(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 140 796**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 10512**

(51) Int Cl[8] : ***B 60 C 15/024*** *(2022.01), B 60 C 15/06*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) Architecture optimisée d'un pneumatique de type Génie Civil.

(22) **Date de dépôt :** 13.10.22.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 19.04.24 Bulletin 24/16.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 04.10.24 Bulletin 24/40.

(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 actions* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LICENSE William et BARBARIN François.

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

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

FR 3 140 796 - B1

Description

Titre de l'invention : Architecture optimisée d'un pneumatique de type Génie Civil

[0001] La présente invention a pour objet un pneumatique radial, destiné à équiper un véhicule lourd de type génie civil et concerne plus particulièrement le bourrelet et le flanc d'un tel pneumatique.

[0002] Les pneumatiques radiaux destinés à équiper un véhicule lourd de type génie civil, sont désignés au sens de la norme de la European Tyre and Rim Technical Organisation ou ETRTO – Organisation technique européenne du pneu et de la jante.

[0003] Par exemple un pneumatique radial pour véhicule lourd de type génie civil, au sens de la norme de la European Tyre and Rim Technical Organisation ou ETRTO, est destiné à être monté sur une jante dont le diamètre est au moins égal à 25 pouces. Bien que non limitée à ce type d'application, l'invention est décrite pour un pneumatique radial de grande dimension destiné à être monté sur un dumper, notamment des véhicules de transport de matériaux extraits de carrières ou de mines de surface, par l'intermédiaire d'une jante dont le diamètre est au moins égal à 35 pouces et peut atteindre 57 pouces, voire 63 pouces.

[0004] Les pneumatiques sont destinés à être montés sur des jantes dont les spécificités géométriques sont données dans les documents techniques des organisations nationales ou internationales comme European Tyre and Rim Technical Organisation ou ETRTO – Organisation technique européenne du pneu et de la jante - ou la TRA, Tire and Rim association – Association du pneumatique et de la jante, association des états unis. Ces documents précisent quelle jante doit être utilisée pour quelle dimension de pneumatique, et pour des objets aussi techniques que des pneumatiques de génie civil, à une dimension de pneumatique correspond une unique dimension de jante, aux tolérances de fabrication près.

[0005] Un pneumatique et une jante ayant une géométrie de révolution par rapport à un axe de rotation identique une fois le pneumatique monté sur la jante, leurs géométries sont généralement décrites dans un plan méridien contenant l'axe de rotation. Pour un plan méridien donné, les directions radiale, axiale et circonférentielle désignent respectivement les directions perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique ou de la jante, parallèle à l'axe de rotation et perpendiculaire au plan méridien. La direction circonférentielle est tangente à la circonférence du pneumatique.

[0006] Dans ce qui suit, les expressions «radialement intérieur», respectivement «radialement extérieur» signifient «plus proche », respectivement «plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique, respectivement de la jante ». Par «axialement

intérieur», respectivement «axialement extérieur», on entend «plus proche», respectivement «plus éloigné du plan équatorial du pneumatique, respectivement de la jante». Le plan équatorial ou plan médian du pneumatique est le plan passant par le milieu de la surface de roulement et perpendiculaire à l'axe de rotation. De même, le plan équatorial ou médian de la jante est le plan passant par le milieu des deux crochets de jante et perpendiculaire à l'axe de rotation.

[0007] De façon générale, un pneumatique comprend une bande de roulement, destinée à venir en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement, dont les deux extrémités axiales sont reliées par l'intermédiaire de deux flancs à deux bourrelets assurant la liaison mécanique entre le pneumatique et la jante sur laquelle il est destiné à être monté.

[0008] Un pneumatique radial comprend en outre une armature de renforcement, constituée d'une armature de sommet, radialement intérieure à la bande de roulement, et d'une armature de carcasse, radialement intérieure à l'armature de sommet.

[0009] L'armature de carcasse d'un pneumatique radial pour véhicule lourd de type génie civil, comprend habituellement une couche de carcasse comprenant des renforts, ou éléments de renforcement, généralement métalliques enrobés par un matériau polymérique de type élastomère ou élastomérique, obtenu par mélangeage et appelé mélange d'enrobage. Une couche de carcasse comprend une partie principale, reliant les deux bourrelets entre eux et s'enroulant généralement, dans chaque bourrelet, de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique autour d'un élément de renforcement circonférentiel le plus souvent métallique appelé tringle, pour former un retournement. Les renforts métalliques d'une couche de carcasse sont sensiblement parallèles entre eux et forment, avec la direction circonférentielle, un angle compris entre 80° et 100°. Les diamètres des éléments de renforcement des couches de carcasse sont pour les pneumatiques de génie civil d'un diamètre au moins égal à 1.5 mm.

