(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** **3 121 632**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **21 03761**

(51) Int Cl[8] : ***B 60 C 15/06*** *(2020.12)*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 12.04.21.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 14.10.22 Bulletin 22/41.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *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* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** ROTY Gael et GANDER Sophie.

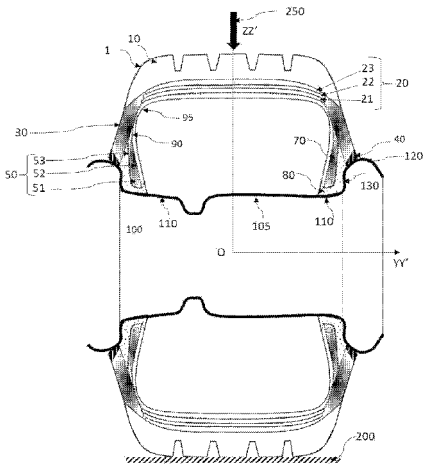
(73) **Titulaire(s) :** COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN Société en commandite.

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

(54) Pneumatique avec des performances optimisées en résistance au roulement et en comportement routier sur véhicule.

(57) L'invention concerne un pneumatique (1) pour véhicule tourisme dont la performance en résistance au roulement a été améliorée sans dégrader la rigidité de dérive transversale. Le bourrelet (50) est assoupli par l'utilisation de matériaux de basse hystérèse. La rigidité de dérive transversale est augmentée grâce une gestion du contact du bourrelet (50) avec la jante de montage (100). Dans une première section située dans l'aire de contact, dans au moins un premier bourrelet, la longueur de la courbe de contact jante, LADC, est mesurée. Dans une deuxième section située à l'opposé de l'aire de contact par rapport à l'axe de rotation du pneumatique, dans au moins un deuxième bourrelet, la longueur de la courbe de contact jante, LCJ, étant mesurée. Le rapport de la différence des longueurs de la courbe de contact jante dans les deux sections soit 100*(LADC-LCJ)/LCJ, est supérieur ou égal à 30%.

Figure de l'abrégé : figure 1



FR 3 121 632 - A1

Description

Titre de l'invention : Pneumatique avec des performances optimisées en résistance au roulement et en comportement routier sur véhicule

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un pneumatique pour véhicule automobile dont les performances en résistance au roulement sont améliorées sans dégrader la rigidité de dérive transversale. L'invention est plus particulièrement adaptée pour un pneumatique radial destiné à équiper un véhicule de tourisme ou une camionnette.

Définitions

[0002] Par convention, on considère un repère (O, XX', YY', ZZ'), dont le centre O coïncide avec le centre du pneumatique, les directions circonférentielles XX', axiale YY', et radiale ZZ' désignent respectivement une direction tangente à la surface de roulement du pneumatique selon le sens de rotation, une direction parallèle à l'axe de rotation du pneumatique, et une direction orthogonale à l'axe de rotation du pneumatique.

[0003] Par radialement intérieur, respectivement radialement extérieur, on entend plus proche, respectivement plus éloigné de l'axe de rotation du pneumatique.

[0004] Par axialement intérieur, respectivement axialement extérieur, on entend plus proche, respectivement plus éloigné du plan équatorial du pneumatique, le plan équatorial du pneumatique étant le plan passant par le milieu de la bande de roulement du pneumatique et perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique.

[0005] La constitution du pneumatique est usuellement décrite par une représentation de ses constituants dans un plan méridien, c'est-à-dire un plan contenant l'axe de rotation du pneumatique.

[0006] Un pneumatique comprend un sommet, destinée à venir en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une bande 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.

[0007] 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.

[0008] L'armature de sommet d'un pneumatique radial comprend une superposition de couches de sommet s'étendant circonférentiellement, radialement à l'extérieur de l'armature de carcasse. Chaque couche de sommet est constituée de renforts parallèles entre eux et enrobés par un matériau polymérique de type élastomère ou mélange élas-

tomérique. L'ensemble constitué par l'armature de sommet et la bande de roulement est appelé sommet.

[0009] L'armature de carcasse d'un pneumatique radial comprend habituellement au moins une couche de carcasse constituée d'éléments de renforcement métalliques ou textiles enrobés dans un mélange élastomérique d'enrobage. Les éléments de renforcement sont sensiblement parallèles entre eux et font, avec la direction circonférentielle, un angle compris entre 85° et 95°. La couche de carcasse comprend une partie principale, reliant les deux bourrelets entre eux et s'enroulant, dans chaque bourrelet, autour d'une structure annulaire de renforcement. La structure annulaire de renforcement peut être une tringle qui comprend un élément de renforcement circonférentiel le plus souvent métallique entouré d'au moins un matériau, de manière non exhaustive, élastomérique ou textile. L'enroulement de la couche de carcasse autour de la structure annulaire va de l'intérieur vers l'extérieur du pneumatique pour former un retournement, comprenant une extrémité. Le retournement, dans chaque bourrelet, permet l'ancrage de la couche d'armature de carcasse à la structure annulaire du bourrelet.

[0010] Chaque bourrelet comprend une couche de bourrage prolongeant radialement vers l'extérieur la structure annulaire de renforcement. La couche de bourrage est constituée d'au moins un mélange élastomérique de bourrage. La couche de bourrage sépare axialement la partie principale et le retournement de l'armature de carcasse.

[0011] Chaque bourrelet comprend également une couche de protection prolongeant radialement vers l'intérieur le flanc et axialement extérieur au retournement. La couche de protection est également au moins en partie en contact par sa face axialement extérieure avec un crochet de la jante. La couche de protection est constituée d'au moins un mélange élastomérique de protection.

[0012] Chaque bourrelet comprend enfin une couche latérale de renforcement positionnée entre flanc et le retournement de l'armature de carcasse. La couche latérale de renforcement extérieure est constituée d'au moins un mélange élastomérique.

[0013] Chaque flanc de pneumatique comprend au moins une couche de flanc constituée par un mélange élastomérique et s'étendant axialement vers l'intérieur du pneumatique à partir d'une face extérieure du pneumatique, en contact avec l'air atmosphérique.

[0014] Par « coupe radiale » ou « section radiale » on entend ici une coupe ou une section selon un plan qui contient l'axe de rotation du pneumatique.

[0015] Par mélange élastomérique, on entend un matériau élastomérique obtenu par mélangeage de ses divers constituants. Un mélange élastomérique comprend classiquement une matrice élastomérique avec au moins un élastomère diénique de type caoutchouc naturel ou synthétique, au moins une charge renforçante de type noir de carbone et/ou de type silice, un système de réticulation le plus souvent à base de soufre, et des agents de protection. Pour certaines applications, les élastomères

considérés peuvent également comprendre des thermoplastiques (TPE).

[0016] Par l'expression composition "à base de", il faut entendre une composition comportant le mélange et/ou le produit de réaction des différents constituants utilisés, certains de ces constituants de base étant susceptibles de, ou destinés à, réagir entre eux, au moins en partie, lors des différentes phases de fabrication de la composition, en particulier au cours de sa réticulation ou vulcanisation.

[0017] Par l'expression « partie en poids pour cent parties en poids d'élastomère » (ou pce), il faut entendre au sens de la présente invention, la part, en masse pour cent parties d'élastomère présent dans la composition de mélange considérée.

[0018] Un mélange élastomérique peut être caractérisé mécaniquement, en particulier après cuisson, par ses propriétés dynamiques, telles qu'un module de cisaillement dynamique G*= (G'2+G''2)1/2, où G' est le module de cisaillement élastique et G'' le module de cisaillement visqueux, et une perte dynamique Tanδ=G''/G'. Le module de cisaillement dynamique G* et la perte dynamique Tanδ sont mesurés sur un viscoanalyseur de type Metravib VA4000, selon la norme ASTM D 5992-96. On enregistre la réponse d'un échantillon de mélange élastomérique vulcanisé ayant la forme d'une éprouvette cylindrique de 2 mm d'épaisseur et de 78 mm² de section, soumis à une sollicitation sinusoïdale en cisaillement simple alterné, à la fréquence de 10Hz, à une température de 100°C. On effectue avec un balayage en amplitude de déformation de 0,1% à 50% (cycle aller), puis de 50% à 0,1% (cycle retour). Pour le cycle aller, on indique la valeur maximale de tan(δ) observée, noté $Tan(\delta)_{max}$.

[0019] La performance "comportement" correspond aux réponses d'un ensemble véhicule/pneu à des sollicitations multiples du conducteur (braquage, accélération, freinage...). Le comportement est à la fois essentiel en termes de sécurité pour la stabilité du véhicule mais également pour l'agrément de conduite.

[0020] Le pneu joue un rôle clé dans le comportement routier car il assure, en bout de chaîne, la transmission des efforts entre le véhicule et le sol afin de maintenir la trajectoire définie par le conducteur.

