large par des profilés d'épaisseur sensiblement moindre que l'épaisseur des profilés séparant les bords des deux couches de travail, et avoir d'autre part une largeur axiale inférieure ou supérieure à la largeur axiale de la couche de sommet la plus large.

[0089] Selon l'un quelconque des modes de réalisation de l'invention évoqué précédemment, l'armature de sommet peut encore être complétée, radialement à l'intérieur entre l'armature de carcasse et la couche de travail radialement intérieure la plus proche de ladite armature de carcasse, par une couche de triangulation d'éléments de renforcement inextensibles métalliques en acier faisant, avec la direction circonférentielle, un angle supérieur à  $45^\circ$  et de même sens que celui de l'angle formé par les éléments de renforcement de la couche radialement la plus proche de l'armature de carcasse.

[0090] D'autres détails et caractéristiques avantageux de l'invention ressortiront ci-après de la description des exemples de réalisation de l'invention en référence aux figures 1 à 4 qui représentent :

- figure 1, une vue méridienne d'un schéma d'un pneumatique selon l'invention,
- figure 2, une vue en perspective d'un schéma d'une partie d'une bande de roulement d'un pneumatique selon un mode de réalisation de l'invention,
- figure 3, une vue en coupe selon le plan AA' d'une deuxième partie d'une découpe telle que représentée sur la figure 2,
- figure 4, une vue en coupe selon le plan BB' d'une première partie d'une découpe telle que représentée sur la figure 2.

[0091] Les figures ne sont pas représentées à l'échelle pour en simplifier la compréhension. La figure 1 ne représente qu'une demi-vue d'un pneumatique qui se prolonge de manière symétrique par rapport à l'axe XX' qui représente le plan médian circonférentiel, ou plan équatorial, d'un pneumatique.

[0092] Sur la figure 1, le pneumatique 1, de dimension 315/70 R 22.5, a un rapport de forme H/S égal à 0,70, H étant la hauteur du pneumatique 1 sur sa jante de montage et S sa

- 18 -

largeur axiale maximale. Ledit pneumatique 1 comprend une armature de carcasse radiale 2 ancrée dans deux bourrelets, non représentés sur la figure. L'armature de carcasse est formée d'une seule couche de câbles métalliques. Cette armature de carcasse 2 est frettée par une armature de sommet 4, formée radialement de l'intérieur à l'extérieur :

- 5       - d'une première couche de travail 41 formée de câbles métalliques inextensibles 9.28 non frettés, continus sur toute la largeur de la nappe, orientés d'un angle égal à  $24^\circ$ ,
- d'une couche d'éléments de renforcement circonférentiels 42 formée de câbles métalliques en acier 21x23, de type "bi-module",
- d'une seconde couche de travail 43 formée de câbles métalliques inextensibles 9.28  
10       non frettés, continus sur toute la largeur de la nappe, orientés d'un angle égal à  $24^\circ$  et  
      croisés avec les câbles métalliques de la couche 41,
- d'une couche de protection 44 formées de câbles métalliques élastiques 6.35.

[0093]     L'armature de sommet est elle-même coiffée d'une bande de roulement 6.

[0094]     La largeur axiale maximale W du pneumatique est égale à 317 mm.

15       [0095]     La largeur axiale  $L_{41}$  de la première couche de travail 41 est égale à 252 mm.

[0096]     La largeur axiale  $L_{43}$  de la deuxième couche de travail 43 est égale à 232 mm.

[0097]     Quant à la largeur axiale  $L_{42}$  de la couche d'éléments de renforcement circonférentiels 42, elle est égale à 194 mm.

20       [0098]     La dernière nappe de sommet 44, dite de protection, a une largeur  $L_{44}$  égale à  
124 mm.

[0099]     La figure 2 illustre schématiquement une vue en perspective et en transparence d'une découpe 7 selon un mode de réalisation de l'invention. Conformément à l'invention, cette découpe 7 est constituée d'une alternance de premières parties 9 et de deuxièmes parties 8, chaque extrémité d'une première partie 9 étant contiguë à une deuxième partie 8.

25       [00100]    Une première partie 9 forme en surface 6 de la bande de roulement 5 une incision 12 qui cache plus en profondeur dans la bande de roulement une rainure 13.

- 19 -

[00101] Une deuxième partie 8 forme en surface 6 de la bande de roulement 5 une rainure 10 qui cache plus en profondeur dans la bande de roulement une incision 11.