[0010] En génie civil, l'armature de carcasse de l'état de l'art (cf. US 5236031) comprend une unique couche de carcasse sans autre couche d'éléments de renforcement. L'extrémité du retournement est proche du point le plus axialement extérieur du pneumatique, voire radialement extérieure à celui-ci comme le montre le document cité. Si cette extrémité est positionnée trop proche de la tringle, il y a un risque que sous l'effet de la pression et de la chaleur lors d'usages intensifs, les éléments de renforcement de la couche de carcasse passent sous la tringle provoquant une perte de pression brutale du pneumatique. Si l'extrémité du retournement se trouve dans une position radiale intermédiaire telle que sa distance radiale au point le plus radialement intérieur du pneumatique soit inférieure à deux fois la hauteur du crochet de la jante nominale, l'extrémité du retournement se trouve dans une zone de compression, ce qui augmente le risque que les compositions de caoutchouc entourant ces extrémités se

fissurent. Positionner l'extrémité du retournement à proximité du point le plus axialement extérieur du pneumatique, permet d'éviter que les extrémités des éléments de renforcement soient les génératrices des premières fissures. Cependant le retournement est soumis dans la zone de flexion à des cycles de traction compression pouvant conduire à des ruptures des éléments de renforcement en fatigue. L'état de l'art (cf. US 5236031) propose de rapprocher le retournement de la partie principale de la couche de carcasse afin de diminuer les contraintes de flexion, le bourrelet ayant le comportement d'une poutre. Cependant cette solution est compliquée par le diamètre des éléments de renforcement des couches de carcasse des pneumatiques de génie civil. Compte tenu de leur rigidité de flexion, il est difficile de les maintenir pendant tout le procédé de fabrication dans la position idéale pour l'endurance du pneumatique.

[0011] Cette solution ne permet néanmoins pas de résoudre l'ensemble des problèmes d'endurance du bourrelet et de la couche de carcasse à sa périphérie. En effet, sur les sols irréguliers où sont utilisés les pneumatiques de génie civil, la vitesse toujours plus élevée des engins, pour améliorer leur productivité, crée des phénomènes de résonance lors de décollements du pneumatique du sol suivis de rebonds qui impliquent des surcharges dynamiques très importantes pouvant aller jusqu'à 2 fois la charge nominale. A ce phénomène s'ajoute des pratiques néfastes pour l'endurance du bourrelet comme des usages avec des pressions plus basses que celles préconisées ou l'augmentation de la charge au-delà de la charge nominale. La baisse de pression est utilisée pour améliorer l'endurance du sommet aux chocs mais elle implique une augmentation des déformations de la couche de carcasse au-dessus du bourrelet. Par ailleurs l'électrification des moteurs en raison du poids des batteries conduira également à devoir améliorer l'endurance des bourrelets en surcharge.

[0012] Les inventeurs se sont donnés pour objectif, pour un pneumatique radial pour véhicule de type génie civil, d'augmenter l'endurance du bourrelet.

[0013] Cet objectif a été atteint, selon l'invention, par un pneumatique pour véhicule de type génie civil destiné à être monté sur une jante nominale, ladite jante nominale comprenant de part et d'autre d'un plan médian perpendiculaire à l'axe de rotation de ladite jante, un siège de jante conique et un bord, d'hauteur radiale G, formé axialement de l'intérieur vers l'extérieur d'une première partie radiale et d'un crochet formé par une première partie circulaire de rayon normé R1 et de centre O1, et d'une fin de crochet, le pneumatique comprenant :

- une armature de sommet, radialement intérieure à une bande de roulement, ladite bande de roulement étant réunie par l'intermédiaire de deux flancs, à deux bourrelets,
- chaque bourrelet ayant une surface externe se prolongeant par une surface externe du flanc,

- une armature de carcasse radiale s'étendant entre les deux bourrelets et comprenant au moins une couche de carcasse comportant des renforts métalliques formant un angle, avec une direction circonférentielle, compris entre 80° et 100°, enrobés par une composition de caoutchouc, ladite couche de carcasse étant ancrée dans chacun des bourrelets par un retournement autour d'une tringle, pour former une partie principale s'étendant d'une tringle à l'autre, et un retournement, axialement extérieur à la partie principale dans chacun des bourrelets, et ayant une extrémité libre,
- la surface externe du bourrelet étant configurée dans chaque plan méridien, pour être en contact avec ladite jante nominale, la mesure étant faite sur un pneumatique monté et gonflé sur ladite jante nominale à la pression nominale, sur le siège et le bord de la jante jusqu'à un dernier point de contact à la partie circulaire du crochet de jante nominale, le dernier point de contact étant le point de contact le plus radialement extérieur entre la jante nominale et le bourrelet, l'angle entre le rayon de la partie circulaire de la jante nominale passant par ledit dernier point de contact et la direction axiale étant compris entre 80 et 85°.

