

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 134 538**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②1 N° d'enregistrement national : **22 03391**
⑤1 Int Cl⁸ : **B 60 C 13/00 (2022.01), B 29 D 30/72**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Pneumatique à haute capacité de chargement comprenant des éléments moulés.

②2 Date de dépôt : 13.04.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 20.10.23 Bulletin 23/42.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 31.05.24 Bulletin 24/22.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *COMPAGNIE GENERALE DES
ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en
commandite par action — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : GAGNAIRE Cécile et AOKI Daisuke.

⑦3 Titulaire(s) : *COMPAGNIE GENERALE DES
ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en
commandite par action.*

⑦4 Mandataire(s) : *MANUFACTURE FRANCAISE DES
PNEUMATIQUES MICHELIN.*

FR 3 134 538 - B1



Description

Titre de l'invention : Pneumatique à haute capacité de chargement comprenant des éléments moulés

- [0001] La présente invention concerne un pneumatique. Par pneumatique, on entend un bandage destiné à former une cavité en coopérant avec un élément support, par exemple une jante, cette cavité étant apte à être pressurisée à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Un pneumatique selon l'invention présente une structure de forme sensiblement toroïdale de révolution autour d'un axe principal du pneumatique.
- [0002] L'avènement des véhicules de tourisme à motorisation électrique ou hybride entraîne une augmentation du poids des véhicules, notamment en raison des batteries dont le poids est relativement important et sensiblement proportionnel à l'autonomie des véhicules. Ainsi, par exemple, pour augmenter l'autonomie d'un véhicule électrique, il est nécessaire d'augmenter la taille des batteries et par conséquent, le poids du véhicule.
- [0003] De façon simple, on estime aujourd'hui qu'un kilomètre d'autonomie d'un moteur électrique conduit à augmenter le poids du véhicule d'un kilogramme. Ainsi, afin d'atteindre une autonomie de 500 kilomètres, il est nécessaire d'augmenter le poids d'un véhicule à motorisation thermique d'environ 500 kg. Afin d'équiper de tels véhicules, il est nécessaire d'utiliser des pneumatiques capables de porter une charge très élevée.
- [0004] On connaît de l'état de la technique un pneumatique pour véhicule de tourisme, ce pneumatique étant capable de porter une charge relativement élevée. Ce pneumatique est commercialisé sous la marque MICHELINTM dans la gamme Pilot Sport 4 et présente une dimension 255/35R18. Ce pneumatique présente une version EXTRA-LOAD (en abrégé XL) au sens du manuel de la norme ETRTO 2019 et, dans cette version EXTRA-LOAD, présente un indice de charge égal à 94. Cela signifie que, à une pression de 290 kPa, le pneumatique est capable de porter une charge de 670 kg. Cette capacité de charge est relativement élevée par rapport à un pneumatique de même dimension et qualifié de STANDARD LOAD (en abrégé SL) présentant un indice de charge égal à 90 et qui est capable lui, de porter une charge de 600 kg à une pression de 250 kPa.
- [0005] Afin de pouvoir être mis sur le marché, un tel pneumatique doit satisfaire des tests réglementaires. Par exemple en Europe, le pneumatique doit satisfaire à l'essai de performance charge/vitesse décrit en annexe VII du Règlement n°30 de la CEE-ONU.
- [0006] Néanmoins, que ce soit dans sa version EXTRA-LOAD, et encore plus dans sa version STANDARD LOAD, un tel pneumatique n'est pas capable de porter le surplus

de charge correspondant aux batteries nécessaires pour atteindre l'autonomie souhaitée. Ainsi, les manufacturiers pneumatiques ont dû proposer de nouvelles solutions afin de répondre à ce nouveau besoin.

- [0007] Une solution envisagée par les manufacturiers pneumatiques est, pour un véhicule donné, l'utilisation de pneumatiques présentant une dimension plus importante ce qui permettrait de porter plus de charge. Ainsi, un véhicule donné pourrait être équipé de pneumatiques présentant un indice de charge plus élevé. Par exemple, un véhicule équipé des pneumatiques décrits ci-dessus dans leur version EXTRA LOAD pourrait être équipé de pneumatiques de dimension 275/35R19 dans leur version EXTRA-LOAD qui présentent un indice de charge égal à 100 et capable, à une pression de 290 kPa, de porter une charge de 800 kg, bien supérieure à la charge de 670 kg.
- [0008] D'une part, une telle augmentation de la dimension des pneumatiques entraîne nécessairement soit une réduction de l'espace intérieur du véhicule, soit un agrandissement du gabarit extérieur du véhicule, ce qui, dans les deux cas n'est pas souhaitable pour des raisons d'habitabilité et de compacité du véhicule.
- [0009] D'autre part, une telle augmentation de la dimension des pneumatiques entraîne une nouvelle conception du châssis du véhicule, ce qui pour des raisons évidentes de coûts, n'est pas non plus souhaitable.
- [0010] Enfin, une telle augmentation de la dimension des pneumatiques, notamment de la largeur de section nominale, entraîne une hausse du bruit extérieur généré par le pneumatique ainsi qu'une hausse de la résistance au roulement, ce qui n'est pas non plus souhaitable si on souhaite réduire les nuisances sonores et la consommation énergétique du véhicule.
- [0011] Ainsi, une autre solution envisagée par les manufacturiers pneumatiques est, pour une dimension donnée et une version donnée d'un pneumatique, d'augmenter sa pression recommandée de gonflage. En effet, plus la pression est élevée, plus le pneumatique est capable de porter une charge élevée.
- [0012] Néanmoins, l'utilisation d'une pression recommandée relativement élevée rigidifie le pneumatique et entraîne une perte de confort pour les passagers du véhicule ce qui n'est évidemment pas souhaité par certains constructeurs automobiles dans les cas où le confort des passagers est prioritaire sur la charge pouvant être portée.
- [0013] Ainsi, les manufacturiers pneumatiques ont décidé de créer un nouveau type de pneumatique. Ce nouveau type est désormais connu sous la dénomination HIGH LOAD CAPACITY dans le manuel de la norme ETRTO 2021. Ce nouveau type permet de garantir que la charge qu'est capable de porter le pneumatique d'une dimension donnée est supérieure à celle qu'un pneumatique de même dimension mais dans sa version EXTRA-LOAD serait capable de porter. Pour la dimension 255/35R18, le pneumatique de type HIGH LOAD CAPACITY présente ainsi un indice

de charge égal à 98 indiquant qu'il est capable de porter une charge de 750 kg à une pression de 290 kPa.

- [0014] On a remarqué, lors de l'utilisation de ces pneumatiques de type HIGH LOAD CAPACITY, l'initiation de fissures à la surface des flancs de ces pneumatiques, notamment dans une portion radialement supérieure comprise radialement entre d'une part, l'équateur du pneumatique et, d'autre part une normale à la surface interne passant par une ligne circonférentielle de séparation entre le flanc et le sommet. On a noté que l'apparition de ces fissures se faisait particulièrement lors d'un roulage dans un trou profond dans la chaussée ou sur une bosse importante de la chaussée, lors d'une montée brutale d'un trottoir, lors d'une utilisation à une pression significativement inférieure à la pression recommandée ou encore lors d'une utilisation sous une charge significativement supérieure à la charge maximale.
- [0015] De telles fissures, si elles ne sont pas dangereuses pour l'utilisateur du pneumatique, détériorent l'aspect extérieur du pneumatique et donc son esthétique. En outre, elles peuvent inquiéter inutilement l'utilisateur du pneumatique.
- [0016] L'invention a pour but de fournir un pneumatique capable porter une charge plus importante que les pneumatiques existants tout en réduisant, voire en supprimant le risque de fissuration sur le flanc.
- [0017] Ainsi, l'invention a pour objet un pneumatique pour véhicule de tourisme comprenant un sommet, deux bourrelets, deux flancs reliant chaque bourrelet au sommet, au moins un des flancs comprenant au moins une couche renforcée comprenant des éléments de renfort noyés dans une matrice polymérique, le ou chaque flanc comprenant une portion radialement supérieure comprise radialement entre:
- l'équateur du pneumatique, et
 - une normale à la surface interne passant par une ligne circonférentielle de séparation entre le flanc et le sommet,
- la portion radialement supérieure portant une face externe comprenant:
- une surface lisse de référence,
 - au moins un élément moulé en creux et/ou au moins un élément moulé en proéminence par rapport à la surface lisse de référence,
- le pneumatique (10) étant du type HIGH LOAD CAPACITY selon le manuel de la norme ETRTO 2021,
- une épaisseur maximale E_{max} , une profondeur maximale P_{max} du ou de chaque élément moulé en creux de la portion radialement supérieure par rapport à la surface lisse de référence et/ou une hauteur maximale H_{max} du ou de chaque élément moulé en proéminence de la portion radialement supérieure par rapport à la surface lisse de référence vérifient $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 1,1$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 1,1$, E_{max} , P_{max} et H_{max} étant exprimés en mm, avec

E_{max} étant la distance maximale mesurée dans la portion radialement supérieure selon une droite normale à la surface interne entre :

- la surface axialement extérieure passant par le point axialement le plus extérieur de chaque élément de renfort de la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure dans la portion radialement supérieure, et
- la surface lisse de référence.

[0018] Conformément à l'invention, le pneumatique est un pneumatique pour véhicule de tourisme. Un tel pneumatique est par exemple défini dans le manuel de la norme ETRTO 2021 (European Tyre and Rim Technical Organisation). Un tel pneumatique présente, généralement sur au moins un des flancs, un marquage conforme au marquage du manuel de la norme ETRTO 2021 indiquant la dimension du pneumatique sous la forme X/Y α V U β avec X désignant la largeur de section nominale, Y désignant le rapport d'aspect nominal, α désignant la structure et pouvant être R ou ZR, V désignant le diamètre de jante nominale, U désignant l'indice de charge et β désignant le symbole de vitesse.

[0019] En augmentant l'indice de charge du pneumatique de l'invention par rapport à l'indice de charge d'un pneumatique présentant la même dimension dans sa version EXTRA-LOAD, l'invention permet d'augmenter la capacité de charge de l'ensemble monté sans pour autant modifier l'habitabilité, la compacité et le confort du véhicule sur lequel il est utilisé. En effet, la dimension du pneumatique selon l'invention étant identique à celle du pneumatique dans sa version EXTRA-LOAD, l'ensemble monté n'encombre pas davantage que le pneumatique dans sa version EXTRA-LOAD. Un pneumatique selon l'invention pourra porter un marquage distinctif permettant de le distinguer de sa version STANDARD LOAD et de sa version EXTRA-LOAD, par exemple un marquage du type HL (pour HIGH LOAD) ou XL+ (pour EXTRA LOAD +). Un tel marquage est notamment divulgué dans le manuel de la norme ETRTO 2021, page 3 de la section General Notes – Passenger Car tyres. Des exemples de dimensions de pneumatiques du type HIGH LOAD CAPACITY sont également divulgués dans le manuel de la norme ETRTO 2021, page 44, paragraphe 9.1 de la section Passenger Car tyres – Tyres with metric designation.

[0020] Un pneumatique de type HIGH LOAD CAPACITY peut être caractérisé par son indice de charge LI tel que $LI \geq LI' + 1$ et LI' étant l'indice de charge d'un pneumatique EXTRA LOAD présentant la même dimension selon le manuel de la norme ETRTO 2021. L'indice de charge LI' est l'indice de charge d'un pneumatique EXTRA LOAD présentant la même dimension, c'est-à-dire la même largeur de section nominale, le même rapport d'aspect nominal, la même structure (R et ZR étant considérée comme identique) et le même diamètre de jante nominale. L'indice de charge LI' est donné par le manuel de la norme ETRTO 2021, notamment dans la partie intitulée Passenger Car

Tyres – Tyres with Metric Designation, pages 22 à 43. En fonction de la dimension, on aura $LI=LI'+1$, $LI=LI'+2$, $LI=LI'+3$ ou bien encore $LI=LI'+4$. Dans la plupart des modes de réalisation, $LI'+1 \leq LI \leq LI'+4$, et même $LI'+2 \leq LI \leq LI'+4$.