[00102] Sur la figure 3, est représentée schématiquement une deuxième partie 8 en coupe selon le plan de coupe AA'. Ce plan de coupe AA' est perpendiculaire au plan moyen des parois et au plan tangent à la surface 6 de la bande de roulement 5. La largeur  $D_f$  de la deuxième partie 8 en fond de découpe est égale à 0.7 mm. La largeur  $d_s$  de la deuxième partie 8 en surface de la bande de roulement 5 est mesurée entre les extrémités 14 et 15 de ladite deuxième partie 8 en surface 6 de la bande de roulement 5. Elle est égale à 7 mm. Le ratio  $d_s/D_f$  est égal à 10.

[00103] Dans le cas de la figure 3, la deuxième partie 8 forme une rainure 10 en surface 6 de la bande de roulement 5. Après usure de la bande de roulement, la disparition de ladite rainure 10 fait apparaître une incision 11 qui, conformément à la définition donnée précédemment présente une largeur inférieure à 2 mm.

[00104] Sur la figure 4, est représentée schématiquement une première partie 9 en coupe selon le plan de coupe BB'. Ce plan de coupe BB' est perpendiculaire au plan moyen des parois et au plan tangent à la surface 6 de la bande de roulement 5. La largeur  $D_f'$  de la première partie 9 en fond de découpe est égale à 7 mm. La largeur  $d_s'$  de la première partie 9 en surface de la bande de roulement 5 est mesurée entre les extrémités 16 et 17 de ladite première partie 9 en surface 6 de la bande de roulement 5. Elle est égale à 0.7 mm. Le ratio  $D_f'/d_s'$  est égal à 10.

[00105] Dans le cas de la figure 4, la première partie 9 forme une incision 12 en surface 6 de la bande de roulement 5 qui conformément à la définition donnée précédemment présente une largeur inférieure à 2 mm. Après usure de la bande de roulement, le creux caché sous ladite incision 12 fait apparaître une rainure 13. Comme expliqué précédemment, lorsque le pneumatique est neuf, l'incision permet de former des arêtes tout en conservant une rigidité de la bande de roulement importante, les parois venant au contact l'une de l'autre au moment du contact avec le sol. Après usure, lorsque le creux caché apparaît il forme une rainure et donc des arêtes, la rigidité étant conservée du fait de la profondeur de la découpe moins importante dans la bande de roulement.

- 20 -

[00106] Des essais ont été réalisés avec des pneumatiques selon l'invention et des pneumatiques de référence.

[00107] Ces essais ont consistés en des roulages simulant un usage moyen des pneumatiques lorsqu'ils équipent des véhicules de type Poids lourds. Le but de ces essais est de contrôler l'état des pneumatiques au cours des roulages et d'identifier d'éventuels problèmes d'irrégularités d'usure de la bande de roulement.

[00108] Les pneumatiques selon l'invention sont réalisés conformément aux figures 1-4.

[00109] Les pneumatiques de référence sont conformes aux figures 2-4 et leur architecture sommet diffère en ce que l'armature sommet ne comporte pas de couche d'éléments de renforcement circonférentiels.

[00110] Au cours des roulages, les pneumatiques de référence font apparaître des irrégularités d'usure. De telles irrégularités d'usure peuvent dans certaines conditions avoir des effets négatifs sur les propriétés d'adhérence du pneumatique car la surface de l'aire de contact peut s'en trouver modifiée. Ces irrégularités d'usure peuvent également générer des vibrations, perceptibles par l'utilisateur et donc une situation d'inconfort pour celui-ci. En outre, l'apparition rapide de telles irrégularités d'usure conduit à une augmentation de la vitesse d'usure des pneumatiques et donc une durée d'utilisation moindre qu'espérée.

[00111] Concernant les pneumatiques selon l'invention, les essais montrent que de telles irrégularités d'usure apparaissent plus tardivement et de manière beaucoup moins prononcée de sorte que les propriétés d'adhérence ne sont quasiment pas affectées quelles que soient les conditions de roulage.