[0021] En virage, pour que le véhicule reste sur une trajectoire, il faut générer une force équivalente (mais de sens opposé) à la force centrifuge qui tend à éjecter le véhicule de la trajectoire. Cette force latérale doit être générée par les 4 pneus du véhicule pour vaincre la force centrifuge.

[0022] La déformation des pains de gomme en contact avec le sol génère un effort latéral. Le mécanisme qui permet au pneu de déformer les pains de gomme en virage est la mise en dérive. La dérive est l'angle entre la direction de la roue et la trajectoire suivie par le véhicule. En virage, cet angle n'est pas nul afin de permettre au pneumatique de déformer les pains de gomme de la bande de roulement et ainsi de générer les efforts latéraux nécessaires.

[0023] On appelle rigidité de dérive transversale la variation des efforts transversaux générés dans l'aire de contact du pneumatique en mouvement écrasé par la charge portée, en fonction de l'angle de dérive appliqué au pneumatique. La rigidité de dérive transversale s'exprime en Newton par degré (N/°).

[0024] Pour de faibles angles de dérive, c'est-à-dire des angles inférieurs à 10°, l'effort transversal, de direction parallèle à l'axe de rotation du pneumatique est proportionnel à l'angle de dérive. La rigidité de dérive transversale est égale à ce coefficient de proportionnalité.

[0025] La rigidité de dérive transversale est une grandeur physique essentielle qui relie le pneumatique au véhicule et détermine la qualité du comportement du véhicule sur route.

[0026] La résistance au roulement est une autre performance traitée dans l'invention. La résistance au roulement est l'une des forces qui s'opposent à l'avancement du véhicule. Le coefficient de Résistance au Roulement d'un pneumatique (C_{RR}), c'est la force de résistance au roulement ramenée à la charge portée par le pneumatique. Le coefficient est exprimé en kg/t.

[0027] La résistance au roulement est liée essentiellement à la déformation du pneumatique. A titre d'illustration, les bourrelets associés aux flancs représentent de 20% à 30% de la résistance au roulement du pneumatique, alors que la bande de roulement contribue à hauteur de 60% à 80%.

[0028] Le plus souvent dans l'invention, le pneumatique apparaît monté sur une jante. Ladite jante est choisie selon les spécifications de la norme l'ETRTO (Organisation Européenne Technique des Pneumatiques et des jantes) qui à une dimension pneumatique donnée associe des jantes recommandées. En générale, plusieurs largeurs jantes peuvent convenir à une même dimension pneumatique. La partie de la jante qui interagit avec le pneumatique dans le cadre de l'invention est axisymétrique par rapport à l'axe de rotation du pneumatique. Pour décrire la jante, il suffit de décrire le profil générateur dans un plan méridien.

[0029] Dans un plan méridien, la jante comprend au moins un crochet situé à une extrémité axiale, et relié à un siège qui est destiné à recevoir une face du bourrelet située le plus radialement intérieurement. Entre le siège et le crochet, prend place une portion rectiligne qui relie le crochet de jante au siège par des congés de raccords. Le crochet de la jante prolongée par la portion rectiligne limite axialement le déplacement des bourrelets lors du gonflage.

[0030] La montabilité des bourrelets sur une jante lors du gonflage est aussi une performance impactée par l'invention. La performance montabilité des bourrelets consiste à évaluer l'aptitude des bourrelets d'un pneumatique à s'installer correctement sur une jante lors de du gonflage. Sur la face radialement la plus intérieure du bourrelet, le

contact avec le siège doit être suffisant pour éviter toute fuite de l'air de gonflage du pneumatique. En général, une pression de contact d'au moins 1.4 MPa est attendue dans cette zone de contact. La pression de gonflage vient coincer le bourrelet contre le crochet de la jante. Là encore la pression de contact sur le crochet doit être suffisant pour éviter le déjantage du pneumatique notamment dans les virages sévères à vitesse élevée. Des moyens d'observation, notamment radiographiques, des bourrelets montés sur une jante permettent de diagnostiquer la qualité du montage.

[0031] Il est donc possible de classer deux pneumatiques par rapport à leur performance de montabilité sur jante.

Technique antérieure

[0032] La réduction des émissions de gaz à effet de serre des transports est un des défis majeurs devant lequel se trouvent les constructeurs de véhicules aujourd'hui. Le pneumatique constitue une source importante de progrès, par le biais d'un abaissement de la résistance au roulement, car celle-ci a un impact direct sur la consommation de carburant du véhicule. A titre d'illustration, une baisse de 20% de la résistance au roulement d'un pneumatique permet d'économiser environ 3% de carburant aux 100 km en cycle mixte.

[0033] Il existe encore un besoin de réduire la résistance au roulement des pneumatiques tourisme sans dégrader leur comportement sur véhicule.

[0034] Il déjà a été proposé d'améliorer la résistance au roulement des pneumatiques pour véhicules de tourisme en optimisant leurs bourrelets. Le document WO 2010/072736 enseigne notamment d'utiliser des compositions élastomériques ayant de faibles modules élastiques G' autour 15MPa et des modules visqueux G'' inférieurs de plus de 20% aux modules élastiques pour obtenir une baisse notable de la résistance au roulement.

[0035] Ce document préconise également de réduire encore davantage la résistance au roulement en optimisant la géométrie des couches de mélange élastomérique dont les modules élastique et visqueux vérifient la relation précédente. Cette optimisation conduit à des profils de couches de mélanges élastomériques plus court et plus large que dans des pneumatiques traditionnels, et peuvent entraîner des difficultés de mise en œuvre.

[0036] Le document FR2994127 décrit un perfectionnement du document WO 2010/072736, en proposant d'ajouter une armature de renforcement dans les bourrelets. L'armature de renforcement est formée de renforts enrobés dans un mélange élastomérique.

[0037] L'inconvénient majeure de cette solution est une dégradation significative du coût de revient industriel avec l'introduction de nouveaux semi-finis dans le processus de fa-

brication du pneumatique.

[0038] Les inventeurs se sont donnés pour objectif de réaliser un pneumatique qui améliore le niveau de résistance au roulement sans dégrader le comportement du véhicule, et tout en maîtrisant les coûts de fabrication afférents.

Exposé de l'invention

[0039] Ce but a été atteint par un pneumatique pour véhicule de tourisme comprenant :

deux bourrelets destinés à être montés sur une jante, deux couches de flancs reliés aux bourrelets, un sommet comportant une bande de roulement destinée à entrer en contact avec un sol, le sommet ayant un premier côté relié à l'extrémité radialement extérieure de l'un des deux couches de flancs et ayant un deuxième côté relié à l'extrémité radialement extérieure de l'autre des deux couches de flancs;

au moins une armature de carcasse s'étendant depuis les deux bourrelets à travers les couches de flancs jusqu'au sommet, l'armature de carcasse comportant une pluralité d'éléments de renforcement de carcasse et étant ancrée dans les deux bourrelets par un retournement autour d'une structure annulaire de renforcement, de manière à former dans chaque bourrelet une partie principale et un retournement;

une première couche de mélange élastomérique de bourrage occupant un volume compris au moins en partie d'une part entre la partie principale de l'armature de carcasse, et d'autre part la portion radialement extérieure de structure annulaire de renforcement, et s'étendant radialement extérieurement jusqu'à une extrémité située à une distance normale DRB à la droite axiale HH' tangent à la structure annulaire de renforcement en son point radialement le plus intérieur;

les modules de rigidités de cisaillement dynamique et la perte viscoélastique des mélanges élastomériques étant mesurée selon la norme ASTM D 5992-96, à 23°C, sous 10% de déformation ;

dans chaque bourrelet une courbe de contact jante comprenant les points du pneumatique en contact avec la jante; ladite courbe de contact jante reliant un premier point M1 du pneumatique axialement positionné le plus extérieurement, et en contact avec la jante, et un deuxième point M2 du pneumatique également en contact avec la jante et situé au milieu de la portion rectiligne reliant le crochet au siège de la jante; la longueur de ladite courbe de contact jante étant la distance curviligne du point M1 au point M2 le long de la courbe de contact ;

ladite courbe de contact jante étant une courbe reliant un premier point M1 de la jante axialement positionné le plus extérieurement, en contact avec le pneumatique, et un deuxième point M2 de la jante également en contact avec le pneumatique situé au milieu de la portion de jante rectiligne reliant le rebord de la jante au siège; la longueur de ladite courbe de contact jante étant la distance curviligne du point M1 au point M2

le long de la courbe de contact jante ;
deux sections dans une coupe méridienne verticale du pneumatique gonflé, monté sur une jante, et écrasé sur un sol par une charge verticale où la charge, la pression de gonflage, étant déterminées dans une norme de spécifications telle que l'ETRTO (Organisation Européenne Technique des Pneumatiques et des jantes); une première section étant située dans l'aire de contact, et une deuxième section étant située du côté opposé à la précédente par rapport à l'axe de rotation du pneumatique ;
dans la première section située dans l'aire de contact, dans au moins un premier bourrelet, la longueur de la courbe de contact jante, LADC, étant mesurée;
dans la deuxième section située à l'opposé de l'aire de contact par rapport à l'axe de rotation du pneumatique, dans au moins un deuxième bourrelet, la longueur de la courbe de contact jante, LCJ, étant mesurée ;
le rapport de la différence des longueurs des courbes de contact jante des deux sections soit 100*(LADC-LCJ)/LCJ, est supérieur ou égal à 30% ;
la perte viscoélastique Tan (δ)max du mélange élastomérique constituant la première couche de bourrage d'au moins un bourrelet a une valeur inférieure ou égale à 0.100.