[0021] Les inventeurs à l'origine de l'invention ont compris qu'en raison de la charge relativement élevée qu'étaient amenés à porter les pneumatiques de type HIGH LOAD CAPACITY, la portion radialement supérieure du flanc subissait de très fortes contraintes, notamment lors d'évènements très sollicitants tels que décrits précédemment. Cette portion radialement supérieure comprend la portion de la face externe du flanc qui, lors des évènements très sollicitants, va présenter le rayon de courbure le plus petit et donc une concentration élevée de contraintes. Cette portion de la face externe du flanc est facilement déterminable, par exemple en gonflant le pneumatique à une pression inférieure ou égale à sa pression nominale et en lui imposant une charge significativement supérieure à la charge nominale, par exemple à une charge supérieure ou égale à 120% de sa charge nominale, la pression et la charge nominale étant telles qu'indiquées dans le manuel de la norme ETRTO 2021.

[0022] Les inventeurs ont également compris que, ces très fortes contraintes sont localisées au voisinage des zones du flanc présentant localement une forte variation d'épaisseur.

[0023] Ainsi, les inventeurs ont déterminé qu'en réduisant ces variations locales d'épaisseur qui sont essentiellement présentes au voisinage des éléments moulés en creux ou en proéminence présents sur la face externe de la portion radialement extérieure, par exemple sous la forme de marquage, on réduisait, voire on supprimait le risque de fissuration dans le flanc.

[0024] Les inventeurs ont également remarqué que plus l'épaisseur maximale E_{max} des pneumatiques de type HIGH LOAD CAPACITY était importante, plus les flancs étaient sensibles à l'apparition des fissures décrites ci-dessus. Ainsi, les inventeurs ont déterminé une relation permettant soit de limiter la profondeur maximale P_{max} ou la hauteur maximale H_{max} des éléments moulés pour une épaisseur maximale E_{max} donnée, soit de limiter l'épaisseur maximale E_{max} pour une profondeur maximale P_{max} et/ou une hauteur maximale H_{max} des éléments moulés donnée(s).

[0025] Les éléments moulés en creux ou en proéminence comprennent notamment des éléments de marquage, des tétines et/ou des soupapes d'événement et sont préférentiellement choisis parmi ces éléments. Les éléments de marquage comprennent notamment des marquages réglementaires, des marquages décoratifs et des marquages de suivi du pneumatique et sont préférentiellement choisis parmi ces éléments. Les marquages réglementaires comprennent notamment les marquages réglementaires requis par les différents règlements et comprennent notamment la marque du pneumatique, sa désignation commerciale, le numéro DOT. Les marquages décoratifs comprennent des marquages dont la fonction est essentiellement d'enjoliver l'aspect

extérieur du pneumatique. Les marquages de suivi du pneumatique comprennent notamment les symboles matriciels codés (en anglais « QR code »).

[0026] Les tétines d'événement sont des éléments moulés en proéminence présentant une forme générale effilée et issus du fluage de la composition élastomérique portant la surface externe du pneumatique dans des événements d'un moule lors du moulage du pneumatique. De façon analogue, les soupapes d'événement sont des éléments moulés en creux présentant une forme générale de puit suite au moulage du pneumatique.

[0027] La ligne circonférentielle de séparation entre le flanc et le sommet est généralement une ligne moulée car correspondant à la séparation entre deux éléments de moule permettant le moulage du flanc et le moulage du sommet. Lorsque plusieurs lignes circonférentielles sont présentes, la ligne circonférentielle de séparation est la ligne circonférentielle radialement la plus intérieure. En l'absence de ligne moulée, la ligne de séparation entre le flanc et le sommet, est une ligne circonférentielle imaginaire située à :

- une distance radiale égale à 65 % de la hauteur de flanc H du pneumatique en partant de l'extrémité radialement intérieure du pneumatique pour des pneumatiques pour lesquels $H < 95$,

- une distance radiale égale à 70 % de la hauteur de flanc H du pneumatique en partant de l'extrémité radialement intérieure du pneumatique pour des pneumatiques pour lesquels $H \geq 95$.

[0028] La hauteur de flanc H est définie par $H = SW \times AR / 100$ avec SW la largeur de section nominale et AR le rapport d'aspect nominal du pneumatique, par exemple comme indiqué dans le manuel de la norme ETRTO 2021.

[0029] La surface lisse est la surface du pneumatique dépourvue d'éléments moulés en creux ou en proéminence et suivant la courbure de la face externe du pneumatique sans variation locale brutale. Cette surface lisse sert de référence à la détermination de la profondeur maximale Pmax et/ou de la hauteur maximale Hmax. Ainsi, la surface lisse de référence est l'ensemble formé par la surface lisse passant par la surface du pneumatique dépourvue d'éléments moulés en creux ou en proéminence et par une surface imaginaire suivant la courbure de la face externe du pneumatique et prolongeant continuellement la surface lisse en faisant abstraction des éléments moulés en creux ou en proéminence. Le caractère lisse de la surface de référence caractérise le fait que la surface de référence présente une rugosité très largement inférieure à celle de l'élément moulé et en tout cas une rugosité non détectable par le toucher humain. La surface lisse de référence est généralement caractérisée par une luminosité largement supérieure à la luminosité de l'élément moulé qui doit lui contraster avec cette surface lisse de référence.

[0030] Par élément moulé, on entend un élément venu de matière avec le reste du flanc du

pneumatique lors du moulage du pneumatique. Chaque élément moulé en creux ou en proéminence est continu. Ainsi, à partir du moment où deux éléments en creux ou deux éléments en proéminence sont au moins partiellement jointifs et reliés l'un à l'autre par un élément également en creux ou en proéminence, on considèrera que ces éléments en creux ou en proéminence tous reliés entre eux ne forment qu'un seul et même élément moulé en creux ou en proéminence. Au contraire, à partir du moment où deux éléments en creux ou deux en proéminence sont totalement disjoints l'un de l'autre et sont séparés l'un de l'autre par une partie de la surface lisse de référence, on considèrera que ces deux éléments en creux ou ces deux éléments en proéminence sont deux éléments moulés distincts.

- [0031] La profondeur maximale P_{max} de l'élément moulé en creux considéré est la valeur maximale des distances mesurées entre la surface lisse de référence et les différents points du fond de l'élément moulé en creux considéré. De façon analogue, la hauteur maximale H_{max} de l'élément moulé en proéminence considéré est la valeur maximale des distances mesurées entre la surface lisse de référence et les différents points de la surface externe de l'élément moulé en proéminence considéré.
- [0032] De préférence, la portion radialement supérieure s'étend circonférentiellement continument sur toute la circonférence du pneumatique.
- [0033] D'autres éléments moulés en creux ou en proéminence peuvent être présents sur le flanc du pneumatique en dehors de la portion radialement supérieure. Ces autres éléments moulés peuvent ne pas respecter la relation déterminée par les inventeurs. En effet, en dehors de la portion radialement supérieure, les contraintes étant moins élevés, le risque de fissuration est moindre, voire inexistant.
- [0034] L'épaisseur maximale E_{max} de la portion radialement supérieure est la valeur maximale des épaisseurs de la portion radialement supérieure, l'épaisseur pouvant être constante ou variable.
- [0035] Pour la ou chaque couche renforcée du ou des flancs, on définit une surface continue, dite surface axialement extérieure (SAE) de la dite couche, passant par le point le plus axialement extérieur de chaque élément de renfort ainsi qu'une surface continue, dite surface axialement intérieure (SAI) de la dite couche, passant par le point le plus axialement intérieur de chaque élément de renfort.
- [0036] Dans des modes de réalisation, la portion radialement supérieure comprend une unique et même couche renforcée axialement la plus extérieure sur toute la hauteur radiale de la portion radialement supérieure. Dans d'autres modes de réalisation, la portion radialement supérieure comprend plusieurs couches renforcées axialement les plus extérieures selon la cote radiale de la portion radialement supérieure. Dans ces autres modes de réalisation, la surface axialement extérieure SAE servant au calcul de la distance maximale E_{max} est la surface axialement extérieure de chaque portion de

chaque couche renforcée axialement la plus extérieure pour la cote radiale à laquelle on mesure l'épaisseur entre la surface axialement extérieure et la surface lisse.

- [0037] Par élément de renfort, on entend un élément permettant le renforcement mécanique de la matrice polymérique dans laquelle cet élément de renfort est destiné à être noyé.
- [0038] De préférence, l'élément de renfort est filaire, c'est-à-dire que l'élément présente une longueur au moins 10 fois plus grande que la plus grande dimension de sa section quelle que soit la forme de cette dernière : circulaire, elliptique, oblongue, polygonale, notamment rectangulaire ou carrée ou ovale. Dans le cas d'une section rectangulaire, l'élément de renfort filaire présente la forme d'une bande.
- [0039] La matrice est dite polymérique car à base d'une composition polymérique, cette composition polymérique pouvant comprendre un ou plusieurs polymères, par exemple choisis parmi les polymères thermoplastiques, les polymères thermodurcissables, les élastomères, les élastomères thermoplastiques, mais également des charges et d'autres composants habituellement utilisés dans le domaine des compositions pour pneumatiques, notamment des compositions pour le noyage d'éléments de renfort.
- [0040] La surface interne délimite la cavité interne du pneumatique. La cavité interne est destinée à être pressurisée par le gaz de gonflage une fois le pneumatique monté sur un support de montage, par exemple une jante.
- [0041] La surface externe est la surface du pneumatique en contact avec l'air à pression atmosphérique et visible depuis l'extérieur du pneumatique.
- [0042] Le pneumatique selon l'invention présente une forme sensiblement torique autour d'un axe de révolution sensiblement confondu avec l'axe de rotation du pneumatique. Cet axe de révolution définit trois directions classiquement utilisées par l'homme du métier : une direction axiale, une direction circonférentielle et une direction radiale.
- [0043] Par direction axiale, on entend la direction sensiblement parallèle à l'axe de révolution du pneumatique, c'est-à-dire l'axe de rotation du pneumatique.
- [0044] Par direction circonférentielle, on entend la direction qui est sensiblement perpendiculaire à la fois à la direction axiale et à un rayon du pneumatique (en d'autres termes, tangente à un cercle dont le centre est sur l'axe de rotation du pneumatique).
- [0045] Par direction radiale, on entend la direction selon un rayon du pneumatique, c'est-à-dire une direction quelconque coupant l'axe de rotation du pneumatique et sensiblement perpendiculaire à cet axe.
- [0046] Par plan médian du pneumatique (noté M), on entend le plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique qui est situé à mi-distance axiale des deux bourrelets et passe par le milieu axial de l'armature de sommet.
- [0047] Par surface circonférentielle équatoriale du pneumatique, on entend l'association des plans passant, dans chaque plan de coupe méridien, par l'équateur (noté E) du pneumatique et perpendiculaire au plan médian et à la direction radiale. L'équateur du

pneumatique est, dans un plan de coupe méridien (plan perpendiculaire à la direction circonférentielle et parallèle aux directions radiale et axiales) l'axe parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et situé à équidistance entre le point radialement le plus extérieur de la bande de roulement destiné à être au contact avec le sol et le point radialement le plus intérieur du pneumatique destiné à être en contact avec un support, par exemple une jante, la distance entre ces deux points étant égale à H.