**REVENDICATIONS**

1 – Pneumatique à armature de carcasse radiale comprenant une armature de sommet formée d'au moins deux couches de sommet de travail d'éléments de renforcement, elle-même coiffée radialement d'une bande de roulement, ladite bande de roulement étant réunie à deux  
5 bourrelets par l'intermédiaire de deux flancs, l'armature de sommet comportant au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels, ladite bande de roulement comportant une surface de roulement destinée à venir en contact avec une chaussée et former une surface de contact, ladite bande de roulement étant constituée d'au moins une partie centrale s'étendant au moins dans la zone du plan équatorial et deux parties axialement extérieures et présentant  
10 au moins dans ladite partie centrale au moins une découpeure, **caractérisé en ce que :**

- ladite au moins une découpeure est constituée d'au moins une première partie et d'au moins une deuxième partie, contiguës et chacune affleurant la surface de la bande de roulement,
- **en ce que** la profondeur, mesurée sur pneumatique neuf dans au moins ladite partie  
15 centrale, desdites au moins une première partie et au moins une deuxième partie est supérieure ou égale à 40 % de l'épaisseur de la bande roulement,
- **en ce que** le ratio de la largeur mesurée au fond de la ladite au moins une première partie sur la largeur mesurée en surface de la bande de roulement sur pneumatique neuf de la ladite au moins une première partie est strictement supérieur à 2 et  
20
- **en ce que** le ratio de la largeur mesurée en surface de la bande de roulement sur pneumatique neuf de la ladite au moins une deuxième partie sur la largeur mesurée au fond de la ladite de la ladite au moins une deuxième partie est supérieure ou égal à 1.

2 - Pneumatique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le ratio de la largeur mesurée en surface de la bande de roulement sur pneumatique neuf de la ladite au moins une deuxième  
25 partie sur la largeur mesurée au fond de la ladite au moins une deuxième partie est strictement supérieur à 2.

- 22 -

3 - Pneumatique selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la largeur mesurée au fond de ladite au moins une première partie de la ladite au moins une découpe est strictement supérieure à 3 mm.

4 - Pneumatique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la largeur mesurée au fond de la ladite au moins une première partie de la ladite au moins une découpe est inférieure à 10 mm.

5 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la première partie de ladite au moins une découpe est formée d'une rainure radialement intérieure à une incision, **en ce que** la deuxième partie est formée d'une rainure radialement extérieure à une incision et **en ce que** un canal de liaison lie les rainures entre elles.

6 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ladite au moins une découpe est une découpe d'orientation longitudinale.

7 - Pneumatique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ladite au moins une découpe d'orientation longitudinale est continue sur la périphérie du pneumatique.

8 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ladite au moins une découpe est une découpe d'orientation transversale.

9 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ladite au moins une découpe est une découpe d'orientation oblique.

10 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la couche d'éléments de renforcement circonférentiels est radialement disposée entre deux couches de sommet de travail.

11 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les largeurs axiales des couches de sommet de travail radialement adjacentes à la couche d'éléments de renforcement circonférentiels sont supérieures à la largeur axiale de ladite couche d'éléments de renforcement circonférentiels.

12 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'armature de sommet est formée d'au moins deux couches de sommet de travail d'éléments de

- 23 -

renforcement, de préférence inextensibles, croisés d'une couche à l'autre en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre 10° et 45°.

13 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de renforcement d'au moins une couche d'éléments de renforcement circonférentiels sont des éléments de renforcement métalliques présentant un module sécant à 0,7 %  
5 d'allongement compris entre 10 et 120 GPa et un module tangent maximum inférieur à 150 GPa.

14 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'armature de sommet est complétée radialement à l'extérieur par au moins une nappe supplémentaire, dite  
10 de protection, d'éléments de renforcement dits élastiques, orientés par rapport à la direction circonférentielle avec un angle compris entre 10° et 45° et de même sens que l'angle formé par les éléments inextensibles de la nappe de travail qui lui est radialement adjacente.

15 - Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'armature de sommet comporte en outre une couche de triangulation formée d'éléments de renforcement métalliques faisant avec la direction circonférentielle des angles supérieurs à 45°.