[0014] L'invention consiste en un pneumatique radial de Génie civil comprenant une couche de carcasse métallique dont le bourrelet est configuré pour avoir une zone de contact élargi avec le crochet de jante afin de maximiser la reprise des contraintes de compression des compositions de caoutchouc pour soulager les éléments de renforcement du retournement et de la partie principale de la couche de carcasse. Il convient de positionner correctement le dernier point de contact entre la jante et le bourrelet afin que le gain en endurance de la couche de carcasse ne soit pas détruit par la défaillance des compositions de caoutchouc du bourrelet qui sont dans l'invention plus sollicitées que dans l'état de l'art. Cet appui modifie la déformation dans cette zone du bourrelet.

[0015] Par surface externe du pneumatique, on désigne la surface qui délimite l'objet. Cette surface peut-être radialement extérieure, elle désigne dans ce cas la surface de roulement. Elle peut être axialement extérieure, elle est dans ce cas la surface, des flancs ou du bourrelet, destinée à être en contact avec la jante. Elle peut être intérieure et dans ce cas elle est destinée une fois le pneumatique monté sur sa jante à être en contact avec un gaz de gonflage.

[0016] Ainsi le dimensionnement actuel de la surface externe axialement extérieure des bourrelets des pneumatiques de génie civil est tel qu'en position monté gonflé le contact arrive approximativement au milieu de la partie circulaire du crochet de jante, ce qui est la méthode la plus sure d'avoir une continuité mécanique entre le bourrelet et le flanc. La partie supérieure du crochet de jante sert alors à accompagner la déformation du flanc lors de l'écrasement du pneumatique pour la partie du pneumatique

située à proximité de l'aire de contact. Cette solution est d'autant plus intéressante que l'armature de carcasse comprend une unique couche de carcasse.

[0017] Dans l'invention le crochet de jante reprend une partie de l'effort de compression ce qui amène une meilleure répartition des efforts de contact entre le bourrelet et la jante. Pour cela, il est important que le dernier point de contact entre le crochet de jante et la surface externe du bourrelet soit dans une position particulière par rapport au crochet de jante à savoir que l'angle (A1) entre le rayon de la partie circulaire de la jante passant par le dernier point de contact et la direction axiale doit être compris entre 80 et 85°. En deçà de cet angle, le fonctionnement du bourrelet reste le même, au-delà de cet angle, la continuité de raccordement du bourrelet au flanc implique une géométrie non optimale du pneumatique.

[0018] La position du dernier point de contact vis-à-vis du crochet de jante peut être déterminée par tout moyen de mesure pertinent avec un palpeur par exemple ou par profilométrie optique ou de contact. Ces méthodes de mesure permettront également de déterminer les valeurs des autres caractéristiques de la surface externe du pneumatique décrite dans la présente invention.

[0019] Pour éviter une concentration de contrainte à la zone de jonction entre le flanc et le bourrelet, une solution préférée est que, le pneumatique étant monté et gonflé sur la jante nominale, sur les parties axialement extérieures du bourrelet et du flanc, la surface externe du bourrelet soit reliée à la surface externe du flanc par une partie la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc, ladite partie la plus radialement intérieure étant sensiblement circulaire sur une portion d'une hauteur radiale au moins égale à 0.2 fois R1 et au plus égale à 0.4 fois R1 le rayon du crochet de jante, le centre de courbure de ladite partie la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc étant axialement intérieur à ladite partie la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc. La courbure de ladite partie la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc ainsi dimensionnée et positionnée avec un centre de courbure positionné vers le plan de symétrie du pneumatique par rapport à la surface externe, permet d'éviter d'avoir une discontinuité importante au niveau de la surface externe du flanc ou de devoir dimensionner un flanc plus épais que nécessaire. Par sensiblement circulaire, on entend que dans un chaque plan méridien, entre le dernier point de contact et un point de la surface externe situé radialement entre 0.2 fois et 0.4 fois R1, la surface externe est située sur une courbe comprise entre deux cercles de rayons variants de 10%.

[0020] Une solution préférée pour optimiser les contraintes au niveau de la jonction entre le flanc et le bourrelet est que, le pneumatique étant monté et gonflé sur la jante nominale, la partie la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc est de forme sensiblement circulaire, suivant un cercle dont le centre est sur la droite passant

par le centre de la partie circulaire du crochet de ladite jante et le dernier point de contact, et dont le rayon R2 est compris en 0.25 et 0.4 fois le rayon R1 de la partie circulaire du crochet de ladite jante.