- [0048] Par plan méridien, on entend un plan parallèle à et contenant l'axe de rotation du pneumatique et perpendiculaire à la direction circonférentielle.
- [0049] Par radialement intérieur, respectivement radialement extérieur, on entend plus proche de l'axe de rotation du pneumatique, respectivement plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique. Par axialement intérieur, respectivement axialement extérieur, on entend plus proche du plan médian du pneumatique, respectivement plus éloigné du plan médian du pneumatique.
- [0050] Par bourrelet, on entend la portion du pneumatique destiné à permettre l'accrochage du pneumatique sur un support de montage, par exemple une roue comprenant une jante. Ainsi, chaque bourrelet est notamment destiné à être au contact d'un crochet de la jante permettant son accrochage.
- [0051] 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).
- [0052] Dans des modes de réalisation permettant de réduire le risque de fissuration, la portion radialement supérieure portant la face externe comprend un ou une pluralité d'élément(s) moulé(s) en creux et/ou un ou une pluralité d'élément(s) moulé(s) en proéminence, le ou au moins une partie de la pluralité d'élément(s) moulé(s) en creux ou le ou au moins une partie de la pluralité d'élément(s) moulé(s) en proéminence est tel que $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} > 1,1$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} > 1,1$. Dans ces modes de réalisation, on applique l'invention à seulement une partie des éléments moulés de la portion radialement supérieure.
- [0053] Dans des modes de réalisation permettant de réduire encore davantage le risque de fissuration, la portion radialement supérieure portant la face externe comprend un ou une pluralité d'élément(s) moulé(s) en creux et/ou un ou une pluralité d'élément(s) moulé(s) en proéminence, le ou la totalité de la pluralité d'élément(s) moulé(s) en creux et/ou le ou la totalité de la pluralité d'élément(s) moulé(s) en proéminence est tel que $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 1,1$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 1,1$. Dans ces modes de réalisation, on applique l'invention à la totalité des éléments moulés de la partie radialement supérieure.
- [0054] Dans certains modes de réalisation permettant de réduire le risque de fissuration,

compte tenu de la taille relativement petite des tétines et des soupapes d'événement, les éléments moulés en creux et/ou en proéminence concernés par l'invention sont les éléments moulés en creux et/ou en proéminence à l'exclusion des tétines et des soupapes d'événement.

- [0055] Dans des modes de réalisation, les éléments moulés en creux et/ou en proéminence concernés par l'invention comprennent les éléments moulés en creux et/ou en proéminence comprenant des lignes orientées selon la direction circonférentielle. Par lignes, on comprend les lignes délimitant les éléments moulés en creux et/ou en proéminence. Ainsi, une lettre est délimitée par plusieurs lignes orientées selon des directions différentes, une ou plusieurs de ces lignes étant orientées selon la direction circonférentielle. D'autres exemples comprennent des marquages sous forme de stries qui pourront être orientées selon la direction circonférentielle.
- [0056] Dans des modes de réalisation avantageux permettant de limiter le risque de fissuration, $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,9$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,9$, plus préférentiellement $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,8$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,8$ et encore plus préférentiellement $E_{max} \times P_{max} \leq 0,6$ et $E_{max} \times H_{max} \leq 0,6$.
- [0057] Les pneumatiques sont destinés à des véhicules de tourisme tels que définis au sens du manuel de la norme ETRTO, 2021. Un tel pneumatique présente une section dans un plan de coupe méridien caractérisée par une hauteur de section H et une largeur de section nominale ou grosseur boudin S au sens du manuel de la norme ETRTO, 2021 telles que, optionnellement, le rapport H/S, exprimé en pourcentage, est au plus égal à 90 et est au moins égal à 20, et la largeur de section nominale S est au moins égale à 225 mm et au plus égal à 385 mm. En outre, le diamètre au crochet D, définissant le diamètre de la jante de montage du pneumatique, est optionnellement au moins égal à 16 pouces et au plus égal à 24 pouces. Enfin, toujours optionnellement, l'indice de charge LI va de 98 à 116.
- [0058] Dans des modes de réalisation avantageux permettant de limiter le risque de fissuration, la portion radialement supérieure dudit ou de chaque flanc comprend une composition élastomérique portant la surface externe de ladite portion radialement supérieure dudit flanc et présentant un module à 10% d'extension inférieur ou égal à 10 MPa, de préférence à 5 MPa et plus préférentiellement allant de 1 MPa à 5 MPa. On privilégiera des compositions élastomériques présentant un module à 10% d'extension d'autant plus faible que le pneumatique présente un risque élevé de fissuration.
- [0059] La composition élastomérique portant la surface externe permet d'identifier la composition élastomérique en contact avec l'air à pression atmosphérique et visible depuis l'extérieur du pneumatique. Ainsi, dans les modes de réalisation dans lesquels la portion radialement supérieure du flanc comprend plusieurs compositions élastomériques agencées axialement les unes à côté des autres, on caractérise le module à

10% d'extension de la composition axialement la plus extérieure portant la surface externe.

- [0060] La composition élastomérique portant la surface externe est à base d'un ou de plusieurs élastomère(s). Elle peut également comprendre des charges et d'autres composants habituellement utilisés dans le domaine des compositions pour pneumatiques.
- [0061] Concernant le module à 10% d'extension, couramment appelé MA10, il s'agit du module élastique du mélange mesuré lors d'une expérience de traction uniaxiale, à une valeur d'allongement de 0.1 (soit 10% d'allongement, exprimé en pourcentage). On impose une vitesse constante de traction uniaxiale à l'éprouvette, et on mesure son allongement et l'effort. La mesure est réalisée à l'aide d'une machine de traction de type INSTRON, à une température de 23°C, et une humidité relative de 50% (Norme ISO 23529). Les conditions de mesurage et d'exploitation des résultats pour déterminer l'allongement et la contrainte sont tels que décrits dans la norme NF ISO 37:2012-03. On détermine la contrainte pour un allongement de 0.1 et on calcule le module d'élasticité sous tension à 10 % d'allongement en faisant le rapport de cette valeur de contrainte sur la valeur d'allongement. L'homme du métier saura choisir et adapter les dimensions de l'éprouvette en fonction de la quantité de mélange accessible et disponible en particulier dans le cas de prélèvements d'éprouvette dans le pneumatique.
- [0062] Dans des modes de réalisations optionnels, Pmax est inférieure ou égale à 0,8 mm, de préférence à 0,5 mm et Hmax est inférieure ou égale à 0,8 mm, de préférence à 0,5 mm. En plus de satisfaire la relation déterminée par les inventeurs, on préférera réduire autant que possible la profondeur maximale Pmax et/ou la hauteur maximale Hmax pour supprimer tout risque de fissuration.
- [0063] Dans des modes de réalisations avantageux mais néanmoins optionnels, Pmax est supérieure ou égale à 0,3 mm et Hmax est supérieure ou égale à 0,3 mm. Le contraste des éléments moulés étant d'autant plus important que la profondeur maximale Pmax et/ou la hauteur maximale Hmax est importante, on privilégiera une profondeur maximale Pmax et/ou une hauteur maximale Hmax suffisante.
- [0064] Dans des modes de réalisations optionnels, Emax est inférieure ou égale à 3,0 mm. En plus de satisfaire la relation déterminée par les inventeurs, on préférera réduire autant que possible l'épaisseur maximale Emax pour réduire le risque de fissuration, ce risque étant, comme expliqué précédemment, d'autant plus élevé que l'épaisseur maximale Emax est importante.
- [0065] Dans des modes de réalisations avantageux mais néanmoins optionnels, Emax est supérieure ou égale à 1,0 mm et de préférence va de 1,5 mm à 2,5 mm.
- [0066] Avantageusement, le pneumatique présentant une hauteur de flanc H définie par

$H=SW \times AR / 100$ avec SW la largeur de section nominale et AR le rapport d'aspect nominal du pneumatique, un indice de charge LI vérifiant $0,72 \leq H/LI \leq 0,95$, de préférence $0,72 \leq H/LI \leq 0,90$, avec SW, AR et LI étant définis selon le manuel de la norme ETRTO 2021. Ainsi, on applique préférentiellement l'invention à des pneumatiques susceptibles de fléchir de façon relativement importante car présentant un indice de charge relativement élevé pour une hauteur de flanc relativement petite pour cet indice de charge. En effet, dans ces cas, la portion radialement extérieure du flanc forme une charnière relativement courte subissant une flexion importante, notamment dans les cas très sollicitants décrits précédemment, et donc très sensibles à l'apparition de fissures.

- [0067] La largeur de section nominale SW, le rapport d'aspect nominal AR et l'indice de charge LI sont notamment indiqués sur le marquage de la dimension inscrite sur le flanc du pneumatique et conformes au manuel de la norme ETRTO 2021.
- [0068] Dans une première configuration, le pneumatique comprend une armature de carcasse comprenant au moins une couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet, le sommet comprenant une armature de sommet, la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet s'étendant radialement dans chaque flanc et axialement dans le sommet radialement intérieurement à l'armature de sommet, la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure étant formée par au moins une portion de la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet axialement la plus extérieure dans la portion radialement supérieure.
- [0069] Dans une première variante de la première configuration, l'armature de carcasse comprend une unique couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet.
- [0070] Dans certains modes de réalisation de cette première variante, la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet forme un enroulement autour d'un élément de renforcement circonférentiel de chaque bourrelet de sorte qu'une portion axialement intérieure de la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet est agencée axialement à l'intérieur d'une portion axialement extérieure de la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet et de sorte que chaque extrémité axiale de la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet soit agencée radialement à l'extérieur de chaque élément de renforcement circonférentiel:
- la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure est formée par au moins une portion de la portion axialement intérieure dans la portion radialement supérieure, et/ou
 - la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure est formée par au moins une portion de la portion axialement extérieure dans la portion radialement supérieure.
- [0071] Dans d'autres modes de réalisation de cette première variante, chaque bourrelet

comprend un élément de renforcement circonférentiel axialement intérieur agencé axialement à l'intérieur de la couche de carcasse et un élément de renforcement circonférentiel axialement extérieur agencé axialement à l'extérieur de la couche de carcasse, par exemple comme cela est décrit dans WO2021/123522.

- [0072] Dans une deuxième variante de la première configuration, l'armature de carcasse comprend des première et deuxième couches de carcasse ancrées dans chaque bourrelet.
- [0073] Dans certains modes de réalisation de cette deuxième variante, la première couche de carcasse forme un enroulement autour d'un élément de renforcement circonférentiel de chaque bourrelet de sorte qu'une portion axialement intérieure de la première couche de carcasse est agencée axialement à l'intérieur d'une portion axialement extérieure de la première couche de carcasse et de sorte que chaque extrémité axiale de la première couche de carcasse soit agencée radialement à l'extérieur de chaque élément de renforcement circonférentiel, et chaque extrémité axiale de la deuxième couche de carcasse est agencée radialement à l'intérieur de chaque extrémité axiale de la première couche.
- [0074] Dans une première variante de ces modes de réalisation, chaque extrémité axiale de la deuxième couche de carcasse est agencée axialement entre les portions axialement intérieure et extérieure de la première couche de carcasse, la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure étant formée par au moins une portion de la deuxième couche de carcasse dans la portion radialement supérieure. Dans cette première variante, la deuxième couche de carcasse est agencée radialement à l'extérieur de la première couche de carcasse dans le sommet.
- [0075] Dans une deuxième variante de ces modes de réalisation, chaque extrémité axiale de la deuxième couche de carcasse est agencée axialement à l'intérieur de chaque portion axialement intérieure de la première couche de carcasse, la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure étant formée par au moins une portion de la première couche de carcasse dans la portion radialement supérieure. Dans cette variante, la deuxième couche de carcasse est agencée radialement à l'intérieur de la première couche de carcasse dans le sommet et axialement à l'intérieur de la première couche de carcasse dans chaque flanc.
- [0076] Dans une troisième variante de ces modes de réalisation, chaque extrémité axiale de la deuxième couche de carcasse est agencée axialement à l'extérieur de chaque portion axialement extérieure de la première couche de carcasse, la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure étant formée par au moins une portion de la deuxième couche de carcasse dans la portion radialement supérieure. Dans cette variante, la deuxième couche de carcasse est agencée radialement à l'extérieur de la première couche de carcasse dans le sommet et axialement à

l'extérieur de la première couche de carcasse dans chaque flanc.

[0077] Dans d'autres modes de réalisation de cette deuxième variante, chaque bourrelet comprend une pluralité d'éléments de renforcement circonférentiels, au moins une portion de chaque première et deuxième couche de carcasse étant agencée axialement entre au moins deux éléments de renforcement circonférentiels de la pluralité d'éléments de renforcement circonférentiels, par exemple comme cela est décrit dans WO2021/123522.