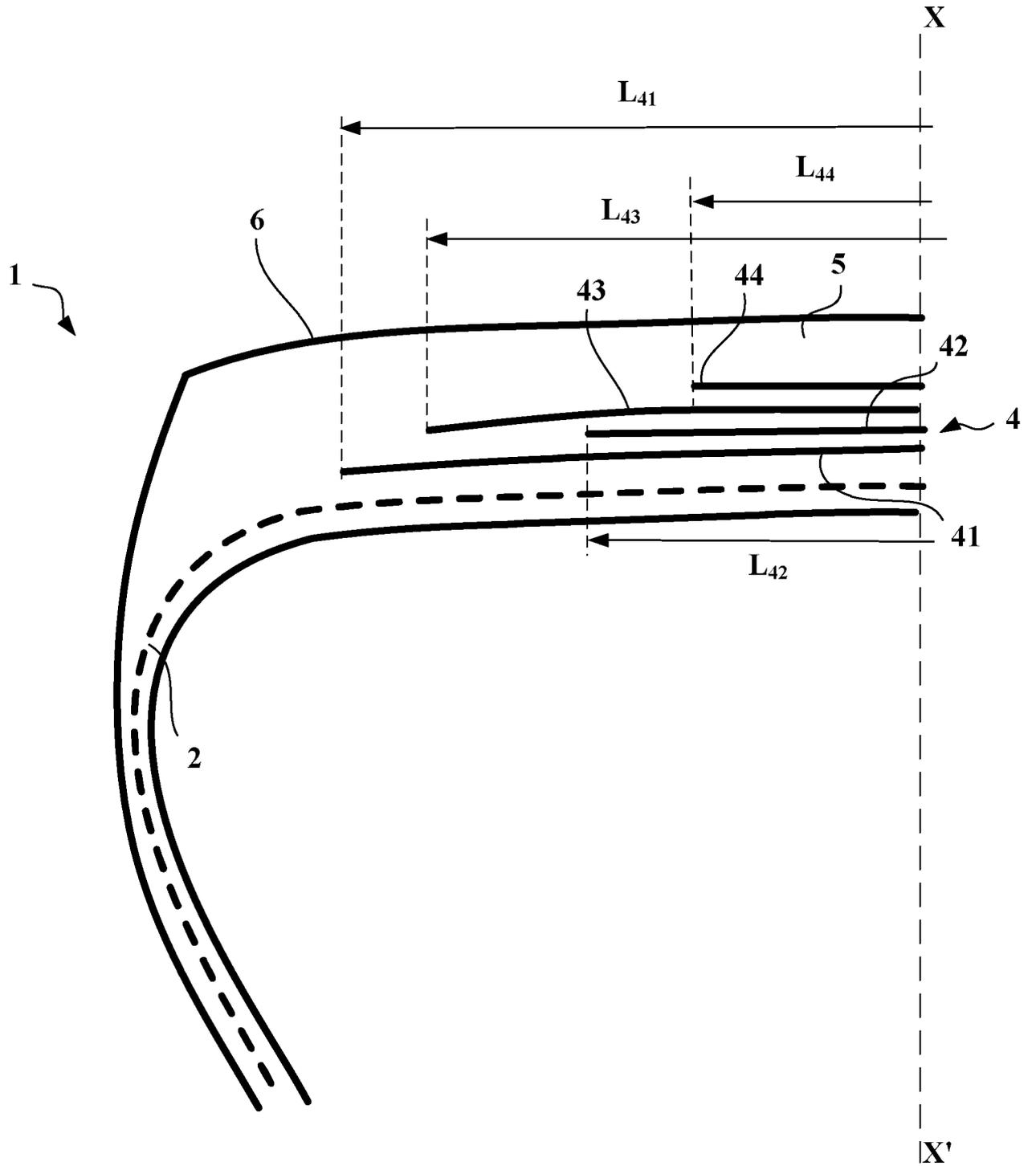


FIG.1

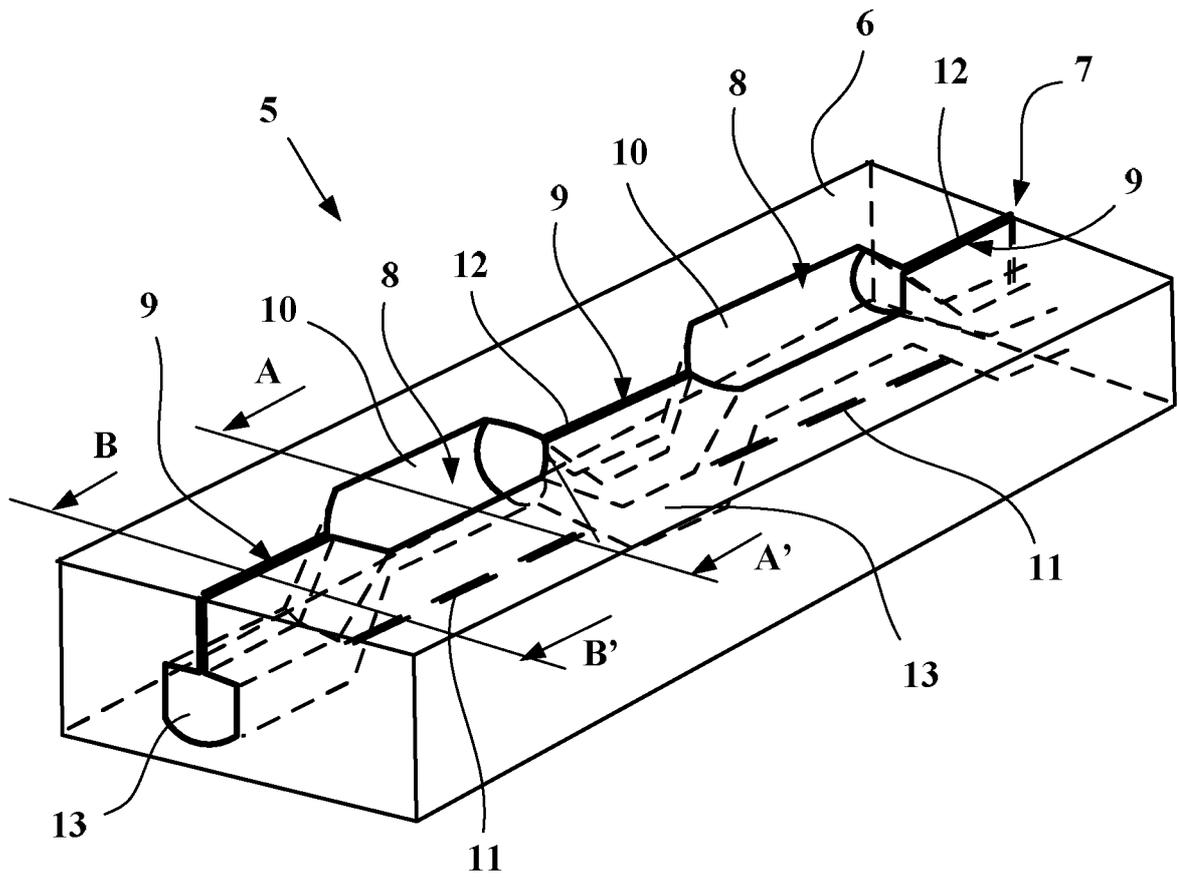


FIG. 2

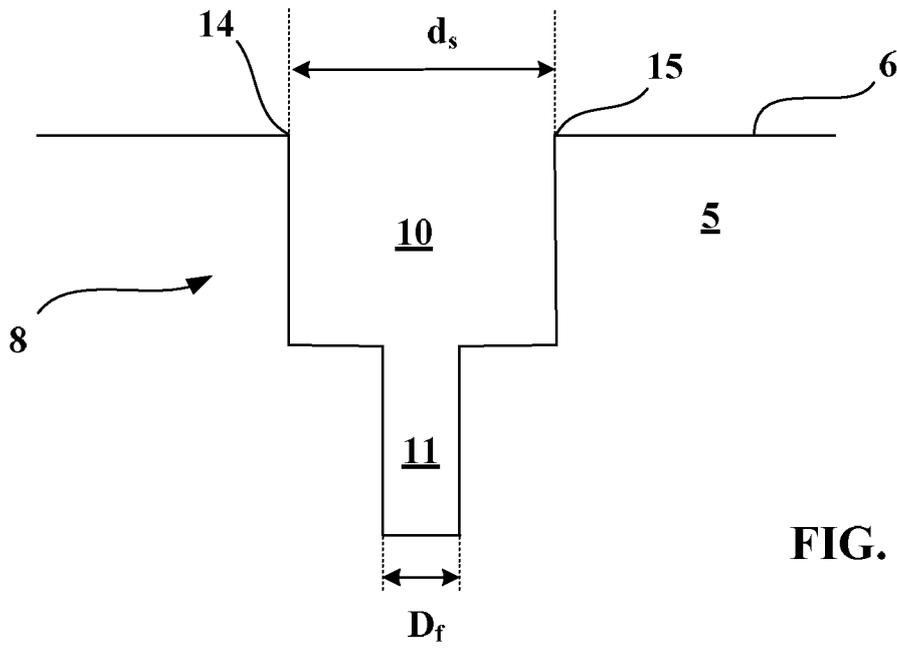


FIG. 3

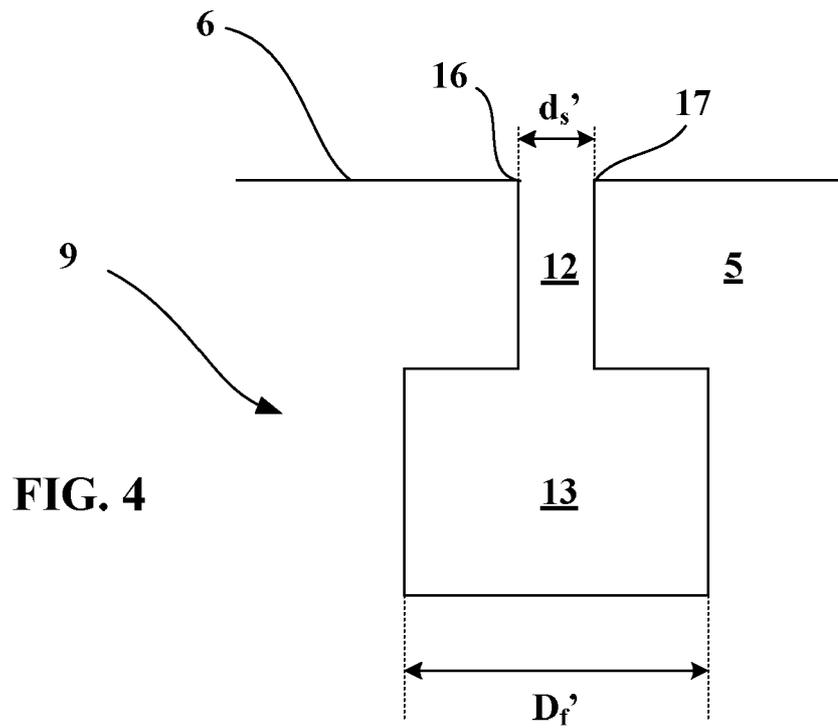


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2016/053378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. B60C9/20 B60C11/12 B60C11/03 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 2013/053877 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; DOMINGO ALAIN [FR]; BESS) 18 April 2013 (2013-04-18)	1-4,6-15
A	paragraph [0133]; claims 1-17; figure 1	5
Y	FR 3 014 022 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH])	1-4,6-15
A	5 June 2015 (2015-06-05) paragraphs [0037], [0039], [0043]; claim 1; figures 1,2a-2d	5
Y	WO 02/38399 A2 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; RADULESCU ROBERT [FR]) 16 May 2002 (2002-05-16)	1-4,8-15
A	claims 1-8/; figures 1,4-6	5-7
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 March 2017

Date of mailing of the international search report

16/03/2017

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/FR2016/053378

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	EP 0 206 227 A2 (PIRELLI [IT]) 30 December 1986 (1986-12-30) page 1, line 7; claims 1-10; figures 1-6 -----	1-4,6,7, 9-15 5,8
A	FR 2 950 565 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 1 April 2011 (2011-04-01) claims 1-15; figures 1-18 -----	5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2016/053378