[0040] Le taux de variation de contact jante, 100*(LADC-LCJ)/LCJ des pneumatiques de l'invention supérieur à 30%, combiné avec la présence d'une couche de bourrage qui a une perte viscoélastique Tan(δ)max inférieure ou égale à 0.100 conduisent à une baisse de la résistance au roulement du pneumatique sans dégrader le comportement routier du véhicule sur lequel il est monté. Le bourrelet d'un tel pneumatique réalise un équilibre des performances de résistance au roulement et de rigidité de dérive transversale grâce aux propriétés matériaux élastomériques et au profil géométrique de la couche de flanc dans la zone de contact avec la jante. La fabrication d'un tel pneumatique ne nécessite pas d'évolution particulière des procédés, ni l'introduction de nouveaux matériaux, ce qui maintient le coût de revient industriel inchangé par rapport à l'état de l'art.

[0041] Le taux de variation de contact jante des pneumatiques de l'invention est très supérieur à celui constaté sur les pneumatiques de l'état de l'art.

[0042] La courbe de contact jante représente l'ensemble des points du pneumatique qui sont en contact avec la jante à un instant donné. Pour chacun des bourrelets, ladite courbe de contact jante s'étend depuis un premier point M1 du pneumatique axialement positionné le plus extérieurement, et en contact avec la jante, et un deuxième point M2 du pneumatique également en contact avec la jante et situé au milieu de la portion rectiligne reliant le crochet au siège de la jante. La longueur de ladite courbe de contact jante est la distance curviligne du point M1 au point M2 le long de la courbe de contact jante.

[0043] Lorsque le pneumatique gonflé, monté sur une jante, est écrasé par une charge

portée, les points du pneumatique en contact avec la jante peuvent varier d'un méridien à l'autre. Il s'ensuit que la longueur de la courbe de contact jante telle que définie précédemment varient également d'un méridien à l'autre.

[0044] Le pneumatique est conçu de manière à ce que la courbe de contact jante soit la plus longue possible dans l'aire de contact, en comparaison aux pneumatiques de l'état de l'art, et plus précisément dans le méridien au centre de l'aire de contact. Dans ces conditions, les inventeurs estiment que la contribution du contact jante à la rigidité de dérive est maximale.

[0045] Dans une coupe méridienne d'un pneumatique gonflé, monté sur une jante, et écrasé par la charge portée, on peut voir une première section du pneumatique qui passe par le centre de l'aire de contact. On entend par aire de contact l'ensemble des points du pneumatique, à un instant donné qui sont en contact avec le sol d'écrasement. On appelle centre de l'aire de contact le point de l'air de contact situé sur l'axe vertical ZZ'. On peut également voir à l'opposé de l'aire de contact par rapport à l'axe de rotation YY' du pneumatique une autre section du pneumatique qui globalement défini un état déformé assimilable à l'état du gonflage axisymétrique.

[0046] Le taux de variation du contact jante correspond à la valeur maximale de l'évolution des longueurs de contact jante au tour de roue.

[0047] Selon les inventeurs, une étape essentielle de la conception du pneumatique de l'invention consiste à modifier son profil extérieur dans la zone de contact avec la jante. Diverses solutions sont possibles comme par exemple, d'augmenter l'épaisseur axiale de la couche de flanc à la jonction avec la couche de protection. D'autres solutions consistent à modifier le profil extérieur de manière à obtenir un profil dans la zone de contact avec la même courbure que le crochet de jante. Une autre solution encore consiste à insérer un coussin de mélange dans la zone à la jonction des couches de flanc et de protection, au niveau du crochet de la jante. Ce coussin de mélange peut être constitué de préférence du même mélange que celui de la couche de flanc de manière à maintenir le coût de revient industriel. L'attendue vis-à-vis de ce coussin de mélange élastomérique est surtout son module de rigidité élastique de cisaillement qui avantageusement pourrait être par exemple égal à celui de la couche de flanc.

[0048] Selon l'invention, la perte viscoélastique du mélange élastomérique constituant la première couche de bourrage d'au moins un bourrelet a valeur inférieure ou égale 0.100.

[0049] La baisse de la résistance au roulement du bourrelet consiste à baisser l'hystérèse des mélanges élastomériques de plus grand volume, et subissant de fortes déformations. La première couche de bourrage du bourrelet est celle occupant le plus grand volume et subissant de fortes déformations de flexions, d'extension-compression et de cisaillements lors du passage du pneumatique écrasé dans l'aire de contact.

[0050] Le volume de cette première couche de bourrage est le plus important du bourrelet. La baisse de son hystérèse se traduit par une baisse notable de la résistance au roulement du pneumatique.

[0051] Autrement dit, cette caractéristique de l'invention est favorable à la baisse de la résistance au roulement du bourrelet et donc du pneumatique tout en ayant un niveau de comportement routier sur véhicule comparable à un pneumatique de l'état de l'art grâce au taux de variation du contact jante qui reste à niveau supérieur à 30%.

[0052] Avantageusement, la première couche de bourrage d'au moins un bourrelet a un module de rigidité élastique de cisaillement compris dans l'intervalle [1.5 ; 10] MPa, et préférentiellement dans l'intervalle [1.5 ;7] MPa.

[0053] Les inventeurs ont observé qu'en maintenant le module de rigidité élastique de cisaillement de la couche de bourrage dans ces intervalles, et en obtenant le taux de variation du contact jante à un niveau supérieur à 30%, il est plus aisé d'obtenir un équilibre entre la souplesse du bourrelet et des efforts transversaux dans l'aire de contact résultant de l'appui facilité du bourrelet contre le crochet de jante.

[0054] Un autre avantage de l'invention lié à cette caractéristique, est qu'en procédant à des tests de montabilité sur jante comparant des pneumatiques de l'état de l'art et de l'invention, les inventeurs ont remarqué que la montabilité des pneumatiques de l'invention est plus performante que certains pneumatiques comportant des bourrelets rigides. En effet, dans les pneumatiques de l'état de l'art, le mélange de la couche de bourrage ont un module de rigidité élastique généralement compris entre 15 MPa et 50 MPa. Les inventeurs émettent l'hypothèse que la souplesse relative du bourrelet des pneumatiques de l'invention permet de faciliter le montage du fait de leur déformabilité qui favorise une meilleure installation sur le siège, et contre le crochet de jante. En outre, la modification du profil de la couche de flanc radialement intérieurement, associé à un bourrelet rigide entraîne un dévers de montabilité sur jante. L'utilisation de mélanges élastomériques souple (G'<10MPa) permet de rattraper ce dévers et d'obtenir un niveau de montabilité convenable.

[0055] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux, le bourrelet comprend une deuxième couche de mélange élastomérique formant une couche latérale de renforcement occupant un volume compris au moins en partie entre la couche de flanc, et le retournement de l'armature de carcasse, s'étendant radialement extérieurement jusqu'à une extrémité située à une distance normale DRL à la droite axiale HH' tangent à la structure annulaire de renforcement en son point radialement le plus intérieur.

[0056] Selon les inventeurs, la deuxième couche de mélange élastomérique latérale de renforcement est un renforcement du bourrelet qui vient en complément de la première couche de bourrage. En fonction de ces propriétés matérielles en termes de Tan (delta)

et de rigidité dynamique de cisaillement, ledit renforcement permet d'ajuster l'équilibre de performances entre la résistance au roulement et le comportement routier.

[0057] Avantageusement, dans une variante de ce mode de réalisation, ladite deuxième couche latérale de renforcement d'au moins un bourrelet, a une perte viscoélastique Tan (δ) max de valeur inférieure ou égale 0.100.

[0058] Dans cette variante du mode de réalisation, les deux couches de mélanges vérifient la propriété d'avoir une perte viscoélastique Tan (δ) max inférieure à 0.100. Le gain en résistance au roulement est optimal, tout en ayant un comportement routier du pneumatique monté sur véhicule comparable à l'état de l'art.

[0059] Avantageusement dans une autre variante du même mode de réalisation, ladite deuxième couche latérale de renforcement d'au moins un bourrelet a un module de rigidité élastique de cisaillement compris dans l'intervalle [1.5 ; 10] MPa, et préférentiellement dans l'intervalle [1.5 ;7] MPa.