[0078] Dans une deuxième configuration, le pneumatique comprend :

- une armature de carcasse comprenant au moins une couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet, le sommet comprenant une armature de sommet, la couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet s'étendant radialement dans chaque flanc et axialement dans le sommet radialement intérieurement à l'armature de sommet,
- une couche de renfort de flanc agencée axialement à l'extérieur de l'armature de carcasse,

la ou chaque portion de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure étant formée par au moins une portion de la couche de renfort de flanc dans la portion radialement supérieure.

[0079] A la différence d'une couche de carcasse qui est ancrée dans chaque bourrelet, la couche de renfort de flanc n'est pas ancrée dans chaque bourrelet. Ainsi, chaque extrémité radialement intérieure de la couche de renfort de flanc est agencée radialement à l'extérieur de chaque bourrelet. La couche de renfort de flanc s'étend au moins radialement dans chaque flanc et présente :

- une extrémité radialement intérieure agencée radialement à l'intérieur de l'équateur du pneumatique, et
- une extrémité radialement extérieure agencée radialement à l'extérieur de l'équateur du pneumatique.

[0080] Dans certains modes de réalisation dans lesquels la couche de carcasse ou la première couche de carcasse forme un enroulement, chaque extrémité axiale de ladite couche de carcasse est agencée radialement à l'intérieur de l'équateur du pneumatique et encore plus préférentiellement agencée à une distance radiale inférieure ou égale à 30 mm d'une extrémité radialement intérieure de chaque élément de renforcement circonférentiel de chaque bourrelet. En agençant chaque extrémité axiale de la couche de carcasse ou de la première couche de carcasse à l'intérieur de l'équateur du pneumatique, on réduit significativement la masse de l'armature de carcasse. En outre, l'immense majorité des jantes actuellement utilisées pour des pneumatiques pour véhicule de tourisme présente des crochets de type J dont la hauteur est, dans tous les cas inférieure à 30 mm. L'agencement très préférentiel de chaque extrémité axiale dans une zone correspondant radialement sensiblement au crochet de jante permet de

protéger mécaniquement chaque extrémité axiale. En effet, si chaque extrémité axiale était agencée radialement trop au-dessus de chaque élément de renforcement circonférentiel de chaque bourrelet, c'est-à-dire à une distance radiale strictement supérieure à 30 mm de l'extrémité radialement intérieure de chaque élément de renforcement circonférentiel, chaque extrémité axiale se retrouverait alors dans une zone flexible du pneumatique soumise à de trop fortes sollicitations, sollicitations qui sont particulièrement importantes dans le cas d'un pneumatique de type HIGH LOAD CAPACITY.

- [0081] Dans d'autres modes de réalisation dans lesquels la couche de carcasse ou la première couche de carcasse forme un enroulement, chaque extrémité axiale de ladite couche de carcasse est agencée radialement à l'extérieur de l'équateur du pneumatique. Avantagusement, dans ces autres modes de réalisation, chaque extrémité axiale de la couche de carcasse ou de la première couche de carcasse est agencée très préférentiellement axialement à l'intérieur d'une extrémité axiale de la ou d'au moins une des couche(s) de sommet de l'armature de sommet.
- [0082] De façon optionnelle, la ou chaque couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet est délimitée axialement par deux extrémités axiales de ladite couche de carcasse et comprend des éléments de renfort de carcasse s'étendant axialement d'une extrémité axiale à l'autre extrémité axiale de la couche de carcasse.
- [0083] Optionnellement, chaque élément de renfort de carcasse s'étend selon une direction principale formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique un angle en valeur absolue, supérieur ou égal à 60° , de préférence allant de 80° à 90° .
- [0084] Dans des modes de réalisation, le sommet comprend une armature de sommet comprenant une armature de travail comprenant une couche de travail radialement intérieure et une couche de travail radialement extérieure agencée radialement à l'extérieur de la couche de travail radialement intérieure.
- [0085] De façon optionnelle, chaque couche de travail est délimitée axialement par deux extrémités axiales de ladite couche de travail et comprend des éléments de renfort de travail s'étendant axialement d'une extrémité axiale à l'autre extrémité axiale de ladite couche de travail les uns sensiblement parallèlement aux autres.
- [0086] De façon optionnelle, chaque élément de renfort de travail s'étend selon une direction principale formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle, en valeur absolue, strictement supérieur à 10° , de préférence allant de 15° à 50° et plus préférentiellement allant de 20° à 35° .
- [0087] De façon préférée, dans les modes de réalisation dans lesquels l'armature de travail comprend une couche de travail radialement la plus intérieure et une couche de travail radialement la plus extérieure agencée radialement à l'extérieur de la couche radialement la plus intérieure, la direction principale selon laquelle s'étend chaque

élément de renfort de travail de la couche de travail radialement la plus intérieure et la direction principale selon laquelle s'étend chaque élément de renfort de travail de la couche de travail radialement la plus extérieure forment, avec la direction circonférentielle du pneumatique, des angles d'orientations opposées.

- [0088] De façon optionnelle, l'armature de sommet comprend une armature de frettage délimitée axialement par deux extrémités axiales de l'armature de frettage et comprenant au moins un élément de renfort de frettage enroulé circonférentiellement hélicoïdalement de façon à s'étendre axialement entre les extrémités axiales de l'armature de frettage.
- [0089] De façon préférée, l'armature de frettage est agencée radialement à l'extérieur de l'armature de travail.
- [0090] De façon préférée, le ou chaque élément de renfort de frettage s'étend selon une direction principale formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle, en valeur absolue, inférieur ou égal à 10° , de préférence inférieur ou égal à 7° et plus préférentiellement inférieur ou égal à 5° .
- [0091] De préférence, le ou chaque élément de renfort de carcasse, de travail et de frettage est un élément de renfort filaire.
- [0092] Dans des modes de réalisation avantageux, le ou chaque un élément moulé en creux et/ou le ou chaque élément moulé en proéminence présente une luminosité L^*1 , allant de 6 à 15, et de préférence allant de 8 à 10, et la surface lisse de référence présente une luminosité L^*2 , supérieure ou égale à 18 et de préférence allant de 18 à 30. Ces modes de réalisation avantageux permettent d'obtenir un contraste relativement élevé même dans le cas où la profondeur maximale P_{max} et/ou la hauteur maximale H_{max} est relativement faible. En effet, d'une façon générale et toute chose étant égale par ailleurs, plus la profondeur maximale P_{max} et/ou la hauteur maximale H_{max} est faible, moins le contraste de l'élément moulé par rapport à la surface lisse de référence est important.
- [0093] Ainsi, de cette manière, on s'assure que l'élément moulé présente un fort contraste par rapport à la surface lisse de référence. Par luminosité, on entend le paramètre qui caractérise la capacité d'une surface à réfléchir la lumière. La luminosité est ici exprimée selon une échelle allant de 0 à 100 en accord avec le modèle colorimétrique $L^*a^*b^*$ adoptée en 1976 par la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). La valeur 100 représente le blanc ou la réflexion totale ; la valeur 0, le noir ou l'absorption totale. Les valeurs de luminosité L^*1 et L^*2 sont déterminées à l'aide d'un spectro-colorimètre, par exemple un spectro-colorimètre CM 700D de la marque KONICA-MINOLTA. On positionne cet appareil sur la zone dont on veut mesurer la luminosité et on vient mesurer directement la luminosité de cette zone. Cette mesure est notamment effectuée avec le mode SCI (Mode de réflexion spéculaire incluse) paramétré à un angle de 10° et un réglage de la lumière de type D65 (réglage défini

selon la CIE). Afin d'améliorer, la détermination de la luminosité L^*2 , il est possible d'effectuer une pluralité de mesures sur le pneumatique et d'en déduire une luminosité moyenne de la surface lisse de référence.

- [0094] Dans des modes de réalisation avantageux, le ou chaque un élément moulé en creux et/ou le ou chaque élément moulé en proéminence comprend une texture comprenant une pluralité d'éléments en protubérance par rapport au fond dudit élément moulé en creux et/ou dudit élément moulé en proéminence.
- [0095] De façon optionnelle, les éléments en protubérance de la pluralité d'éléments en protubérance sont des éléments unitaires indépendants répartis dans la texture selon une densité au moins égale à un élément par millimètre carré. Dans une variante, la pluralité d'éléments en protubérance comprend des brins, chaque brin ayant une section moyenne comprise entre 0,003 mm² et 1 mm². Des exemples de brins sont par exemple décrits dans EP1954463, EP2204296 ou encore EP2483088. Dans une autre variante, la pluralité d'éléments en protubérance comprend des bosses telles que connues sur des pneumatiques commercialisés sous la marque Dunlop et l'appellation commerciale V EURO. Dans d'autres variantes, la pluralité d'éléments en protubérance comprend des étoiles telles que connues sur des pneumatiques commercialisés sous la marque Bridgestone et l'appellation commerciale POTENZA SPORT.
- [0096] De façon optionnelle, les éléments en protubérance de la pluralité d'éléments en protubérance sont des lamelles sensiblement parallèles entre elles, le pas des lamelles dans la texture étant au plus égal à 0,5 mm, chaque lamelle ayant une largeur moyenne comprise entre 0,03 mm et 0,25 mm. Des exemples de lamelles sont par exemple décrits dans EP2483088, WO2012131089.
- [0097] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux dessins dans lesquels:
- la [Fig.1] est une vue, dans un plan de coupe méridien, d'un pneumatique selon un premier mode de réalisation de l'invention,
 - la [Fig.2] est une vue de côté d'une face externe du pneumatique de la [Fig.1] selon la direction II-II' indiqué sur la [Fig.1],
 - les figures 3 et 4 sont des vues de détails respectivement selon les plans de coupe méridien III-III' et IV-IV' indiqué sur la [Fig.2] illustrant une portion radialement extérieure du flanc du pneumatique de la [Fig.1], et
 - les figures 5 à 9 sont des vues analogues à celles de la [Fig.1] de pneumatiques respectivement selon des deuxième, troisième, quatrième, cinquième et sixième modes de réalisation.
- [0098] Sur les figures, on a représenté un repère X, Y, Z correspondant aux directions habituelles respectivement axiale (Y), radiale (Z) et circonférentielle (X) d'un

pneumatique ou d'un ensemble monté.

- [0099] On a représenté sur la [Fig.1] un pneumatique, conforme à l'invention et désigné par la référence générale 10. Le pneumatique 10 présente une forme sensiblement torique autour d'un axe de révolution sensiblement parallèle à la direction axiale Y. Le pneumatique 10 est destiné à un véhicule de tourisme et présente des dimensions 255/35 R20. Sur les différentes figures, le pneumatique 10 est représenté à l'état neuf, c'est-à-dire n'ayant pas encore roulé.
- [0100] Le pneumatique 10 comprend un sommet 12 comprenant une bande de roulement 14 destinée à entrer en contact avec un sol lors du roulage et une armature de sommet 16 s'étendant dans le sommet 12 selon la direction circonférentielle X. Le pneumatique 10 comprend également une couche interne d'étanchéité 18 à un gaz de gonflage étant destiné à délimiter une cavité interne avec un support de montage du pneumatique 10 une fois le pneumatique 10 monté sur le support de montage, par exemple une jante, cette cavité étant destinée à être mise sous pression par le gaz de gonflage. La couche interne d'étanchéité 18 porte une surface interne 19 du pneumatique 10.
- [0101] L'armature de sommet 16 comprend une armature de travail 20 et une armature de frettage 22. L'armature de travail 20 comprend au moins une couche de travail et ici comprend deux couches de travail comprenant une couche de travail 24 radialement intérieure et une couche de travail 26 radialement extérieure agencée radialement à l'extérieur de la couche de travail 24 radialement intérieure.
- [0102] L'armature de frettage 22 comprend au moins une couche de frettage et comprend ici une couche de frettage 28.
- [0103] L'armature de sommet 16 est agencée radialement à l'intérieur de la bande de roulement 14. Ici, l'armature de frettage 22, ici la couche de frettage 28, est agencée radialement à l'extérieur de l'armature de travail 20 et est donc radialement intercalée entre l'armature de travail 20 et la bande de roulement 14.
- [0104] Le pneumatique 10 comprend deux flancs 30 prolongeant le sommet 12 radialement vers l'intérieur. Le pneumatique 10 comporte en outre deux bourrelets 32 radialement intérieurs aux flancs 30. Chaque flanc 30 relie chaque bourrelet 32 au sommet 12.
- [0105] Le pneumatique 10 comprend une armature de carcasse 34. L'armature de sommet 16 est agencée radialement entre la bande de roulement 14 et l'armature de carcasse 34. L'armature de carcasse 34 comprend au moins une couche de carcasse 36, ici une unique couche de carcasse 36, ancrée dans chaque bourrelet 32. La couche de carcasse 36 s'étend radialement dans chaque flanc 30 et axialement dans le sommet 12 radialement intérieurement à l'armature de sommet 16.
- [0106] La couche de carcasse 36 ancrée dans chaque bourrelet 32 forme un enroulement autour d'un élément de renforcement circonférentiel 33 de chaque bourrelet 32 de sorte qu'une portion axialement intérieure 3611, 3621 de la couche de carcasse 36 ancrée