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2013053877	A1	18-04-2013	CN 103889738 A	25-06-2014
			EP 2766204 A1	20-08-2014
			FR 2981297 A1	19-04-2013
			JP 2014534110 A	18-12-2014
			RU 2014118764 A	20-11-2015
			US 2014283969 A1	25-09-2014
			WO 2013053877 A1	18-04-2013
			FR 3014022	A1
EP 3077223 A1	12-10-2016			
FR 3014022 A1	05-06-2015			
US 2016297252 A1	13-10-2016			
WO 2015082310 A1	11-06-2015			
WO 0238399	A2	16-05-2002	AT 289260 T	15-03-2005
			AU 2954802 A	21-05-2002
			BR 0115303 A	21-10-2003
			CA 2428572 A1	16-05-2002
			DE 60108972 D1	24-03-2005
			DE 60108972 T2	29-12-2005
			EP 1341679 A2	10-09-2003
			JP 4040458 B2	30-01-2008
			JP 2004513014 A	30-04-2004
			NO 20032121 A	14-07-2003
			US 2003201048 A1	30-10-2003
			US 2006088618 A1	27-04-2006
			WO 0238399 A2	16-05-2002
			EP 0206227	A2
CA 1248858 A	17-01-1989			
DE 3681206 D1	10-10-1991			
EP 0206227 A2	30-12-1986			
IT 1185117 B	04-11-1987			
US 4703787 A	03-11-1987			
FR 2950565	A1	01-04-2011	AU 2010303038 A1	24-05-2012
			BR 112012006870 A2	07-06-2016
			CA 2774226 A1	07-04-2011
			CN 102548777 A	04-07-2012
			EA 201270485 A1	28-12-2012
			EP 2483087 A1	08-08-2012
			FR 2950565 A1	01-04-2011
			JP 5646637 B2	24-12-2014
			JP 2013505874 A	21-02-2013
			KR 20120085793 A	01-08-2012
			US 2012227883 A1	13-09-2012
			WO 2011039194 A1	07-04-2011

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053378

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C9/20      B60C11/12      B60C11/03      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 2013/053877 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; DOMINGO ALAIN [FR]; BESS) 18 avril 2013 (2013-04-18)	1-4,6-15
A	alinéa [0133]; revendications 1-17; figure 1	5
Y	FR 3 014 022 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH])	1-4,6-15
A	5 juin 2015 (2015-06-05) alinéas [0037], [0039], [0043]; revendication 1; figures 1,2a-2d	5
Y	WO 02/38399 A2 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; RADULESCU ROBERT [FR]) 16 mai 2002 (2002-05-16)	1-4,8-15
A	revendications 1-8/; figures 1,4-6	5-7
	-/--	
<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  7 mars 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  16/03/2017
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	EP 0 206 227 A2 (PIRELLI [IT]) 30 décembre 1986 (1986-12-30)	1-4,6,7, 9-15
A	page 1, ligne 7; revendications 1-10; figures 1-6	5,8
A	----- FR 2 950 565 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 1 avril 2011 (2011-04-01) revendications 1-15; figures 1-18 -----	5

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2016/053378

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2013053877	A1	18-04-2013	CN 103889738 A	25-06-2014
			EP 2766204 A1	20-08-2014
			FR 2981297 A1	19-04-2013
			JP 2014534110 A	18-12-2014
			RU 2014118764 A	20-11-2015
			US 2014283969 A1	25-09-2014
			WO 2013053877 A1	18-04-2013
-----				
FR 3014022	A1	05-06-2015	CN 105793068 A	20-07-2016
			EP 3077223 A1	12-10-2016
			FR 3014022 A1	05-06-2015
			US 2016297252 A1	13-10-2016
			WO 2015082310 A1	11-06-2015
-----				
WO 0238399	A2	16-05-2002	AT 289260 T	15-03-2005
			AU 2954802 A	21-05-2002
			BR 0115303 A	21-10-2003
			CA 2428572 A1	16-05-2002
			DE 60108972 D1	24-03-2005
			DE 60108972 T2	29-12-2005
			EP 1341679 A2	10-09-2003
			JP 4040458 B2	30-01-2008
			JP 2004513014 A	30-04-2004
			NO 20032121 A	14-07-2003
			US 2003201048 A1	30-10-2003
			US 2006088618 A1	27-04-2006
			WO 0238399 A2	16-05-2002
			-----	
EP 0206227	A2	30-12-1986	AT 66870 T	15-09-1991
			CA 1248858 A	17-01-1989
			DE 3681206 D1	10-10-1991
			EP 0206227 A2	30-12-1986
			IT 1185117 B	04-11-1987
			US 4703787 A	03-11-1987
-----				
FR 2950565	A1	01-04-2011	AU 2010303038 A1	24-05-2012
			BR 112012006870 A2	07-06-2016
			CA 2774226 A1	07-04-2011
			CN 102548777 A	04-07-2012
			EA 201270485 A1	28-12-2012
			EP 2483087 A1	08-08-2012
			FR 2950565 A1	01-04-2011
			JP 5646637 B2	24-12-2014
			JP 2013505874 A	21-02-2013
			KR 20120085793 A	01-08-2012
			US 2012227883 A1	13-09-2012
			WO 2011039194 A1	07-04-2011
-----				