[0021] Une solution avantageuse pour assurer la meilleure continuité de la surface externe du flanc notamment entre la partie circulaire la plus radialement intérieure et la partie qui lui est adjacente est que, le pneumatique étant monté et gonflé sur la jante nominale, la partie la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc est de forme sensiblement circulaire sur une portion angulaire comprise entre 65° et 75° et mesurée depuis le rayon formé par le dernier point de contact et le centre du cercle.

[0022] Pour optimiser la forme du flanc et notamment sa thermique, le pneumatique étant monté et gonflé sur la jante nominale, la surface externe du flanc radialement extérieure et adjacente à la partie sensiblement circulaire la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc sur une hauteur radiale égale à la hauteur radiale G du crochet de la jante nominale, a un centre de courbure axialement extérieur au bourrelet et de préférence un rayon de courbure moyen au moins égal à 400 mm. Dans les pneumatiques selon l'état de l'art, le centre de courbure de cette zone du flanc est axialement intérieur au bourrelet dans la continuité de la connexion entre le bourrelet et le flanc. L'invention demande la reconfiguration de l'ensemble de la zone pour lui assurer un fonctionnement correct.

[0023] Cette reconfiguration du bourrelet et de la partie adjacente du flanc a pour conséquence de déplacer le point de compression du retournement de la couche de carcasse vers un point radialement extérieur comparativement à la solution de l'état de l'art. Ce point se situe par rapport au point le plus axialement extérieur du siège de la jante entre 2 et 2.5 fois la hauteur (G) du crochet de la jante. Pour minimiser la compression dans le retournement à cet endroit, il convient donc de rapprocher le retournement à la partie principale de la couche de carcasse. Comparativement à la solution selon l'état de l'art, réaliser ce rapprochement à ce niveau est beaucoup plus aisé, car on dispose d'une plus grande longueur de retournement pour réaliser ce rapprochement. Une solution préférée est donc que le pneumatique étant monté gonflé sur la jante nominale, la distance entre la partie principale de la couche de carcasse, et son retournement, est minimale à une hauteur radiale du point le plus axialement extérieur du siège de la jante nominale, comprise entre 2 et 2.5 fois la hauteur du crochet de la jante nominale.

[0024] La mesure de la distance entre la partie principale de la couche de carcasse, et son retournement pourra se faire sur une coupe méridienne. La distance est mesurée depuis la fibre neutre de la couche de carcasse jusqu'à la fibre neutre du retournement perpendiculairement à la fibre neutre de la partie principale de la couche de carcasse.

[0025] Pour une bonne répartition de la rigidité dans le bourrelet, il est avantageux que la

distance entre la partie principale de la couche de carcasse, et son retournement soit continument décroissante depuis le centre géométrique de la tringle jusqu'au point du minimum de ladite distance.

[0026] Pour un fonctionnement optimal du bourrelet et du flanc, il est avantageux qu'une unique composition de caoutchouc, dit gomme de bourrage tringle, comble le volume entre la partie principale de la couche de carcasse, et son retournement, cette composition de caoutchouc ayant un module d'extension sécant MA10 à 10 % de déformation, mesuré à 23° C selon la norme ASTM D 412, au moins égal à 5 MPa.

[0027] Pour éviter des gradients de déformation trop importants entre le bourrage tringle et la composition de caoutchouc enrobant les éléments de renforcement de la couche de carcasse, il est avantageux qu'une unique composition de caoutchouc comble le volume entre la partie principale de la couche de carcasse, et son retournement et ait un module d'extension sécant MA10 à 10 % de déformation, mesuré à 23° C selon la norme ASTM D 412, au moins égal à 90% et de préférence au plus égal à 110%, du même module de la composition de caoutchouc enrobant les éléments de renforcement de la couche de carcasse.

[0028] De même pour un fonctionnement optimal en flexion du flanc, il est préféré qu'une composition de caoutchouc adjacent et axialement extérieur au retournement de la couche de carcasse, au moins radialement à l'extérieur audit dernier point de contact de la surface externe du bourrelet, ait un module d'extension sécant MA10 à 10 % de déformation, mesuré à 23° C selon la norme ASTM D 412, au moins égal à 90% et de préférence au plus égal à 110% du module d'extension MA10 du bourrage tringle.

[0029] Les caractéristiques de l'invention sont illustrées par les figures 1 à 3 schématiques et non représentées à l'échelle, en référence à un pneumatique de dimension 24.00R35.

[0030] Sur la [Fig.1], est représenté le contour d'une jante (1) de seat conique pour les pneumatiques de dimension 25, 29, 33, 35, 49, 51, 57 et 63 pouces tels que présenté dans la documentation de la « tyre and Rim association » (association du pneumatique et de la roue). Ce contour représente la coupe d'une jante comprenant de part et d'autre d'un plan médian perpendiculaire à l'axe de rotation (OY) de ladite jante, un siège de jante conique (11) et un bord (12), d'une hauteur radiale G, formé axialement de l'intérieur vers l'extérieur d'une première partie radiale (121) et d'un crochet (122) formé par une première partie circulaire de rayon normé R1 et de centre O1 (cf. [Fig.2] et 3), et d'une fin de crochet. La figure montre également le point (111) le plus axialement extérieur du siège (11) de la jante sur la surface de contact avec le pneumatique. Dans le cas où le siège (11) de la jante nominale serait lié au bord (12) par un congé, le congé serait considéré comme le début du bord (12).