dans chaque bourrelet 32 est agencée axialement à l'intérieur d'une portion axialement extérieure 3612, 3622 de la couche de carcasse 36 ancrée dans chaque bourrelet 32 et de sorte que chaque extrémité axiale 361, 362 délimitant axialement la couche de carcasse 36 ancrée dans chaque bourrelet 32 soit agencée radialement à l'extérieur de chaque élément de renforcement circonférentiel 33. Chaque extrémité axiale 361, 362 de la couche de carcasse 36 ancrée dans chaque bourrelet 32 est agencée radialement à l'intérieur de l'équateur E du pneumatique. Plus précisément, chaque extrémité axiale 361, 362 de la couche de carcasse 36 ancrée dans chaque bourrelet 32 est agencée à une distance radiale RNC inférieure ou égale à 30 mm d'une extrémité radialement intérieure 331 de chaque élément de renforcement circonférentiel 33 de chaque bourrelet 32. Ici $RNC=23$ mm.

- [0107] Chaque couche de travail 24, 26, de frettage 28 et de carcasse 36 comprend une matrice polymérique, ici élastomérique, dans laquelle sont noyés un ou des éléments de renfort de la couche correspondante, ici des éléments de renfort filaires. Chaque élément de renfort filaire de frettage, de travail et de carcasse est, par exemple, identique à ceux décrits dans WO2021250331A1.
- [0108] L'armature de frettage 22, ici la couche de frettage 28, est délimitée axialement par deux extrémités axiales 281, 282. L'armature de frettage 22 comprend un ou plusieurs éléments de renfort filaires de frettage enroulé(s) circonférentiellement hélicoïdalement de façon à s'étendre axialement d'une extrémité axiale à l'autre de l'armature de frettage 22 selon une direction principale D0 formant, avec la direction circonférentielle X du pneumatique 10, un angle AF, en valeur absolue, inférieur ou égal à 10° , de préférence inférieur ou égal à 7° et plus préférentiellement inférieur ou égal à 5° . Ici, $AF=-5^\circ$.
- [0109] La couche de travail radialement intérieure 24 est délimitée axialement par deux extrémités axiales 241, 242. La couche de travail radialement intérieure 24 comprend des éléments de renfort filaires de travail s'étendant axialement d'une extrémité axiale à l'autre les uns sensiblement parallèlement aux autres selon une direction principale D1. De façon analogue, la couche de travail radialement extérieure 26 est délimitée axialement par deux extrémités axiales 261, 262. La couche de travail radialement extérieure 26 comprend des éléments de renfort filaires de travail s'étendant axialement d'une extrémité axiale à l'autre les uns sensiblement parallèlement aux autres selon une direction principale D2. Chaque direction principale D1, D2 forme, avec la direction circonférentielle X du pneumatique 10, des angles respectivement AT1 et AT2 d'orientations opposées. Chaque direction principale D1, D2 forme, avec la direction circonférentielle X du pneumatique 10, un angle respectivement AT1, AT2, en valeur absolue, strictement supérieur à 10° , de préférence allant de 15° à 50° et plus préférentiellement allant de 20° à 35° . Ici, $AT1=-26^\circ$ et $AT2=+26^\circ$.

- [0110] La couche de carcasse 36 comprend des éléments de renfort filaires de carcasse s'étendant axialement d'une extrémité axiale à l'autre selon une direction principale D3 formant avec la direction circonférentielle X du pneumatique 10, un angle AC, en valeur absolue, supérieur ou égal à 60°, de préférence allant de 80° à 90° et ici $AC=+90^\circ$.
- [0111] Chaque flanc 30 porte un marquage indiquant la dimension du pneumatique 10, ainsi qu'un indice de vitesse et un code de vitesse. En l'espèce, le pneumatique 10 présente une largeur de section nominale SW égale à 255, un rapport d'aspect nominal AR égal à 35, un diamètre de jante nominale égal à 20. Le pneumatique 10 présente donc une hauteur de flanc H définie par $SW \times AR / 100$ ici égale à 89. Conformément à l'invention, le marquage comprend également un indice de charge LI, tel que $LI \geq LI'+1$ avec LI' étant l'indice de charge d'un pneumatique EXTRA LOAD présentant la même dimension selon le manuel de la norme ETRTO 2019. De préférence, $LI'+1 \leq LI \leq LI'+4$, et même $LI'+2 \leq LI \leq LI'+4$. Un pneumatique présentant une dimension 255/35R20 dans sa version EXTRA LOAD présente un indice de charge égal à 97 comme cela est indiqué à la page 36 de la partie Passenger Car Tyres – Tyres with Metric Designation du manuel de la norme ETRTO 2019. Ainsi, l'indice de charge LI du pneumatique 10 est tel que $LI \geq 98$, de préférence $98 \leq LI \leq 101$ et même $99 \leq LI \leq 101$ et ici $LI=100$. Cet indice de charge égal à 100 correspond bien à l'indice de charge d'un pneumatique de type HIGH LOAD CAPACITY de dimension 255/35R20 comme cela est indiqué dans le manuel ETRTO 2021. Ainsi, le pneumatique 10 est bien du type HIGH LOAD CAPACITY.
- [0112] Le pneumatique 10 est tel que $0,72 \leq H/LI \leq 0,95$, de préférence $0,72 \leq H/LI \leq 0,90$ et ici $H/LI=0,89$.
- [0113] En référence aux figures 1 à 4, chaque flanc 30 comprend une portion radialement supérieure 38 comprise radialement entre l'équateur E du pneumatique et une normale N à la surface interne 19 passant par une ligne circonférentielle 40 de séparation entre chaque flanc 30 et le sommet 12. La portion radialement supérieure 38 porte une face externe 42 visible sur la [Fig.2] comprenant une surface lisse de référence 44 ainsi que des éléments moulés en creux 46 et en proéminence 47. Dans l'exemple illustré sur la [Fig.2], les éléments moulés en creux 46 comprennent un marquage réglementaire « R20 » et les éléments moulés en proéminence 47 comprennent un marquage « TIRE Co » ainsi qu'un marquage décoratif sous forme de stries comprenant des lignes orientées selon la direction circonférentielle.
- [0114] Chaque flanc 30 comprend également des éléments moulés 48 agencés en dehors de la face externe 42 de la portion radialement supérieure 38.
- [0115] Comme illustré sur les figures 3 et 4, la portion radialement supérieure 38 comprend une composition élastomérique 50 portant la surface externe 52 de la portion ra-

dialement supérieure 38. La composition élastomérique 50 présente un module MA10 à 10% d'extension inférieur ou égal à 10 MPa, de préférence à 5 MPa et plus préférentiellement allant de 1 MPa à 5 MPa. En l'espèce, MA10=3 MPa. Des exemples de compositions compatibles avec ces valeurs de module MA10 sont la composition témoin T1 de WO2019/097175, l'exemple comparatif A décrit dans WO2018/100080, les compositions décrites dans WO2018/091841 et WO2019/229323.

- [0116] Chaque flanc 30 comprend une couche renforcée comprenant des éléments de renfort noyés dans une matrice polymérique, ici la couche de carcasse 36 comprenant les éléments de renfort de carcasse 360 noyée dans une matrice polymérique 363. La couche de carcasse 36 comprend une surface axialement extérieure SAE passant par le point le plus axialement extérieur de chaque élément de renfort de carcasse 360 ainsi qu'une surface axialement intérieure SAI passant par le point le plus axialement intérieur de chaque élément de renfort de carcasse 360. La couche de carcasse 36 est séparée des compositions adjacentes avec lesquelles sa matrice polymérique 363 est en contact par des interfaces axialement intérieure IAI et extérieure IAE.
- [0117] En tout point de la surface interne 19 de la portion radialement supérieure 38, une épaisseur EP est mesurée selon une droite normale N1 à la surface interne 19 audit point. L'épaisseur EP est la distance mesurée selon chaque droite normale N1 entre, d'une part, la surface axialement extérieure SAE d'une portion PC de la couche renforcée axialement la plus extérieure dans la portion radialement supérieure 38, ici d'une portion PC de la portion axialement intérieure 3611 de la couche de carcasse 36 dans la portion radialement supérieure 38, et, d'autre part, la surface lisse de référence 44. La valeur maximale des épaisseurs mesurées dans la portion radialement supérieure 38 est l'épaisseur maximale Emax. Emax est inférieure ou égale à 3,0 mm et supérieure ou égale à 1,0 mm et de préférence va de 1,5 mm à 2,5 mm. Ici, Emax=2,4 mm.
- [0118] En référence à la [Fig.3], l'élément moulé en creux 46 présente une profondeur maximale Pmax par rapport à la surface lisse de référence 44. Pmax est inférieure ou égale à 0,8 mm, de préférence à 0,5 mm et supérieure ou égale à 0,3 mm. Ici Pmax=0,5 mm.
- [0119] En référence à la [Fig.4], chaque élément moulé en proéminence 47 présente une hauteur maximale Hmax par rapport à la surface lisse de référence 44. Hmax est inférieure ou égale à 0,8 mm, de préférence à 0,5 mm et supérieure ou égale à 0,3 mm. Ici, Hmax=0,5 mm.
- [0120] Ainsi, Pmax, Hmax et Emax vérifient $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 1,1$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 1,1$, de préférence $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,9$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,9$, plus préférentiellement $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,8$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,8$. Ici $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} = E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} = 0,7$. Dans d'autres modes de réalisation, on

pourra réduire E_{max} et/ou H_{max} et P_{max} de sorte que $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,6$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,6$.