[0060] Ce mode de réalisation vise à faire fonctionner le bourrelet avec une deuxième couche latérale de renforcement souple alors qu'usuellement la couche latérale de renforcement a un module de rigidité de cisaillement compris entre 20 MPa et 50 MPa. Ce mode de réalisation a l'avantage d'utiliser un mélange élastomérique avec à la fois une perte viscoélastique faible avec Tan (δ) max inférieur à 0.1, et en même temps au module de rigidité élastique de cisaillement compris dans l'intervalle [1.5 ; 10] MPa. Un tel mélange ne présente pas de difficultés particulières pour être réalisé compte tenu de la cohérence de ces propriétés matériaux.

[0061] Préférentiellement, le rapport de la différence des longueurs des courbes de contact jante des deux sections soit 100*(LADC-LCJ)/LCJ, est supérieur ou égal à 40 %, préférentiellement supérieur ou égal à 50 %, encore préférentiellement supérieur ou égal à 70 %.

[0062] Les inventeurs ont constaté que la rigidité de dérive transversale du pneumatique de l'invention augmente dans le même sens que le taux de variation de contact jante. Pour de tels taux de variation du contact jante, la modification du profil extérieur de la couche de flanc facilite le montage du bourrelet, mais des taux trop élevés au-delà de 100%, pourraient gêner la montabilité.

[0063] En complément aux caractéristiques principales de l'invention, les inventeurs ont identifié des leviers liés à la géométrie des couches de mélanges du bourrelet pour mieux gérer le compromis de performances du pneumatique avec une résistance au roulement améliorée tout en ayant un bon comportement routier.

[0064] Avantageusement, la distance radiale DRB de la première couche de bourrage comprise entre la partie principale de l'armature de carcasse et de son retournement est inférieure ou égale à 50% de la hauteur radiale H du pneumatique.

[0065] La hauteur H du pneumatique est la distance normale entre une première droite parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et tangente au point le plus radialement intérieur de la structure annulaire de renforcement, et entre une deuxième droite également parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et passant par le point le plus radialement extérieur de la bande de roulement. La hauteur radiale H est mesurée sur le pneumatique monté sur une jante et gonflé avec une pression de consigne conforme aux spécifications ETRTO (Organisation Européenne pour les jantes et les pneumatiques).

[0066] Avantageusement, la distance radiale DRI étant la hauteur radiale d'une extrémité radialement la plus intérieure de la couche latérale de renforcement, positionnée entre la couche de flanc et le retournement de l'armature de carcasse, ladite distance radiale DRI est comprise dans l'intervalle [5% ; 25%] de la hauteur radiale H du pneumatique.

[0067] Avantageusement encore, la distance DRL étant la distance de l'extrémité radialement extérieure de la couche latérale positionnée entre la couche de flanc et le retournement de l'armature de carcasse, ladite distance DRL est supérieure ou égale à 25% de la hauteur radiale H du pneumatique.

[0068] On rappelle que la distance DRL est la distance normale de l'extrémité radialement le plus extérieure de l'extrémité de la deuxième couche latérale de renforcement à la droite axiale (HH') tangent à la structure annulaire de renforcement en son point radialement le plus intérieur ;

[0069] La deuxième couche latérale de renforcement comprise entre le flanc et le retournement de l'armature de carcasse contribue à la rigidité du bourrelet en renfort à la première couche de bourrage. Selon les inventeurs, son positionnement est ajusté par les côtes DRI et DRL de manière à résister aux sollicitations de flexions, d'extensions-compression du bourrelet lors du passage dans l'aire de contact.

[0070] Dans un mode avantageux de réalisation de l'invention, le retournement de l'armature de carcasse est plaqué contre la partie principale de l'armature de carcasse sur toute sa hauteur radialement extérieurement.

[0071] Comme dit plus haut, l'armature de carcasse est formée de renforts enrobés entre deux couches de mélanges élastomériques. Le retournement de l'armature de carcasse est plaqué contre la partie principale de l'armature de carcasse signifie que le retournement est en contact avec la branche principale de l'armature de carcasse. Le contact s'effectue selon une surface intercalée entre les deux couches d'enrobage de l'armature de carcasse.

[0072] Dans cette configuration, le volume de la première couche de bourrage est limité au strict minimum autour de la structure annulaire de renforcement. Cette configuration est très avantageuse pour la baisse de la résistance au roulement du bourrelet.

[0073] Dans un autre mode de réalisation, une armature de renforcement du bourrelet est in-

troduite axialement entre le retournement de l'armature de carasse, et la couche latérale de renforcement axialement intérieure au flanc.

[0074] L'armature de renforcement du bourrelet est formée de renforts parallèles entre eux, et enrobés entre deux couches de mélanges élastomériques. L'ajout de ce semi-fini entraîne un surcoût de la fabrication qu'il convient de compenser.

[0075] Afin de limiter l'impact sur le coût de revient d'une telle solution, ce mode de réalisation peut être combiné avec le plaquage du retournement de l'armature de carcasse contre la partie principale de l'armature de carcasse.

[0076] Avantageusement, le mélange élastomérique constitutif d'au moins une couche des première et deuxième couche d'au moins un bourrelet a une composition à base de 100% de polyisoprène de caoutchouc naturel, ou bien d'un coupage de caoutchouc naturel et de polybutadiène, d'un système de réticulation, d'une charge renforçante, type Noir de Carbone N550, à un taux global compris entre 50 et 75 pce.

[0077] Préférentiellement, le mélange élastomérique constitutif de la couche de bourrage d'au moins un bourrelet a la même composition que le mélange élastomérique constituant la couche latérale de renforcement extérieure dudit bourrelet.

[0078] La composition caoutchouteuse est préférentiellement à base d'au moins un élastomère diénique, une charge renforçante et un système de réticulation.

[0079] Par élastomère (ou indistinctement caoutchouc) « diénique », on entend de manière connue un élastomère issu au moins en partie (i.e., un homopolymère ou un copolymère) de monomères dienes c'est-à-dire de monomères porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non. L'élastomère diénique utilisé est préférentiellement choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les copolymères de butadiène-styrène (SBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène styrène (SIR), les copolymères de butadiène-styrène-isoprène (SBIR) et les compositions de ces élastomères.

[0080] Un mode de réalisation préférentiel consiste à utiliser un élastomère « isoprénique », c'est-à-dire un homopolymère ou un copolymère d'isoprène, en d'autres termes un élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères d'isoprène et les compositions de ces élastomères.

[0081] L'élastomère isoprénique est de préférence du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse du type cis-1,4. Parmi ces polyisoprènes de synthèse, sont utilisés de préférence des polyisoprènes ayant un taux (% molaire) de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, plus préférentiellement encore supérieur à 98%. Selon d'autres modes de réalisation préférentiels, l'élastomère diénique peut être constitué, en tout ou partie, d'un autre élastomère diénique tel que, par exemple, un élastomère SBR (E-SBR ou S-SBR)

utilisé en coupage ou non avec un autre élastomère, par exemple du type BR.

[0082] La composition de caoutchouc peut comporter également tout ou partie des additifs habituellement utilisés dans les matrices de caoutchouc destinées à la fabrication de pneumatiques, tels que par exemple des charges renforçantes comme le noir de carbone ou des charges inorganiques comme la silice, des agents de couplage pour charge inorganique, des agents anti-vieillissement, des antioxydants, des agents plastifiants ou des huiles d'extension, que ces derniers soient de nature aromatique ou non aromatique (notamment des huiles très faiblement ou non aromatiques, par exemple du type naphténiques ou paraffiniques, à haute ou de préférence à basse viscosité, des huiles MES ou TDAE, des résines plastifiantes à haute Tg supérieure à 30°C), des agents facilitant la mise en œuvre (processabilité) des compositions à l'état cru, des résines tackifiantes, un système de réticulation à base soit de soufre, soit de donneurs de soufre et/ou de peroxyde, des accélérateurs, des activateurs ou retardateurs de vulcanisation, des agents antiréversion, des accepteurs et donneurs de méthylène tels que par exemple HMT (hexaméthylènetétramine) ou H3M (hexaméthoxyméthylmélamine), des résines renforçantes (tels que résorcinol ou bismaléimide), des systèmes promoteurs d'adhésion connus du type sels métalliques par exemple, notamment sels de cobalt ou de nickel.

[0083] Les compositions sont fabriquées dans des mélangeurs appropriés, en utilisant deux phases de préparation successives bien connues de l'homme du métier : une première phase de travail ou malaxage thermomécanique (phase dite « non productive ») à haute température, jusqu'à une température maximale comprise entre 110°C et 190°C, de préférence entre 130°C et 180°C, suivie d'une seconde phase de travail mécanique (phase dite « productive ») jusqu'à une plus basse température, typiquement inférieure à 110°C, phase de finition au cours de laquelle est incorporé le système de réticulation.