[0031] La [Fig.2] montre le détail d'une coupe méridienne d'un pneumatique pour véhicule lourd de type génie civil monté, gonflé sur sa jante (1), et notamment le flanc (2), et le

bourrelet (3). Le bourrelet (3) a une surface externe (31) se prolongeant par une surface externe du flanc (21). L'armature de carcasse radiale comprend une couche de carcasse (4) ancrée dans le bourrelet par un retournement autour d'une tringle (5), pour former une partie principale (41) s'étendant d'une tringle à l'autre, et un retournement (42), axialement extérieur à la partie principale (41) dans chacun des bourrelets (3), et ayant une extrémité libre (421). La surface externe (31) du bourrelet est configurée pour être en contact avec la jante nominale (1), jusqu'au point de contact (311) le plus radialement extérieur sur la partie circulaire de centre (O1) du crochet de jante, l'angle (A1) entre le rayon de la partie circulaire de la jante passant par ledit dernier (311) point de contact et la direction axiale étant compris entre 80 et 85°. La [Fig.2] montre également la distance (d) entre la partie principale (41) de la couche de carcasse (4), et son retournement (42) qui est continument décroissante jusqu'à son minimum (dm) situé à une hauteur radiale (hm) du point le plus axialement extérieur du siège (111) de la jante, comprise entre 2 et 2.5 fois la hauteur (G) du crochet de la jante. Une unique composition de caoutchouc, dit gomme de bourrage tringle (32), comble le volume entre la partie principale (41) de la couche de carcasse (4), et son retournement (42), adjacent et axialement intérieur à une composition (22) de caoutchouc. La [Fig.2] montre également le profil (21') d'un pneumatique selon l'état de l'art.

[0032] La [Fig.3] est un zoom sur le bourrelet pour montrer la transition entre le bourrelet et le flanc autour du dernier point de contact (311) entre la surface externe (31) du bourrelet (3) et de la jante nominale (1). La surface externe (21) du flanc (2) est dans sa partie la plus radialement intérieure (211) de forme sensiblement circulaire, suivant un cercle dont le centre (O2) est sur la droite passant par le centre (O1) de la partie circulaire du crochet (122) et le dernier point de contact (311), et dont le rayon R2 est compris en 0.25 et 0.4 fois le rayon R1 de la partie circulaire du crochet (122) de ladite jante (1), sur une portion angulaire (A2) comprise entre 65 et 75° et mesurée depuis le rayon formé par le dernier point de contact (311) et le centre (O2) du cercle.

[0033] L'invention a été testée sur des pneumatiques de dimension 24.00R35. Les pneumatiques selon l'invention sont comparés à des pneumatiques de référence de même dimension.

[0034] Les pneumatiques de référence et les pneumatiques selon l'invention comprennent une unique couche de carcasse dont les renforts métalliques sont des câbles de 7 torons comprenant 7 fils d'acier de 23 centièmes de 2.24 mm de diamètre disposés selon un pas de 2.6 mm sous la tringle. Les retournements pour les deux pneumatiques ont leurs extrémités libre (421) à proximité du point le plus axialement extérieur du pneumatique. Les compositions de caoutchouc utilisées sont équivalentes pour les deux solutions. La géométrie de la surface externe du bourrelet a été modifiée de telle sorte que le dernier point de contact (311) passe pour le pneumatique témoin d'un

angle A1 proche de 60° et à, pour le pneumatique selon l'invention, un angle égal à 81.3°. Pour le pneumatique témoin, le raccordement au point de contact se fait par une courbe sensiblement circulaire sur toute la partie du flanc comprise entre le dernier point de contact (311) et le point le plus axialement extérieur du pneumatique, courbe dont le centre de courbure est axialement intérieur au bourrelet. Pour le pneumatique selon l'invention, le raccordement entre le bourrelet et le flanc se fait par une portion circulaire sur une portion angulaire de 69°, le centre de cette portion angulaire se trouvant sur la droite prolongeant le rayon de la partie circulaire du crochet de jante passant par le dernier point de contact (311) entre la surface externe (31) du bourrelet (3) et la jante (1). Le rayon de cette partie circulaire est égal à 0.3 fois le rayon R1 de la partie circulaire de la jante (1). La distance (d) entre la partie principale (41) de la couche de carcasse (4), et son retournement (42) est minimale à une hauteur radiale (hm) du point le plus axialement extérieur du siège (111) de la jante, égale à 2.1 fois la hauteur (G) du crochet de la jante pour l'invention contre 1.0 fois la hauteur (G) pour le pneumatique de référence.