- [0121] On va maintenant décrire en référence aux figures 5 à 9 des pneumatiques respectivement selon des deuxième, troisième, quatrième, cinquième et sixième modes de réalisation. Les éléments analogues à ceux des figures précédentes sont désignés par des références identiques.
- [0122] A la différence du pneumatique selon le premier mode de réalisation, l'armature de carcasse 36 du pneumatique 10 selon le deuxième mode de réalisation de la [Fig.5] comprend des première et deuxième couches de carcasse 36, 37 ancrées dans chaque bourrelet 32. La première couche de carcasse 36 forme un enroulement autour de chaque élément de renforcement circonférentiel 33 de chaque bourrelet 32 de sorte qu'une portion axialement intérieure 3611, 3621 de la première couche de carcasse 36 est agencée axialement à l'intérieur d'une portion axialement extérieure 3612, 3622 de la première couche de carcasse 36 et de sorte que chaque extrémité axiale 361, 362 de la première couche de carcasse 36 soit agencée radialement à l'extérieur de chaque élément de renforcement circonférentiel 33. Chaque extrémité axiale 371, 372 de la deuxième couche de carcasse 37 est agencée radialement à l'intérieur de chaque extrémité axiale de la première couche 361, 362 et est agencée axialement entre les portions axialement intérieure et extérieure 3611, 3612 et 3621, 3622 de la première couche de carcasse 36. Dans ce deuxième mode de réalisation, la portion PC de la couche renforcée axialement la plus extérieure est formée par une portion PC de la deuxième couche de carcasse 37 dans la portion radialement supérieure 38.
- [0123] A la différence du pneumatique selon le deuxième mode de réalisation, dans le pneumatique 10 selon le troisième mode de réalisation illustré à la [Fig.6], chaque extrémité axiale 371, 372 de la deuxième couche de carcasse 37 est agencée axialement à l'intérieur de chaque portion axialement intérieure 3611, 3621 de la première couche de carcasse 36. Dans ce troisième mode de réalisation, la portion PC de la couche renforcée axialement la plus extérieure étant formée par la portion PC de la première couche de carcasse 36 dans la portion radialement supérieure 38.
- [0124] A la différence du pneumatique selon le deuxième mode de réalisation, dans le pneumatique 10 selon le quatrième mode de réalisation illustré à la [Fig.7], chaque extrémité axiale 371, 372 de la deuxième couche de carcasse 37 est agencée axialement à l'extérieur de chaque portion axialement extérieure 3612, 3622 de la première couche de carcasse 36. Dans ce quatrième mode de réalisation, la portion PC de la couche renforcée axialement la plus extérieure est formée par la portion PC de la deuxième couche de carcasse 37 dans la portion radialement supérieure 38.
- [0125] A la différence du pneumatique selon le premier mode de réalisation, dans le pneumatique 10 selon le cinquième mode de réalisation illustré sur la [Fig.8], chaque

extrémité axiale 361, 362 de couche de carcasse 36 ancrée dans chaque bourrelet et formant un enroulement est agencée radialement à l'extérieur de l'équateur E et encore plus préférentiellement agencée axialement à l'intérieur des extrémités axiales 141, 281 des couches de travail 24 et de frettage 28 de l'armature de sommet 16. Dans ce cinquième mode de réalisation, la portion PC de la couche renforcée axialement la plus extérieure est formée par la portion PC de portion axialement extérieure 3612 de la couche de carcasse 36 dans la portion radialement supérieure 38.

[0126] A la différence du pneumatique selon le premier mode de réalisation, dans le pneumatique 10 selon le sixième mode de réalisation illustré à la [Fig.9], outre l'armature de carcasse 34, le pneumatique 10 comprend deux couches de renfort de flanc 39 agencée axialement à l'extérieur de l'armature de carcasse 34. Chaque couche de renfort de flanc 39 s'étend au moins radialement dans chaque flanc 30 et présente une extrémité radialement intérieure 391 agencée radialement à l'intérieur de l'équateur E et une extrémité radialement extérieure 392 agencée radialement à l'extérieur de l'équateur E. Chaque extrémité radialement intérieure 391 de chaque couche de renfort de flanc 39 est agencée radialement à l'extérieur de chaque bourrelet 32 et n'y est donc pas ancrée.

[0127] TESTS COMPARATIFS

[0128] On a fait rouler différents pneumatiques gonflés à une pression nominale et soumis à une charge largement supérieure à la charge nominale de la norme du manuel ETRTO 2021 lors d'un essai de performance charge/vitesse décrit en annexe VII du Règlement n°30 de la CEE-ONU.

[0129] Un premier pneumatique témoin de dimension HL 255/35 R20, non conforme à l'invention, présentait une épaisseur $E_{max}=3,1$ mm et des éléments moulés en creux et en proéminence présentant une profondeur maximale P_{max} et une hauteur maximale E_{max} égales à 0,8 mm. A l'issue du test, ce premier pneumatique présentait des fissures dans la portion radialement supérieure d'au moins un des flancs.

[0130] Un deuxième pneumatique de dimension HL 255/35 R20, conforme à l'invention, présentait une épaisseur $E_{max}=2,4$ mm et des éléments moulés en creux et en proéminence présentant une profondeur maximale P_{max} et une hauteur maximale E_{max} égales à 0,8 mm. A l'issue du test, ce pneumatique conforme à l'invention ne présentait aucune fissure.

[0131] L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation précédemment décrits.

Revendications

[Revendication 1]

Pneumatique (10) pour véhicule de tourisme comprenant un sommet (12), deux bourrelets (32), deux flancs (30) reliant chaque bourrelet (32) au sommet (12), au moins un des flancs (30) comprenant au moins une couche renforcée (36; 37; 39) comprenant des éléments de renfort noyés (360) dans une matrice polymérique (363), le ou chaque flanc (30) comprenant une portion radialement supérieure (38) comprise radialement entre:

- l'équateur (E) du pneumatique, et
- une normale (N) à la surface interne (19) passant par une ligne circonférentielle (40) de séparation entre le flanc (30) et le sommet (12), la portion radialement supérieure (38) portant une face externe (42) comprenant:

- une surface lisse de référence (44),

- au moins un élément moulé en creux (46) et/ou au moins un élément moulé en proéminence (48) par rapport à la surface lisse de référence (44),

caractérisé en ce que le pneumatique (10) est du type HIGH LOAD CAPACITY selon le manuel de la norme ETRTO 2021,

en ce qu'une épaisseur maximale E_{max} , une profondeur maximale P_{max} du ou de chaque élément moulé en creux (46) de la portion radialement supérieure (38) par rapport à la surface lisse de référence (44) et/ou une hauteur maximale H_{max} du ou de chaque élément moulé en proéminence (48) de la portion radialement supérieure (38) par rapport à la surface lisse (44) de référence vérifient $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 1,1$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 1,1$, E_{max} , P_{max} et H_{max} étant exprimés en mm, avec

E_{max} étant la distance maximale mesurée dans la portion radialement supérieure (38) selon une droite normale (N1) à la surface interne (19) entre :

- la surface axialement extérieure (SAE) passant par le point axialement le plus extérieur de chaque élément de renfort (360) de la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (36; 37; 39) dans la portion radialement supérieure (38), et
- la surface lisse de référence (44),

E_{max} étant inférieure ou égale à 3,0 mm.

[Revendication 2]

Pneumatique (10) selon la revendication précédente, dans lequel

$E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,9$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,9$, plus préférentiellement $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,8$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,8$ et encore plus préférentiellement $E_{max}^{(0.4)} \times P_{max} \leq 0,6$ et $E_{max}^{(0.4)} \times H_{max} \leq 0,6$.

- [Revendication 3] Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la portion radialement supérieure (38) dudit ou de chaque flanc (30) comprend une composition élastomérique (50) portant la surface externe (52) de ladite portion radialement supérieure dudit flanc (30) et présentant un module à 10% d'extension (MA10) inférieur ou égal à 10 MPa, de préférence à 5 MPa et plus préférentiellement allant de 1 MPa à 5 MPa.
- [Revendication 4] Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel P_{max} est inférieure ou égale à 0,8 mm, de préférence à 0,5 mm et H_{max} est inférieure ou égale à 0,8 mm, de préférence à 0,5 mm.
- [Revendication 5] Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel P_{max} est supérieure ou égale à 0,3 mm et H_{max} est supérieure ou égale à 0,3 mm.
- [Revendication 6] Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel E_{max} est supérieure ou égale à 1,0 mm et de préférence va de 1,5 mm à 2,5 mm.
- [Revendication 7] Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, présentant une hauteur de flanc H définie par $H = SW \times AR / 100$ avec SW la largeur de section nominale et AR le rapport d'aspect nominal du pneumatique, un indice de charge LI vérifiant $0,72 \leq H/LI \leq 0,95$, de préférence $0,72 \leq H/LI \leq 0,90$, avec SW , AR et LI étant définis selon le manuel de la norme ETRTO 2021.
- [Revendication 8] Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant une armature de carcasse (34) comprenant au moins une couche de carcasse (36; 37) ancrée dans chaque bourrelet (32), le sommet (12) comprenant une armature de sommet (16), la couche de carcasse (36; 37) ancrée dans chaque bourrelet (32) s'étendant radialement dans chaque flanc (30) et axialement dans le sommet (12) radialement intérieurement à l'armature de sommet (16), la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (36; 37) étant formée par au moins une portion (PC) de la couche de carcasse (36; 37) ancrée dans chaque bourrelet (32) axialement la plus extérieure dans la portion radialement supérieure

- (38).
- [Revendication 9] Pneumatique (10) selon la revendication 8, dans lequel l'armature de carcasse (34) comprend une unique couche de carcasse (36) ancrée dans chaque bourrelet (32).
- [Revendication 10] Pneumatique (10) selon la revendication précédente, dans lequel la couche de carcasse (36) ancrée dans chaque bourrelet (32) forme un enroulement autour d'un élément de renforcement circonférentiel (33) de chaque bourrelet (32) de sorte qu'une portion axialement intérieure (3611, 3621) de la couche de carcasse (36) ancrée dans chaque bourrelet (32) est agencée axialement à l'intérieur d'une portion axialement extérieure (3612, 3622) de la couche de carcasse (36) ancrée dans chaque bourrelet (32) et de sorte que chaque extrémité axiale (361, 362) de la couche de carcasse (36) ancrée dans chaque bourrelet (32) soit agencée radialement à l'extérieur de chaque élément de renforcement circonférentiel (33):
- la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (36) est formée par au moins une portion (PC) de la portion axialement intérieure (3611) dans la portion radialement supérieure (38), et/ou
 - la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (36) est formée par au moins une portion (PC) de la portion axialement extérieure (3612) dans la portion radialement supérieure (38).
- [Revendication 11] Pneumatique (10) selon la revendication 8, dans lequel l'armature de carcasse (34) comprend des première et deuxième couches de carcasse (36, 37) ancrées dans chaque bourrelet (32).
- [Revendication 12] Pneumatique (10) selon la revendication précédente, dans lequel la première couche de carcasse (36) forme un enroulement autour d'un élément de renforcement circonférentiel (33) de chaque bourrelet (32) de sorte qu'une portion axialement intérieure (3611, 3621) de la première couche de carcasse (36) est agencée axialement à l'intérieur d'une portion axialement extérieure (3612, 3622) de la première couche de carcasse (36) et de sorte que chaque extrémité axiale (361, 362) de la première couche de carcasse (36) soit agencée radialement à l'extérieur de chaque élément de renforcement circonférentiel (33), et chaque extrémité axiale (371, 372) de la deuxième couche de carcasse (37) est agencée radialement à l'intérieur de chaque extrémité axiale (361, 362) de la première couche (36) et :

- axialement entre les portions axialement intérieure (3611, 3621) et extérieure (3612, 3622) de la première couche de carcasse (36), la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (37) étant formée par au moins une portion (PC) de la deuxième couche de carcasse (37) dans la portion radialement supérieure (38), ou
- axialement à l'intérieur de chaque portion axialement intérieure (3611, 3621) de la première couche de carcasse (36), la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (36) étant formée par au moins une portion (PC) de la première couche de carcasse (36) dans la portion radialement supérieure (38), ou
- axialement à l'extérieur de chaque portion axialement extérieure (3612, 3622) de la première couche de carcasse (36), la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (37) étant formée par au moins une portion (PC) de la deuxième couche de carcasse (37) dans la portion radialement supérieure (38).