[0084] A titre d'exemple, la phase non productive est conduite en une seule étape thermomécanique de quelques minutes (par exemple entre 2 et 10 min) au cours de laquelle on introduit, dans un mélangeur approprié tel qu'un mélangeur interne usuel, tous les constituants de base nécessaires et autres additifs, à l'exception du système de réticulation ou vulcanisation. Après refroidissement de la composition ainsi obtenue, on incorpore alors dans un mélangeur externe tel qu'un mélangeur à cylindres, maintenu à basse température (par exemple entre 30°C et 100°C), le système de vulcanisation. L'ensemble est alors mélangé (phase productive) pendant quelques minutes (par exemple entre 5 et 15 min).

[0085] La composition finale ainsi obtenue est ensuite calandrée, par exemple sous la forme d'une feuille ou plaque pour caractérisation, ou encore extrudée, pour former la bande extérieure utilisée dans un pneumatique selon l'invention.

[0086] La vulcanisation (ou cuisson) peut ensuite être conduite de manière connue à une

température généralement comprise entre 130°C et 200°C, de préférence sous pression, pendant un temps suffisant qui peut varier par exemple entre 5 et 90 min en fonction notamment de la température de cuisson, du système de vulcanisation adopté et de la cinétique de vulcanisation de la composition considérée.

Brève description des dessins

[0087] D'autres détails et caractéristiques avantageux de l'invention ressortiront ci-après de la description des exemples de réalisation de l'invention en référence aux figures qui représente des vues méridiennes de schémas d'un pneumatique selon un mode de réalisation de l'invention. Les figures ne sont pas représentées à l'échelle pour en simplifier la compréhension.

[0088] La [Fig.1] représente une coupe méridienne du pneumatique gonflé, monté sur une jante et écrasé par la charge portée. On voit une première section dans l'aire de contact et une deuxième section opposée à l'aire de contact par rapport à l'axe (YY').

[0089] Les figures 2-A et 2-B montrent des modifications du profil extérieur du pneumatique pour faciliter le contact jante.

[0090] La [Fig.2]-C représente un grossissement d'un premier bourrelet d'un pneumatique de l'invention installé sur une jante.

[0091] La [Fig.2]-D représente un grossissement d'un deuxième bourrelet d'un pneumatique de l'invention installé sur une jante.

[0092] La [Fig.3]-A illustre la détermination de la hauteur H d'un pneumatique.

[0093] La [Fig.3]-B représente la visualisation des principales côtes du bourrelet en lien avec l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0094] L'invention a été mise en œuvre sur un pneumatique tourisme de dimension 245/45R18, selon la norme de spécifications de l'ETRTO (Organisation Technique Européenne des jantes et Pneumatiques). Un tel pneumatique peut porter une charge de 800 kilos, gonflé à une pression de 250 kPa.

[0095] Sur la [Fig.1], le pneumatique 1 comprend une armature de carcasse 90 constituée de renforts enrobés de composition caoutchouteuse, et deux bourrelets 50 comportant chacun des structures annulaires de renforcement 51 qui maintiennent le pneumatique 1 sur la jante 100. L'armature de carcasse 90 est ancrée dans chacun des bourrelets 50. Le pneumatique 1 comporte en outre une armature de sommet 20 comprenant deux couches de travail 21, 22, et une couche de frettage 23. Chacune des couches de travail 21 et 22 est renforcée par des éléments de renforcement filaires qui sont parallèles dans chaque couche et croisés d'une couche à l'autre, en faisant avec la direction circonférentielle des angles compris entre 10° et 70°. La couche de frettage 23, disposée radialement à l'extérieur de l'armature de sommet 20, cette couche de

frettage 23 étant formée d'éléments de renforcement orientés circonférentiellement et enroulés en spirale. Une bande de roulement 10 est posée radialement sur la couche de frettage 23; c'est cette bande de roulement 10 qui assure le contact du pneumatique 1 avec un sol 200. Le pneumatique 1 représenté est un pneu « tubeless » : il comprend une « gomme intérieure » 95 en composition caoutchouteuse imperméable au gaz de gonflage, recouvrant la surface intérieure du pneumatique. Le pneumatique est écrasé sur un sol 200 par une charge verticale 250. Chaque bourrelet 50 comprend une couche de mélange élastomérique 80 positionnée radialement le plus intérieurement et destinée à être en contact avec la jante 100, une couche de mélange élastomérique de bourrage 70, positionnée au moins en partie entre la partie principale 52 de l'armature de carcasse 90 et le retournement 53.

[0096] Toujours sur la [Fig.1], la jante de montage 100 s'étend axialement de part et d'autre de l'axe verticale OZ et comprend au moins un profil 105 comportant sur au moins une partie délimitée par l'axe OZ, un siège 110 destiné à recevoir le talon du pneumatique, ledit siège 110 est relié à une portion rectiligne 130 de la jante, portion rectiligne 110 qui est elle-même reliée au crochet 120.

[0097] Sur la [Fig.2]-A, on a représenté les profils extérieurs d'un bourrelet 50 d'un pneumatique 1 de l'invention en comparaison à celui d'un pneumatique de l'état de l'art. A la [Fig.2]-A, le bourrelet 50 est représenté dans une section opposée à l'aire de contact. Le profil 30 est celui d'un pneumatique de l'état de l'art et le profil 35 est celui d'un pneumatique de l'invention. Les profils (30, 35) se différencient dans une zone au niveau du crochet de jante 120. La référence 35 montre la modification du profil opérée sur le pneumatique de l'invention pour faciliter le contact avec la jante 100.

[0098] Sur la [Fig.2]-B, nous avons la même représentation que sur la [Fig.2], mais sauf que les profils (30, 35) sont montrés au centre de l'aire de contact avec le sol. Le pneumatique est en contact avec tout le crochet de jante 120 contrairement à la [Fig.2] - A. Le taux de variation de contact jante traduit cette évolution du contact jante entre les sections dans l'aire de contact, et .opposé à l'aire de contact.

[0099] Dans le mode de réalisation représentée sur la [Fig.2]-C, on trouve un coussin de mélange élastomérique 40 (modification située à l'extrémité radialement intérieure du flanc 30), destiné à être en contact avec le crochet de jante 120. Le coussin de mélange 40 est délimité radialement intérieurement par une courbe qui épouse le profil du crochet de jante 120. Un premier côté du coussin de mélange élastomérique 40 a une forme géométrique appropriée qui anticipe le contact avec la courbure du crochet de jante de manière à épouser la forme du crochet de jante 120 lors du contact, un deuxième côté du coussin de mélange élastomérique prolonge un côté extérieur d'un flanc en contact avec l'air ambiant, un troisième côté du coussin de mélange élas-

tomérique 40 est en contact avec l'extrémité radialement intérieure du flanc et enfin un quatrième côté du coussin de mélange élastomérique est en contact avec la couche de protection 80.

[0100] La [Fig.2]-D montre un autre mode de réalisation de l'invention avec la présence d'une couche latérale de renforcement 60 pour renforcer le bourrelet.

[0101] Sur la [Fig.2]-C la courbe de contact jante s'étend depuis un premier point M1 du pneumatique axialement positionné le plus extérieurement, et en contact avec la jante, et un deuxième point M2 du pneumatique également en contact avec la jante et situé au milieu de la portion rectiligne reliant le crochet 120 au 110 siège de la jante. La longueur de ladite courbe de contact jante est la distance curviligne du point M1 au point M2 le long de la courbe de contact jante.

[0102] Sur la [Fig.3]-A, la détermination de la hauteur H est illustrée. La hauteur H du pneumatique est la distance normale entre une première droite parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et tangente au point le plus radialement intérieur de la structure annulaire de renforcement, et entre une deuxième droite également parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et passant par le point le plus radialement extérieur de la bande de roulement. La hauteur radiale H est mesurée sur le pneumatique monté sur une jante et gonflé avec une pression de consigne conforme aux spécifications ETRTO (Organisation Européenne pour les jantes et les pneumatiques).

[0103] Sur la [Fig.3]-B on a représenté les paramètres géométriques du bourrelet en lien avec l'invention selon le mode de réalisation de la [Fig.2]-D. Les hauteurs sont définies à partir de la droite HH', qui est tangente à la tringle 51 en son point radialement le plus intérieur :

[0104] DRI est la distance radiale par rapport à HH' de l'extrémité radialement intérieure de la couche latérale de renforcement 60. La distance radiale DRI est inférieure ou égale à 20% de la hauteur radiale H du pneumatique, et vaut 5mm dans l'exemple présenté ici ;

[0105] DRL est la distance radiale par rapport à la droite HH' de l'extrémité radialement extérieure de la couche latérale de renforcement 60. La distance radiale DRL est supérieure ou égale à 25% de la hauteur radiale H du pneumatique et vaut 38 mm dans l'exemple présenté ici ;

[0106] DRR est la distance radiale par rapport à HH' de l'extrémité du retournement de l'armature de carcasse 90. La distance radiale DRR étant supérieure ou égale à 10% de la hauteur radiale H du pneumatique et vaut 20 mm dans l'exemple présenté ici ;

[0107] DRB est la distance radiale par rapport à HH' de l'extrémité radialement extérieure de la couche de bourrage 70, et vaut 28 mm dans l'exemple présenté ici.