[0035] Les autres composants des pneumatiques témoins et selon l'invention, architecture sommet, mélanges caoutchouteux… sont identiques.

[0036] Les pneumatiques sont testés sur machine. Ils sont préalablement rabotés jusqu'au fond de sculpture afin de concentrer les sollicitations sur les flancs et les bourrelets. Le profil de la bande de roulement du pneumatique raboté correspondant au profil de la bande de roulement à neuf. Deux pneumatiques sont écrasés l'un sur l'autre avec un effort de 25 000 daN correspondant à la charge nominale plus 25% de surcharge à 6.2 bars de pression soit une pression inférieure de 1.05 bar à la pression nominale. Les pneumatiques roulent l'un sur l'autre à la vitesse de 15 km/h. Le pneumatique selon l'invention a effectué plus de 1000 h de roulage sans dommage quand le pneumatique selon l'état de l'art a été arrêté sur une cassure des mélanges de gomme dans le flanc, dans la partie adjacente au crochet de jante, au bout de 600h.

[0037] Ainsi l'invention amène bien une amélioration d'au moins 66% de la performance en endurance du flanc et du bourrelet pour un usage surchargé et sous gonflé.

Revendications

[Revendication 1] Pneumatique pour véhicule de type génie civil destiné à être monté sur une jante nominale (1), ladite jante nominale comprenant de part et d'autre d'un plan médian perpendiculaire à l'axe de rotation de ladite jante, un siège de jante conique (11) et un bord (12), d'hauteur radiale G, formé axialement de l'intérieur vers l'extérieur d'une première partie radiale (121) et d'un crochet (122) formé par une première partie circulaire de rayon normé R1 et de centre O1, et d'une fin de crochet, le pneumatique comprenant :

- une armature de sommet, radialement intérieure à une bande de roulement, ladite bande de roulement étant réunie par l'intermédiaire de deux flancs (2), à deux bourrelets (3),

- chaque bourrelet (3) ayant une surface externe (31) se prolongeant par une surface externe du flanc (21),
- une armature de carcasse radiale s'étendant entre les deux bourrelets et comprenant au moins une couche de carcasse (4) comportant des renforts métalliques formant un angle, avec une direction circonférentielle, compris entre 80° et 100°, enrobés par une composition de caoutchouc, ladite couche de carcasse (4) étant ancrée dans chacun des bourrelets par un retournement autour d'une tringle (5), pour former une partie principale (41) s'étendant d'une tringle à l'autre, et un retournement (42), axialement extérieur à la partie principale (41) dans chacun des bourrelets (3), et ayant une extrémité libre (421),
- **caractérisé en ce que** la surface externe (31) du bourrelet est configurée dans chaque plan méridien, pour être en contact avec ladite jante nominale (1), la mesure étant faite sur un pneumatique monté et gonflé sur ladite jante nominale (1) à la pression nominale, sur le siège et le bord de la jante jusqu'à un dernier point (311) de contact à la partie circulaire du crochet de jante nominale, le dernier point (311) de contact étant le point de contact le plus radialement extérieur entre la jante nominale et le bourrelet, l'angle (A1) entre le rayon de la partie circulaire de la jante nominale passant par ledit dernier

(311) point de contact et la direction axiale étant compris entre 80 et 85°.

[Revendication 2] Pneumatique selon la revendication 1, **dans lequel**, sur les parties axialement extérieures du bourrelet (3) et du flanc (2), la surface externe du bourrelet (31) est reliée à la surface externe du flanc (21) par une partie la plus radialement intérieure (211) de la surface externe du flanc (21), ladite partie la plus radialement intérieure (211) étant sensiblement circulaire sur une portion d'une hauteur radiale au moins égale à 0.2 fois R1 et au plus égale à 0.4 fois R1 le rayon du crochet de jante (122), le centre de courbure (O2) de ladite partie (211) la plus radialement intérieure de la surface externe du flanc (21) étant axialement intérieur à ladite partie la plus radialement intérieure (211) de la surface externe du flanc (21).

[Revendication 3] Pneumatique selon la revendication 2, **dans lequel** la partie la plus radialement intérieure (211) de la surface externe (21) du flanc (2) est de forme sensiblement circulaire, suivant un cercle dont le centre (O2) est sur la droite passant par le centre de la partie circulaire du crochet (122) de ladite jante (1) et le dernier point de contact (311), et dont le rayon R2 est compris en 0.25 et 0.4 fois le rayon R1 de la partie circulaire du crochet (122) de ladite jante (1).