[Revendication 13]

Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant :

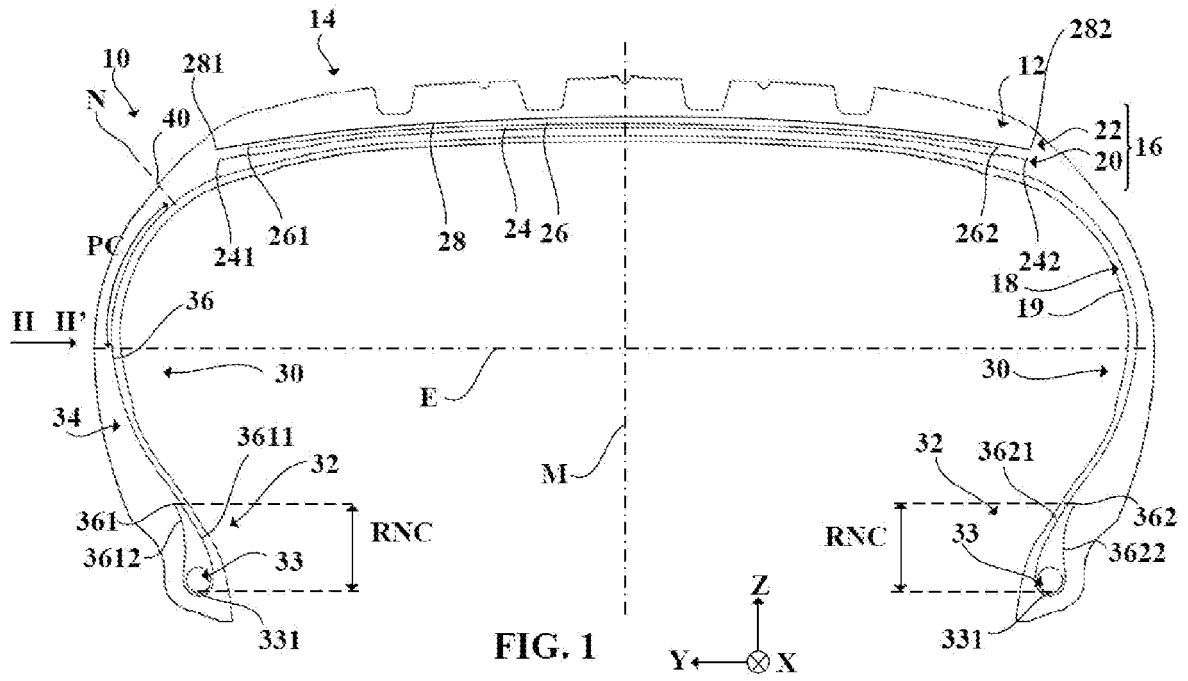
- une armature de carcasse (34) comprenant au moins une couche de carcasse ancrée dans chaque bourrelet, le sommet (12) comprenant une armature de sommet (16), la couche de carcasse (36) ancrée dans chaque bourrelet (32) s'étendant radialement dans chaque flanc (30) et axialement dans le sommet (12) radialement intérieurement à l'armature de sommet (16),
- une couche de renfort de flanc (39) agencée axialement à l'extérieur de l'armature de carcasse (34),
la ou chaque portion (PC) de la ou chaque couche renforcée axialement la plus extérieure (39) étant formée par au moins une portion (PC) de la couche de renfort de flanc (39) dans la portion radialement supérieure (38).

[Revendication 14]

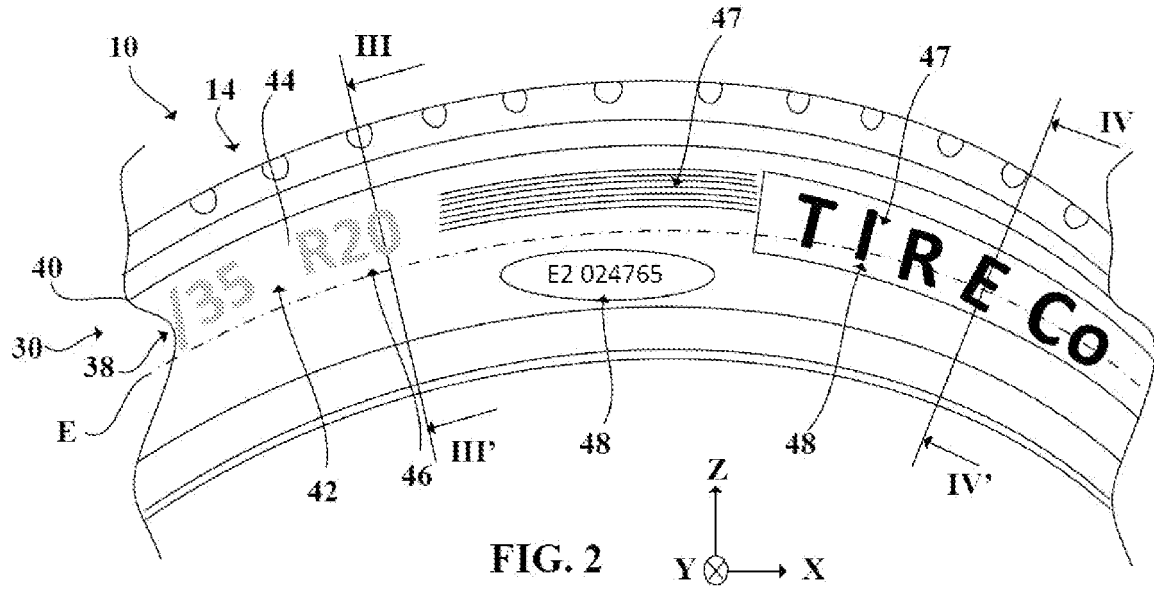
Pneumatique (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel:

- le ou chaque un élément moulé en creux (46) et/ou le ou chaque élément moulé en proéminence (48) présente une luminosité L^*1 , allant de 6 à 15, et de préférence allant de 8 à 10, et
- la surface lisse de référence (44) présente une luminosité L^*2 , supérieure ou égale à 18 et de préférence allant de 18 à 30.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]

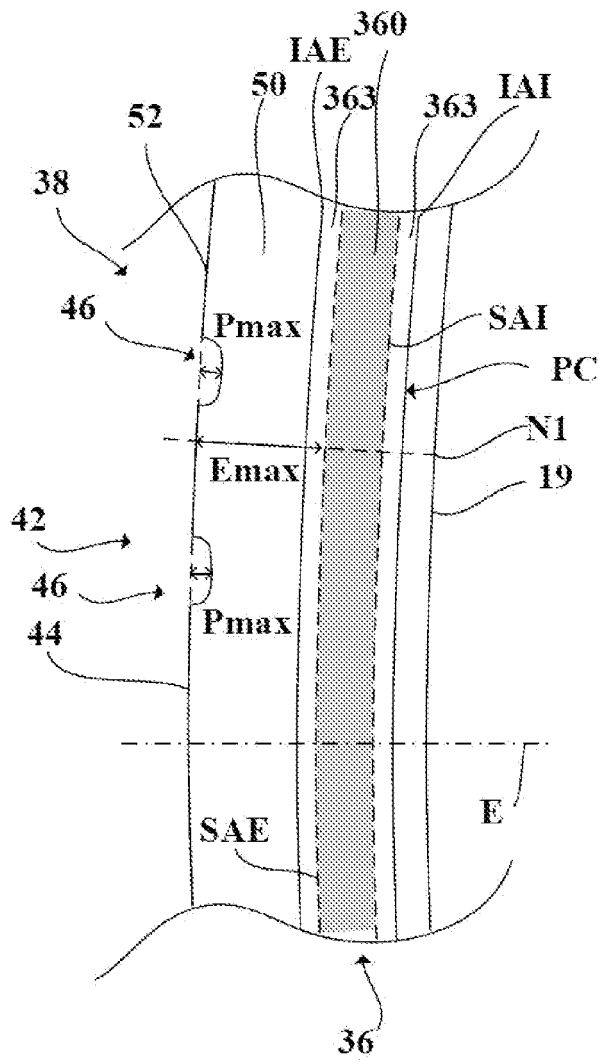


FIG. 3

[Fig. 4]

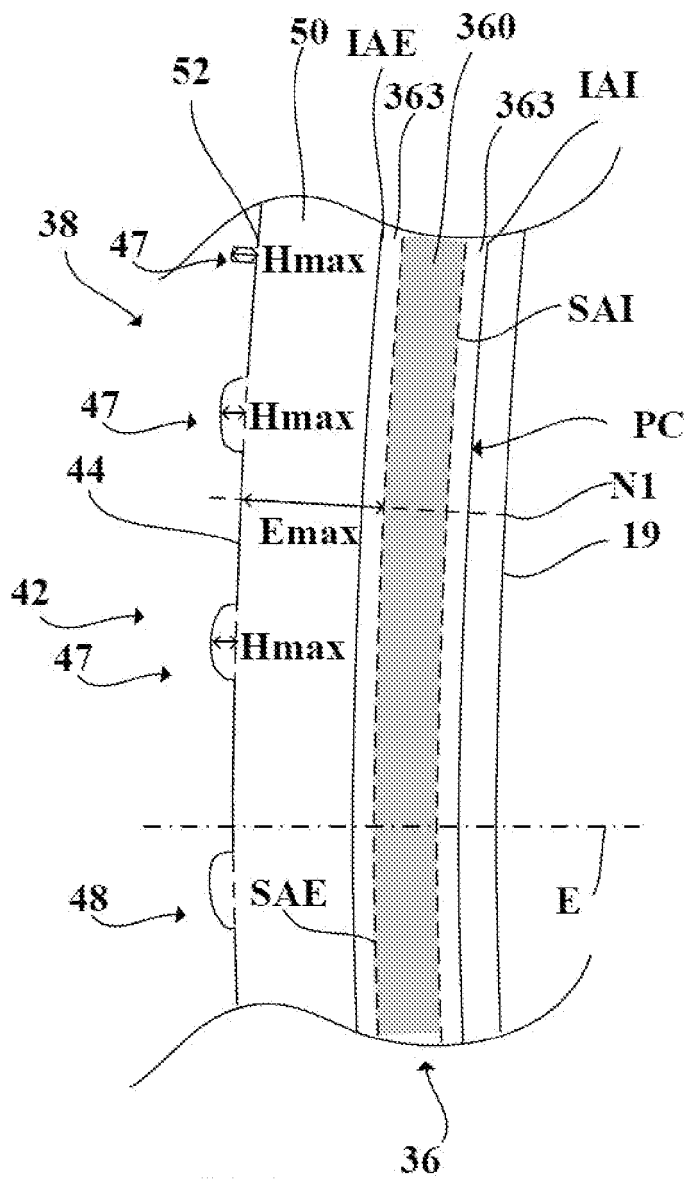
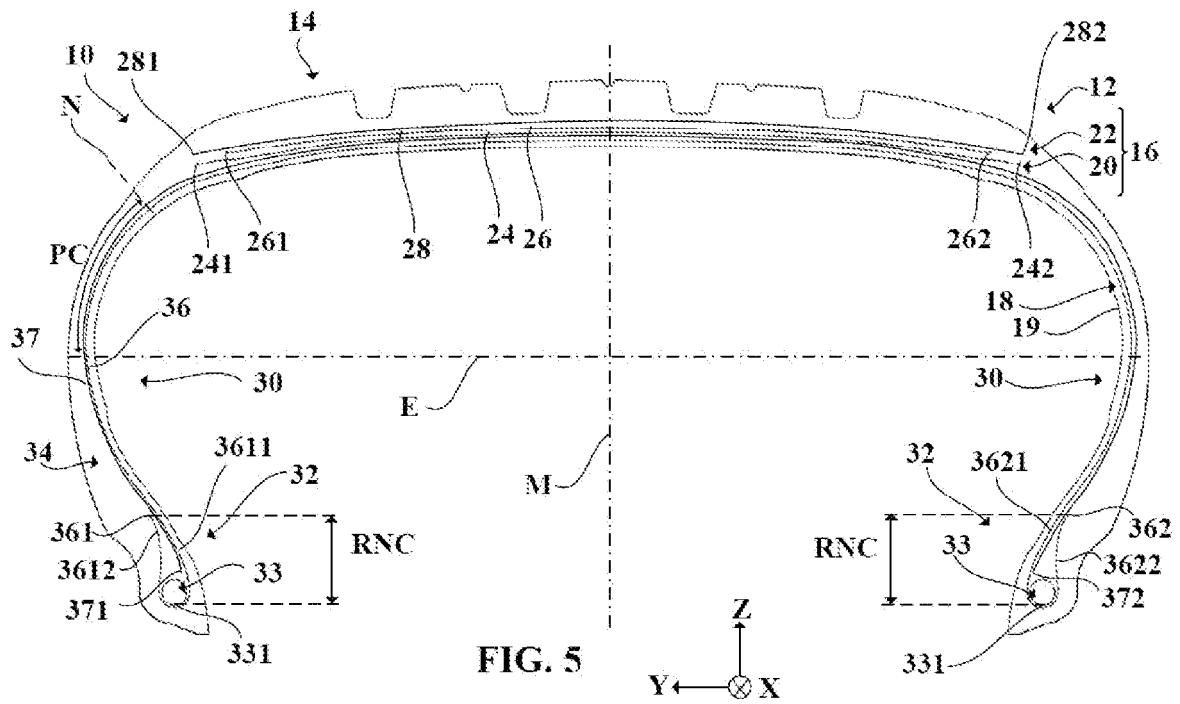
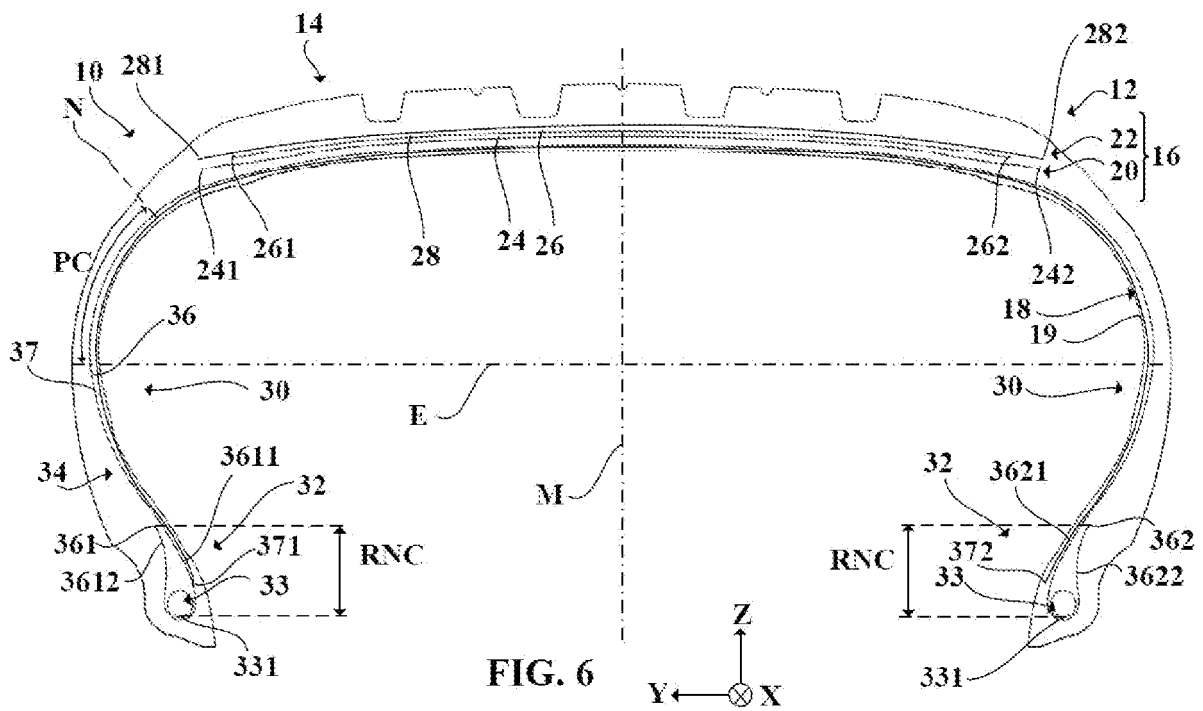