[0108] Le tableau n°1 qui suit donne les compositions de mélanges élastomériques d'un bourrelet concerné par l'invention. Les principaux mélanges utilisés sont listés en

exprimant pour chacun les principaux ingrédients exprimés en pce (partie en poids pour cent parties en poids d'élastomère) :

[0109] [Tableaux1]

	Elastomère NR (Caoutchouc naturel)	Charge renforçante noir de carbone	Agent anti-oxydant	Soufre	Accélérateur	Résine renforçante	Durcisseur
M1	100	75 (N326)	1.5	8.5	0.95	12	4.18
M2	100	75 (N326)	2	7.5	0.97	12	6.8
M3	100	55 (N550)	1.3	9.0	0.68	0	0

[0110] Les mélanges de l'invention sont à base d'un élastomère de caoutchouc naturel, renforcés par du noir de carbone. Des plastifiants (résine renforçante) entrent dans la composition pour faciliter la processabilité des mélanges. Les mélanges comprennent aussi des agents de vulcanisation, soufre, accélérateur, et des agents de protection. Les propriétés mécaniques et viscoélastiques associées, mesurées à 23°C sous une amplitude de déformation de 10%, sur la courbe aller de la caractérisation, sont résumées dans le tableau n°2 :

[0111] [Tableaux2]

	G'	G''	Tan (δ)max
M1	46	7	0.2
M2	48	8	0.2
M3	3	0.3	0.1

[0112] Dans le contexte de l'invention, les mélanges élastomériques M1 et M2 avec un module élastique de cisaillement dynamique respectivement de 46 MPa et de 48 MPa sont dits rigides. Le mélange M3 avec une perte viscoélastique égale à 0.1 est dit de basse hystérèse.

[0113] Une configuration P1 du pneumatique de l'invention a été testée pour bien mettre en exergue les performances apportées par l'invention. Ce pneumatique P1 est conforme à la [Fig.2]-C, c'est-à-dire que le bourrelet comprend une couche de bourrage constituée du mélange M3 de basse hystérèse, sans la présence d'une couche latérale de renforcement.

[0114] Le taux de variation de contact jante est de 188% après une modification partielle du profil de la couche de flanc dans la zone du contact avec la jante, comme représenté sur les figures 2-A et 2-B.

[0115] Les résultats de ce pneumatique sont comparés à ceux de témoins T1, T2 et T3.

[0116] Le taux de variation du contact jante sur le pneumatique témoin T1 est par convention positionné à 100, c'est-à-dire que ledit taux de variation de contact avec la jante a un écart par rapport à un pneumatique de l'invention inférieur à 30%.

[0117] Le témoin T1 correspond à un pneumatique comprenant une couche de bourrage située entre la partie principale de l'armature de carcasse, et de son retournement. Cette couche de bourrage est constituée du mélange M1. Le taux de variation de contact jante est inférieur à 130%.

[0118] Pour le pneumatique T2, la couche de bourrage est constituée du mélange M3, mais le profil de la couche de flanc, contrairement au pneumatique de l'invention n'a pas été modifié pour faciliter le contact avec la jante.

[0119] Quant au deuxième pneumatique de référence T3, la couche de bourrage est constituée du mélange M1. Le profil du flanc a été modifié pour faciliter le contact avec la jante.

[0120] Les pneumatiques témoins T1, T2, T3 et la variante P1 conforme à l'invention ont été testés pour la mesure de la résistance au roulement, et de la rigidité de dérive transversale. Le témoin et les variantes ont également été évalués au test de montabilité sur jante.

[0121] Le tableau n°3 qui suit résume les configurations de pneumatiques testés, avec un bourrelet comprenant un mélange de bourrage, sans couche latérale de renforcement :

[0122] [Tableaux3]

	Couche de bourrage	Modification du Profil du contact avec la jante
T1	M1	Nok(1)
T2	M3	Nok(1)
T3	M1	Ok
P1	M3	Ok

(1) Le qualificatif Nok signifie que le profil de la couche de flanc n'a pas été modifié pour faciliter le contact avec la jante et ok signifie que ledit profil a été modifié de manière à obtenir un taux de variation de contact jante supérieur à 30%.

[0123] Le test de résistance au roulement a été opéré selon la norme ISO 28580. Pour un pneumatique testé, le résultat est le coefficient de résistance au roulement qui représente le rapport de la force de résistance à l'avancée du véhicule par hystérèse des pneumatiques divisé par la charge portée.

[0124] Les mesures de rigidité de dérive transversales ont été faites sur des machines de mesures dédiées comme par exemple celles commercialisées par la société MTS.

[0125] Le test de montabilité sur jante consiste à donner un résultat sur la montabilité globale à partir de la décomposition d'un montage en opérations élémentaires qui comprennent notamment : le passage des crochets de jante, la prise de pression, le franchissement des humps de la jante, la mise en place du bourrelet par compression, l'étanchéité sous le siège de jante, le détalonnage et le démontage. Pour réaliser ce test des moyens sont nécessaires comme par exemple une machine de montage semi-automatique, ou encore des moyens radiographiques.

[0126] Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau n°4 suivant, où figure également le taux de variation de contact jante pour chaque variante :

[0127] [Tableaux4]

•	Résistance au roulement	Rigidité de dérive transversale	Taux de variation de contact jante	Montabilité Jante
T1	100	100	100	100
T2	109	97	124	110
T3	102	101	134	95
P1	109	99	184	100

[0128] En observant les résultats des pneumatiques T1, T2, et T3, le principe d'utiliser un bourrelet avec un matériau de basse hystérèse, comme par exemple le mélange M3, pour baisser la résistance au roulement du pneumatique est confirmé, (T2 et P1). En revanche, une baisse concomitante de la rigidité de dérive est également observable (témoin T2).

[0129] Inversement ces mêmes résultats nous enseignent que quand on utilise un bourrelet rigide c'est-à-dire un bourrelet avec une couche de bourrage constituée du mélange élastomérique M1, pneumatique T3, la résistance au roulement ne s'améliore pas significativement par rapport au témoin T1, et la montabilité sur jante se dégrade.

[0130] La variante P1 montre un gain en résistance au roulement. La rigidité de dérive transversale est au même niveau que le témoin T1 grâce au taux de variation de contact jante. La souplesse relative du bourrelet liée à la baisse du module de rigidité de cisaillement du mélange M3 de la couche de bourrage facilite la montabilité sur jante.

[0131] C'est bien la combinaison du taux de variation du contact jante et d'un mélange élastomérique de faible hystérèse, comme le mélange M3, qui conduit à l'invention.

[0132] D'autres configurations de pneumatiques de l'invention ont été testées avec un bourrelet comprenant une première couche de bourrage et une deuxième couche latérale de renforcement, comme représentées sur la [Fig.2]-D. Le tableau n°5 ci-dessous synthétise les configurations considérées :

[0133] [Tableaux5]

	Couche de bourrage	Couche latérale de renforcement	Modification du Profil du contact avec la jante
T'1	M1	M2	Nok(1)
T'2	M3	M3	Nok(1)
T'3	M1	M2	ok
P'1	M3	M2	ok
P'2	M3	M3	ok

(1) Le qualificatif Nok signifie que le profil de la couche de flanc n'a pas été modifié pour faciliter le contact avec la jante et ok signifie que ledit profil a été modifié de manière à obtenir un taux de variation de contact jante supérieur à 30%.

[0134] Le témoin T'1 comprend un bourrelet incluant une couche de bourrage et une couche latérale de renforcement. La couche de bourrage de T'1 est constituée du mélange élastomérique M1, et la couche latérale de renforcement est constituée du mélange élastomérique M2. Le profil de la couche de flanc n'a pas été modifié pour faciliter le contact avec la jante.

[0135] Le témoin T'2 diffère de T'1, en ce que la première couche de bourrage est constituée du mélange élastomérique M3, tout comme la deuxième couche latérale de renforcement. Le profil de la couche de flanc n'a pas non plus été modifié pour faciliter le contact avec la jante.

[0136] Le témoin T'3 reprend la configuration de T'1, mais le profil de la couche de flanc a été modifié pour faciliter le contact avec la jante.

[0137] Le pneumatique de l'invention P'1 comprend une couche de bourrage constituée du mélange élastomérique M1, et une couche latérale de renforcement constituée du mélange élastomérique M2. Le profil de la couche de flanc est modifié pour faciliter le contact avec la jante.

[0138] Enfin, le pneumatique de l'invention P'2 diffère de P'1 en ce que la couche latérale de renforcement est constituée du mélange élastomérique M3.

[0139] Les résultats associés aux configurations du tableau n°6 sont listés ci-dessous dans le tableau n°6 :

[0140] [Tableaux6]

	Résistance au roulement	Rigidité de dérive transversale	Taux de variation de contact jante	Montabilité Jante
T'1	100	100	100	100
T'2	108	97	112	110
T'3	96	103	160	95
P'1	103	100	188	105
P'2	105	99	167	105

[0141] Les pneumatiques de l'invention P'1 et P'2 réalisent le compromis recherché entre la résistance au roulement et le comportement routier piloté la rigidité de dérive transversale.

[0142] Toutes les variantes de pneumatiques conformes à l'invention présentées sont produites sans évolution des procédés et restent avec un coût de revient industriel usuel.

[0143] Par ailleurs, l'invention peut se généraliser à d'autres architectures de bourrelet que celles décrites ici, comme par exemple un bourrelet ayant une première couche de bourrage, et une deuxième couche latérale de renforcement, alors même que l'armature de carcasse ne comprend pas un retournement.

Revendications

[Revendication 1] Pneumatique (1) pour véhicule de tourisme comprenant :
deux bourrelets (50) destinés à être montés sur une jante, deux couches de flancs (30) reliés aux bourrelets (50), un sommet (20) comportant une bande de roulement (10) destinée à entrer en contact avec un sol (200), le sommet (20) ayant un premier côté relié à l'extrémité radialement extérieure de l'un des deux couches de flancs (30) et ayant un deuxième côté relié à l'extrémité radialement extérieure de l'autre des deux couches de flancs (30) ;
au moins une armature de carcasse (90) s'étendant depuis les deux bourrelets (50) à travers les couches de flancs (30) jusqu'au sommet (20), l'armature de carcasse (90) comportant une pluralité d'éléments de renforcement de carcasse et étant ancrée dans les deux bourrelets (50) par un retournement autour d'une structure annulaire de renforcement (51) , de manière à former dans chaque bourrelet une partie principale (52) et un retournement (53);
une première couche (70) de mélange élastomérique de bourrage occupant un volume compris au moins en partie d'une part entre la partie principale de l'armature de carcasse (52), et d'autre part la portion radialement extérieure de structure annulaire de renforcement (51), et s'étendant radialement extérieurement jusqu'à une extrémité située à une distance normale DRB à la droite axiale (HH') tangent à la structure annulaire de renforcement en son point radialement le plus intérieur;
les rigidités de cisaillement dynamique et la perte viscoélastique des mélanges élastomériques étant mesurée selon la norme ASTM D 5992-96, à 23°C, sous 10% de déformation ;
dans chaque bourrelet (50) une courbe de contact jante comprenant les points du pneumatique (1) en contact avec la jante (100); ladite courbe de contact jante reliant un premier point M1 du pneumatique axialement positionné le plus extérieurement, et en contact avec la jante, et un deuxième point M2 du pneumatique également en contact avec la jante et situé au milieu de la portion rectiligne reliant le crochet au siège de la jante; la longueur de ladite courbe de contact jante étant la distance curviligne du point M1 au point M2 le long de la courbe de contact ;
ladite courbe de contact jante étant une courbe reliant un premier point (M1) de la jante axialement positionné le plus extérieurement, en contact avec le pneumatique, et un deuxième point (M2) de la jante

également en contact avec le pneumatique situé au milieu de la portion de jante rectiligne (130) reliant le rebord (120) de la jante au siège (110); la longueur de ladite courbe de contact jante étant la distance curviligne du point (M1) au point (M2) le long de la courbe de contact jante ;
deux sections dans une coupe méridienne verticale du pneumatique gonflé, monté sur une jante, et écrasé sur un sol par une charge verticale (250) où la charge, la pression de gonflage, étant déterminées dans une norme de spécifications telle que l'ETRTO (Organisation Européenne Technique des Pneumatiques et des jantes) ; une première section étant située dans l'aire de contact, et une deuxième section étant située du côté opposé à la précédente par rapport à l'axe de rotation du pneumatique ;
dans la première section située dans l'aire de contact, dans au moins un premier bourrelet, la longueur de la courbe de contact jante, LADC, étant mesurée;
dans la deuxième section située à l'opposé de l'aire de contact par rapport à l'axe de rotation du pneumatique, dans au moins un deuxième bourrelet, la longueur de la courbe de contact jante, LCJ, étant mesurée, **caractérisé en ce que** le rapport de la différence des longueurs des courbes de contact jante des deux sections soit 100*(LADC-LCJ)/LCJ, est supérieur ou égal à 30%, **en ce que** la perte viscoélastique Tan (δ)max du mélange élastomérique constituant la première couche de bourrage (70) d'au moins un bourrelet (50) a une valeur inférieure ou égale à 0.100.

[Revendication 2] Pneumatique (1) selon la revendication 1, **dans lequel** la première couche de bourrage (70) d'au moins un bourrelet (50) a un module de rigidité élastique de cisaillement compris dans l'intervalle [1.5 ; 10] MPa, et préférentiellement dans l'intervalle [1.5 ; 7] MPa.

[Revendication 3] Pneumatique (1) selon l'une des revendication 1 à 2, **dans lequel** le bourrelet comprend une deuxième couche (60) de mélange élastomérique formant une couche latérale (60) occupant un volume compris au moins en partie entre la couche de flanc (30), et le retournement de l'armature de carcasse (53), s'étendant radialement extérieurement jusqu'à une extrémité située à une distance normale DRL à la droite axiale (HH') tangent à la structure annulaire de renforcement (51) en son point radialement le plus intérieur.

[Revendication 4] Pneumatique (1) selon la revendication 3 d**ans lequel** ladite deuxième

couche latérale de renforcement (60) d'au moins un bourrelet (50), a une perte viscoélastique Tan (δ) max de valeur inférieure ou égale 0.100.

[Revendication 5] Pneumatique (1) selon l'une des revendications 3 ou 4 **dans lequel** ladite deuxième couche latérale de renforcement (60) d'au moins un bourrelet (50) a un module de rigidité élastique de cisaillement compris dans l'intervalle [1.5 ; 10] MPa, et préférentiellement dans l'intervalle [1.5 ; 7] MPa.

[Revendication 6] Pneumatique (1) selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel** le rapport de la différence des longueurs des courbes de contact jante des deux sections soit 100*(LADC-LCJ)/LCJ, est supérieur ou égal à 40%, préférentiellement supérieur ou égal à 50%, encore préférentiellement supérieur ou égal à 70%.

[Revendication 7] Pneumatique (1) selon l'une des revendications précédentes **dans lequel** la distance radiale DRB de la première couche de bourrage (70) comprise entre la partie principale (52) de l'armature de carcasse (90) et de son retournement (53) est inférieure ou égale à 50% de la hauteur radiale H du pneumatique (1).

[Revendication 8] Pneumatique (1) selon l'une des revendications 3 à 7, la distance radiale DRI étant la hauteur radiale d'une extrémité radialement la plus intérieure de la couche latérale (60) positionnée entre la couche de flanc (30) et le retournement (53) de l'armature de carcasse (90), **dans lequel** la distance radiale DRI est comprise dans l'intervalle [5% ; 20%] de la hauteur radiale H du pneumatique (1).

[Revendication 9] Pneumatique (1) selon l'une des revendications 3 à 8, la distance DRL étant la distance de l'extrémité radialement extérieure de la couche latérale de renforcement (60) positionnée entre la couche de flanc (30) et le retournement (53) de l'armature de carcasse (90), **dans lequel** ladite distance DRL est supérieure ou égale à 25% de la hauteur radiale H du pneumatique (1).

[Revendication 10] Pneumatique (1) selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel** le retournement (53) de l'armature de carcasse (90) est plaquée contre la partie principale (52) de l'armature de carcasse (90) sur toute sa hauteur radialement extérieurement.

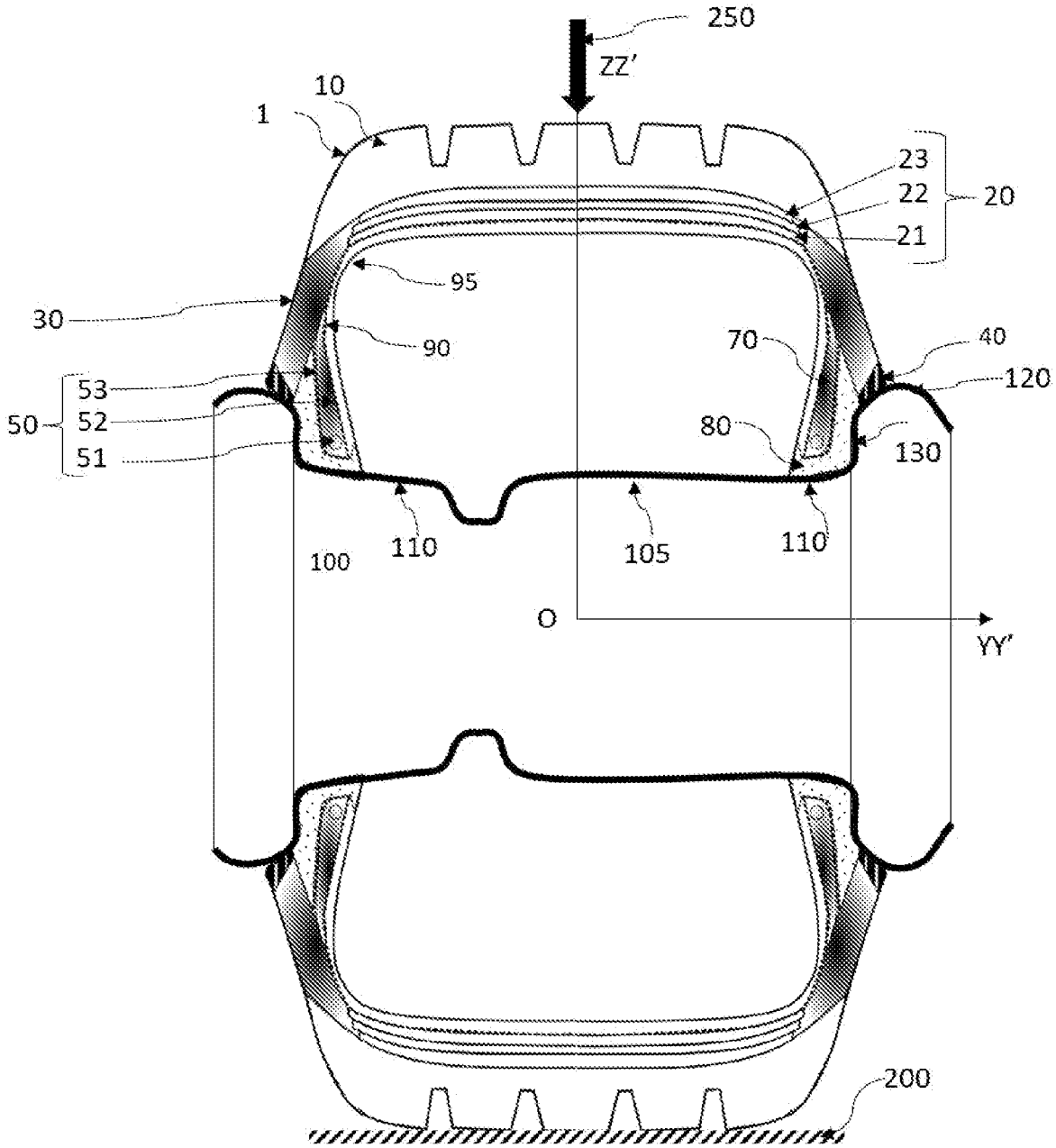
[Revendication 11] Pneumatique (1) selon la revendication 10 **dans lequel** une armature de renforcement du bourrelet (50) est introduite axialement extérieurement entre le retournement (53) de l'armature de carasse (90), et la couche latérale (60), axialement intérieure au flanc (30).

[Revendication 12] Pneumatique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel

le mélange élastomérique constitutif d'au moins une couche des première et deuxième couche (60, 70) d'au moins un bourrelet (50) a une composition à base de 100% de polyisoprène de caoutchouc naturel, ou bien d'un coupage de caoutchouc naturel et de polybutadiène, d'un système de réticulation, d'une charge renforçante, type Noir de Carbone N550, à un taux global compris entre 50 et 75 pce.

[Revendication 13] Pneumatique selon l'une des revendications précédentes, **dans lequel**, le mélange élastomérique constitutif de la couche de bourrage (70) d'au moins un bourrelet (50) a la même composition que le mélange élastomérique constituant la couche latérale de renforcement (60) dudit bourrelet (50).

[Fig. 1]


250
ZZ'
10
1
23
22
21
20
95
30
90
70
40
120
53
52
51
50
80
130
110
105
110
100
O
YY'
200

[Fig. 2]

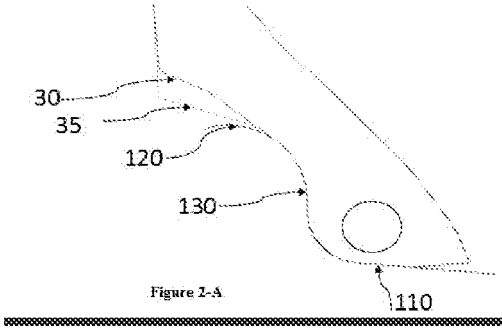


Figure 2-A

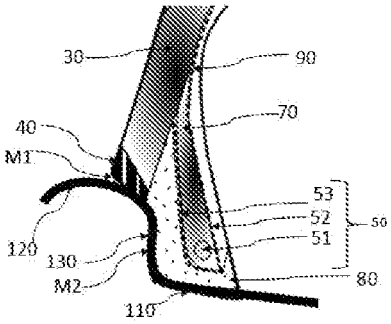


Figure 2-C

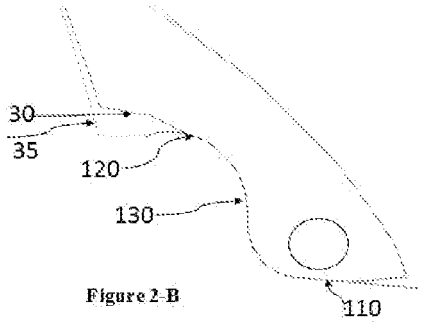


Figure 2-B

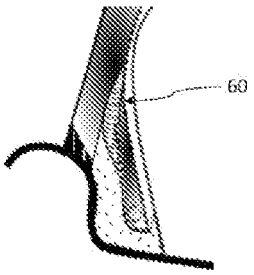


Figure 2-D

[Fig. 3]

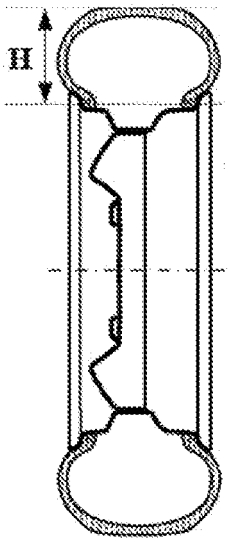


Figure 3-A

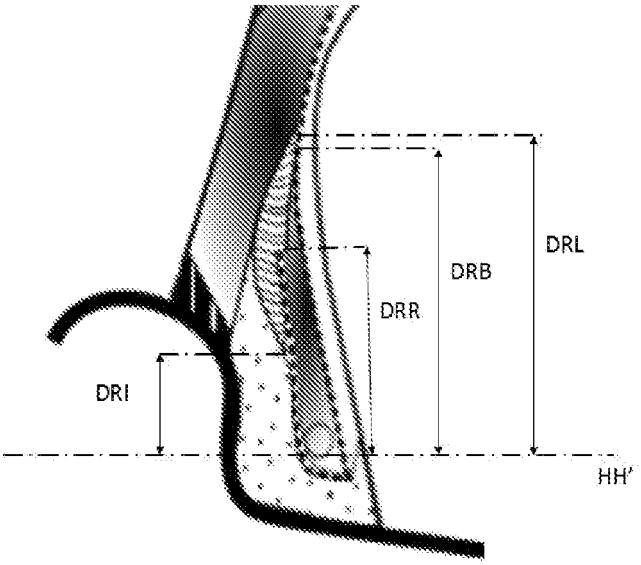


Figure 3-B

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 894892
FR 2103761

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X,D	WO 2010/072736 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; DAVAL BERTRAND [FR]) 1 juillet 2010 (2010-07-01)	1-10,13	B60C15/06
Y	* alinéas [0045] - [0066]; revendications 1-5; figures 1-13; tableau 1 *	11,12	
Y	WO 2019/106248 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 6 juin 2019 (2019-06-06) * alinéas [0086] - [0115]; revendications 1-3; figures 1-4 *	12	
Y	JP H11 157311 A (BRIDGESTONE CORP) 15 juin 1999 (1999-06-15) * alinéas [0032] - [0034]; revendications 1-3; figures 1-3 *	11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60C

Date d'achèvement de la recherche
3 décembre 2021

Examinateur
Carneiro, Joaquim

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2103761 FA 894892

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-12-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2010072736 A1	01-07-2010	BR PI0922391 A2	30-05-2017
		CN 102256815 A	23-11-2011
		EP 2379355 A1	26-10-2011
		FR 2940187 A1	25-06-2010
		JP 5420676 B2	19-02-2014
		JP 2012513331 A	14-06-2012
		RU 2472636 C1	20-01-2013
		US 2012073724 A1	29-03-2012
		WO 2010072736 A1	01-07-2010
WO 2019106248 A1	06-06-2019	AUCUN	
JP H11157311 A	15-06-1999	JP 3983357 B2	26-09-2007
		JP H11157311 A	15-06-1999

EPO FORM P0465