[Revendication 4] Pneumatique selon la revendication 3, **dans lequel** la partie la plus radialement intérieure (211) de la surface externe (21) du flanc (2) est de forme sensiblement circulaire sur une portion angulaire (A2) comprise entre 65° et 75° et mesurée depuis le rayon formé par le dernier point de contact (311) et le centre (O2) du cercle.

[Revendication 5] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel,** la surface externe (21) du flanc (2) radialement extérieure et adjacente à la partie sensiblement circulaire la plus radialement intérieure (211) de la surface externe (21) du flanc (2) sur une hauteur radiale égale à la hauteur radiale G du crochet (122) de la jante nominale (1), a un centre de courbure axialement extérieur au bourrelet (3).

[Revendication 6] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la distance (d) entre la partie principale (41) de la couche de carcasse (4), et son retournement (42) est minimale à une hauteur radiale (hm) du point le plus axialement extérieur du siège (111) de la jante nominale, comprise entre 2 et 2.5 fois la hauteur (G) du crochet de la jante

nominale.

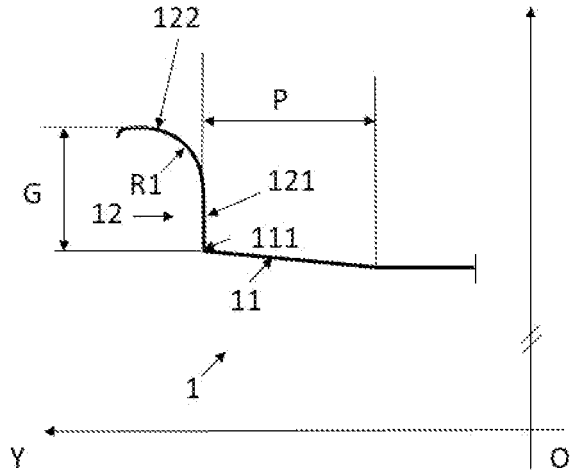
[Revendication 7] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel**, la distance (d) entre la partie principale (41) de la couche de carcasse, et son retournement (42) est continument décroissante depuis le centre géométrique de la tringle (5) jusqu'au point du minimum (dm) de ladite distance (d).

[Revendication 8] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel** une unique composition de caoutchouc, dit gomme de bourrage tringle (32), comble le volume entre la partie principale (41) de la couche de carcasse (4), et son retournement (42), cette composition de caoutchouc ayant un module d'extension sécant MA10 à 10 % de déformation, mesuré à 23° C selon la norme ASTM D 412, au moins égal à 5 MPa.

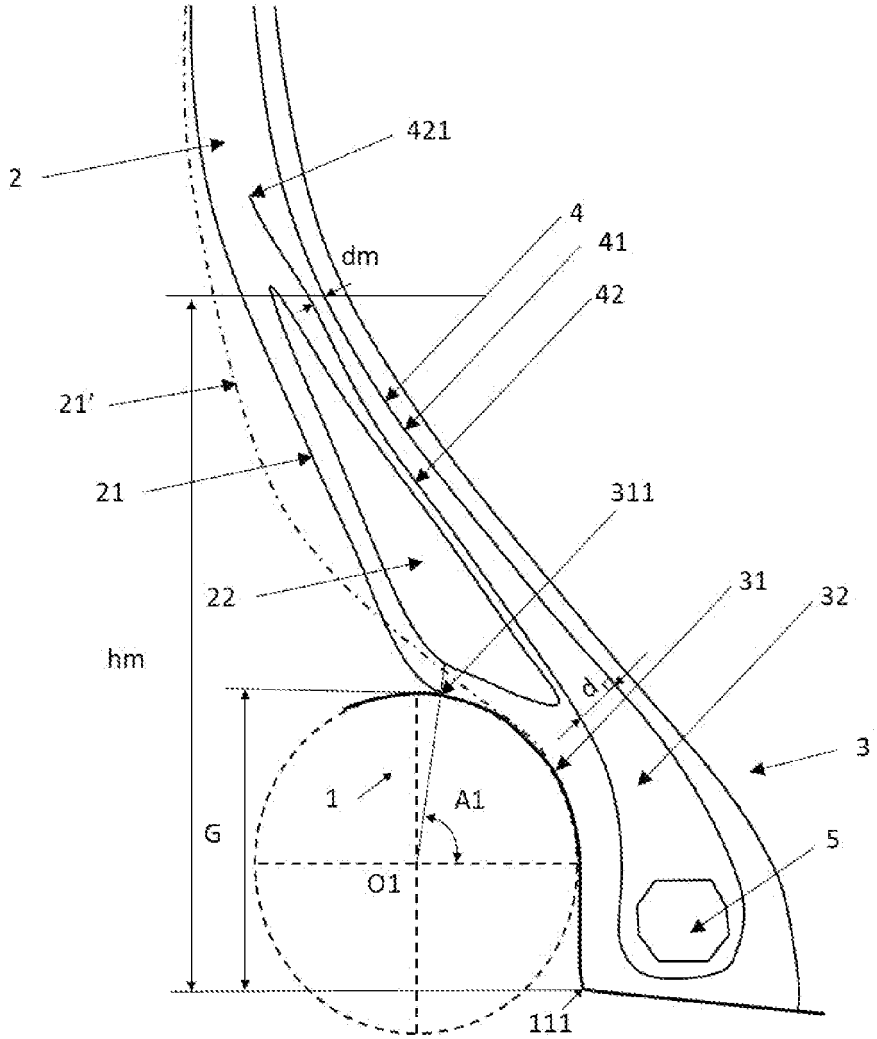
[Revendication 9] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel** une unique composition de caoutchouc (32) comble le volume entre la partie principale (41) de la couche de carcasse (4), et son retournement (42) et a un module d'extension sécant MA10 à 10 % de déformation, mesuré à 23° C selon la norme ASTM D 412, au moins égal à 90% et de préférence au plus égal à 110%, du même module de la composition de caoutchouc enrobant les éléments de renforcement de la couche de carcasse (4).

[Revendication 10] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel** une composition (22) de caoutchouc adjacente et axialement extérieure au retournement (42) de la couche de carcasse, agencée au moins radialement à l'extérieur dudit dernier point de contact (311) de la surface externe du bourrelet, a un module d'extension sécant MA10 à 10 % de déformation, mesuré à 23° C selon la norme ASTM D 412, au moins égal à 90% et de préférence au plus égal à 110% du module d'extension MA10 de la gomme du bourrage tringle (32).

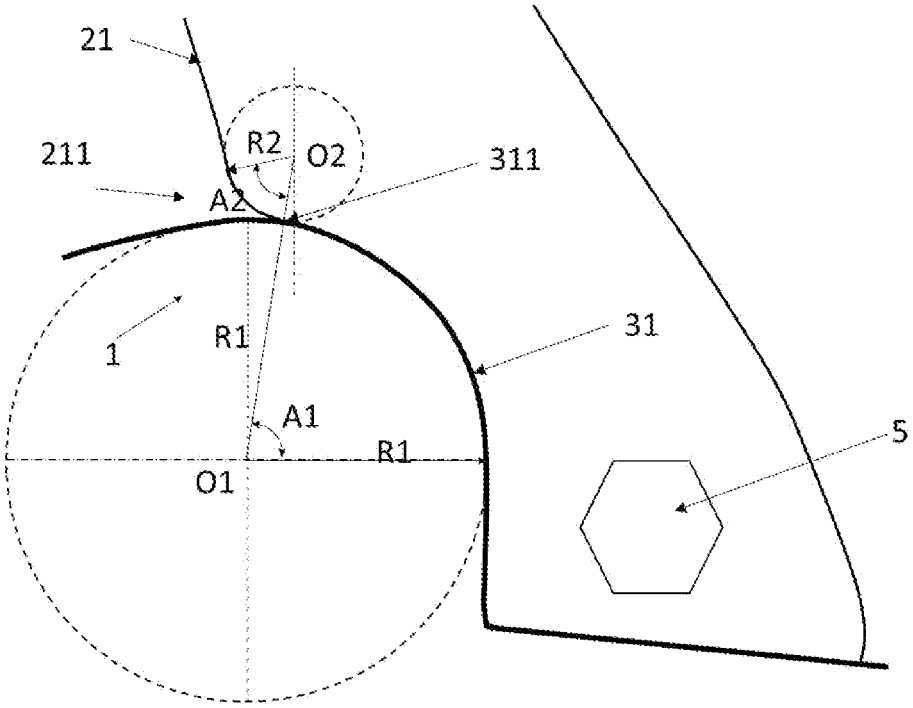
[Fig. 1]


122
P
G
R1
12
121
111
11
1
Y
O

[Fig. 2]


2
421
4
41
dm
42
21'
21
311
22
31
32
hm
d1
3
1
A1
5
G
O1
111

[Fig. 3]



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 (nouveauté) 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.

[x] 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.

[x] 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

NEANT

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

EP 3 045 327 A1 (SUMITOMO RUBBER IND [JP])
20 juillet 2016 (2016-07-20)

US 5 236 031 A (HONBO YOICHI [JP] ET AL)
17 août 1993 (1993-08-17)

WO 01/81103 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; FERLIN OLIVIER [FR]) 1 novembre 2001 (2001-11-01)

JP 2000 006621 A (SUMITOMO RUBBER IND)
11 janvier 2000 (2000-01-11)

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

NEANT