FIG. 4

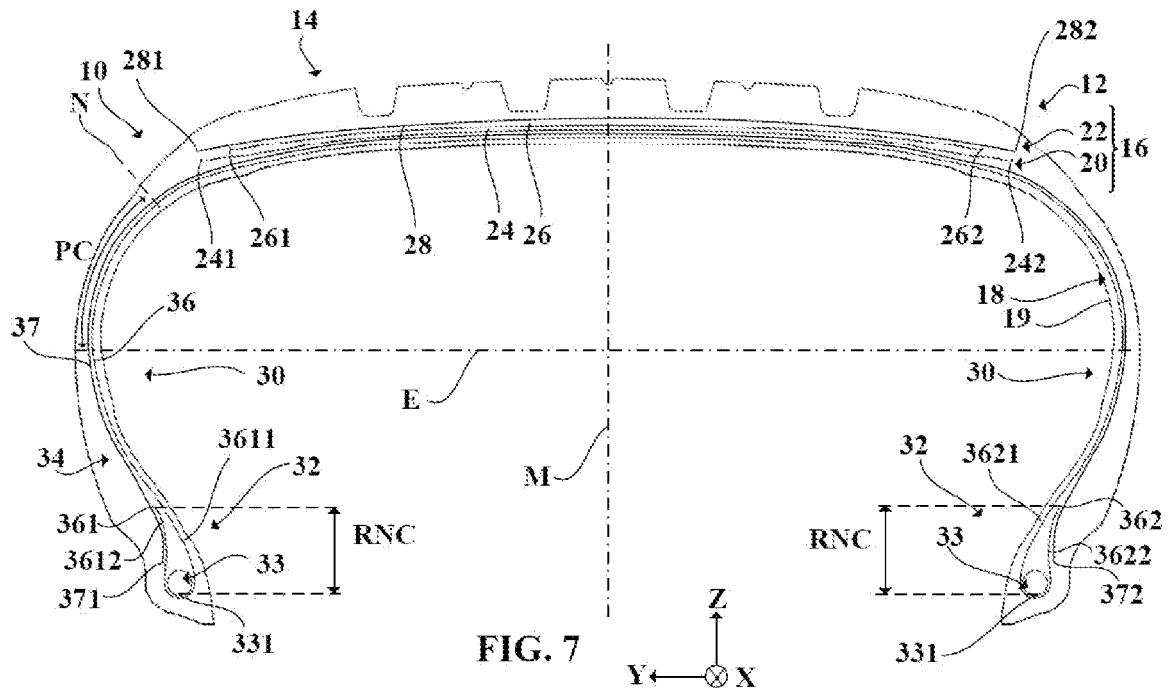
[Fig. 5]



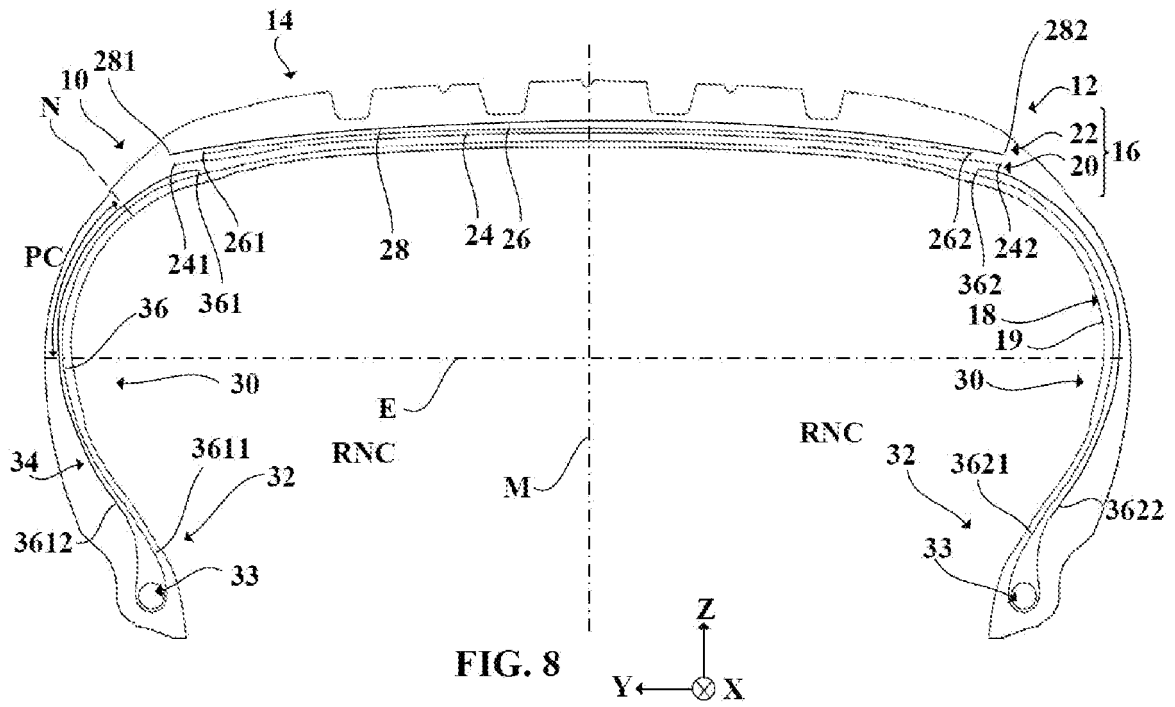
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

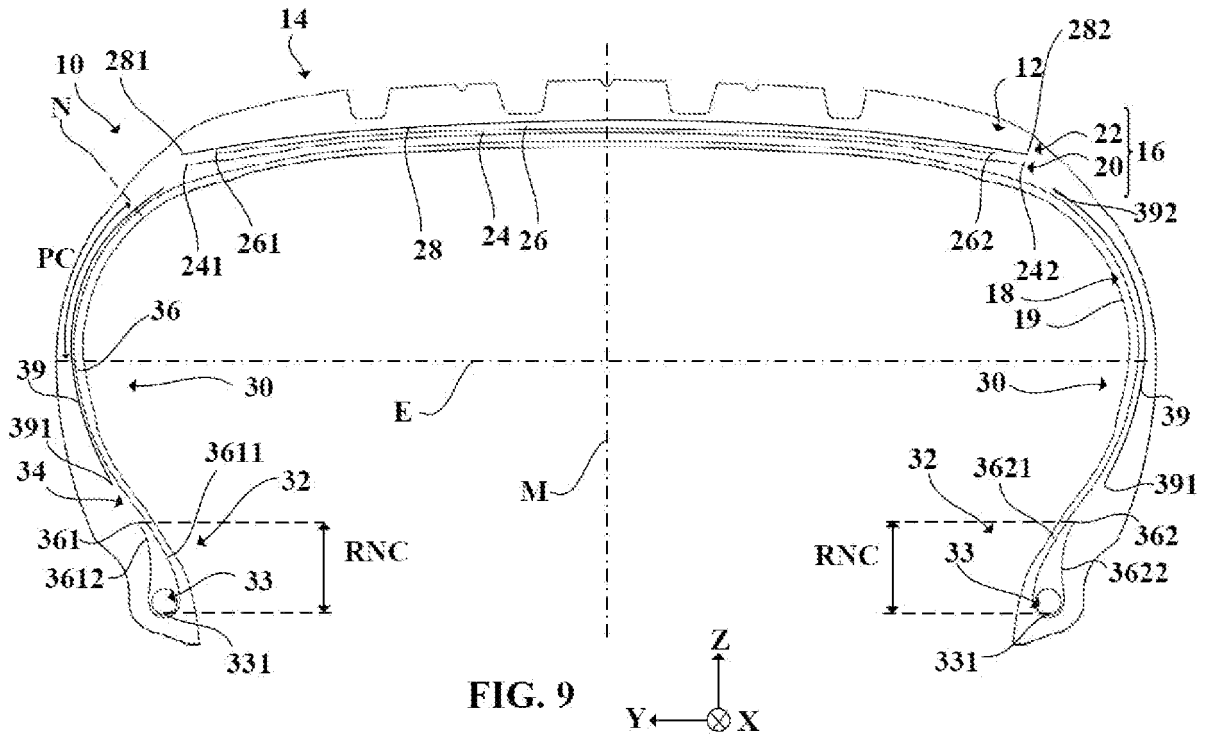


FIG. 9

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2021/094358 A1 (ITO MASAYA [JP] ET AL)
1 avril 2021 (2021-04-01)

FR 3 097 469 A1 (MICHELIN & CIE [FR])
25 décembre 2020 (2020-12-25)

JP 5 841383 B2 (SUMITOMO RUBBER IND)
13 janvier 2016 (2016-01-13)

US 9 981 510 B2 (YOKOHAMA RUBBER CO LTD
[JP]) 29 mai 2018 (2018-05-29)

FR 3 022 851 A1 (MICHELIN & CIE [FR];
MICHELIN RECH TECH [CH])
1 janvier 2016 (2016-01-01)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

US 2015/053325 A1 (YUKAWA NAOKI [JP])
26 février 2015 (2015-02-26)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT