

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2022/049346 A1**

(43) Date de la publication internationale  
10 mars 2022 (10.03.2022)

(51) Classification internationale des brevets :  
*B60C 9/00* (2006.01)      *B60C 9/20* (2006.01)  
*B60C 9/18* (2006.01)      *B60C 11/03* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2021/051508

(22) Date de dépôt international :  
02 septembre 2021 (02.09.2021)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
FR2008993      04 septembre 2020 (04.09.2020) FR

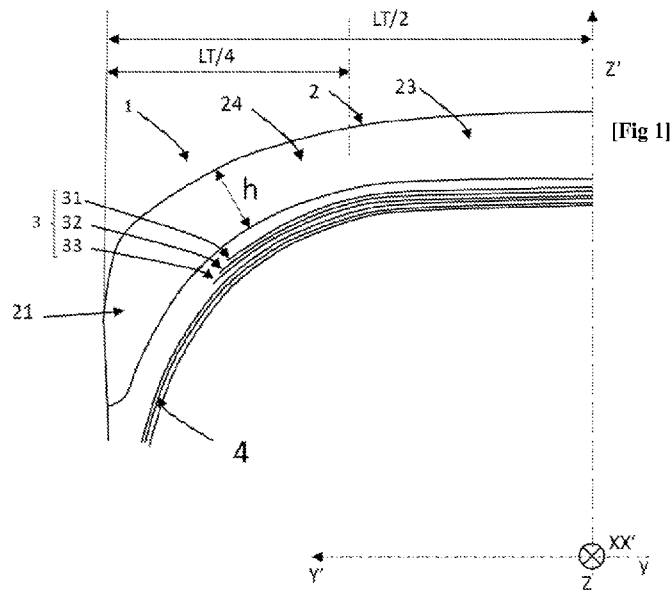
(71) Déposant : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR] ; 23 place des Carmes Déchaux, 63040 CLERMONT-FERRAND (FR).

(72) Inventeurs : **JOHNSON, Philippe** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - 23 place des Carmes-Déchaux - DCJ/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR). **DIDANE, Nizar** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - 23 place des Carmes-Déchaux - DCJ/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 9 (FR).

(74) Mandataire : **BOYER, Chris** ; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN - 23, Place des Carmes-Déchaux -DCJ/PI - F35 - Ladoux, 63040 CLERMONT-FERRAND CEDEX 09 (FR).

(54) Title: AGRICULTURAL VEHICLE TYRE WITH LIGHTWEIGHT CROWN

(54) Titre : PNEUMATIQUE POUR VEHICULE AGRICOLE A SOMMET ALLEGE



(57) Abstract: The present invention relates to a radial tyre (1) for an agricultural vehicle, the speed index of which is at least D for a maximum speed of 65 km/h, the load index of which is at least 140 and at most 170, the pattern of which comprises cleats with a radial height of at least 45 mm, comprising a crown reinforcement (3) consisting of 3 crown layers (31, 32, 33), each comprising reinforcement elements that are made of PET, have a tensile strength of at least 32 daN and are arranged so that the angles ANT1 and ANT3 of the reinforcement elements of the radially internal and external layers (31, 33), relative to the circumferential direction, have the same orientation and are less than 20° and the angle ANT2 of the reinforcement elements of the central layer (32), relative to the circumferential direction, has an orientation opposite ANT1 and is greater than 10° plus the absolute value of the mean of ANT1 and ANT3.

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet un pneumatique radial (1) pour véhicule agricole dont l'indice de vitesse est au moins égal à D pour une vitesse maximale égale à 65 km/h, et dont l'indice de charge est au moins égal à 140 et au plus égal à 170, dont la



WO 2022/049346 A1

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasienn (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée:**

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

---

sculpture comprend des barrettes d'une hauteur radiale au moins égale à 45 mm, comprenant une armature de sommet (3), consistant en 3 couches de sommet (31, 32, 33), comprenant chacune des éléments de renforcement en PET ayant une force de rupture en traction au moins égale à 32 daN et les angles ANT1 et ANT3 des éléments de renforcement des couches radialement intérieure et extérieure (31, 33) avec la direction circonférentielle, sont de même orientation et inférieur à 20° et l'angle ANT2 des éléments de renforcement de la couche médiane (32) avec la direction circonférentielle, est d'orientation opposée à ANT1 et supérieur à 10° plus la valeur absolue de la moyenne de ANT1 et ANT3.

- 1 -

**Description****Titre : PNEUMATIQUE POUR VEHICULE AGRICOLE A SOMMET ALLEGE**

[0001] La présente invention a pour objet un pneumatique radial pour véhicule agricole dit tracteur de petite ou moyenne puissance, et concerne plus particulièrement son armature de  
5 sommet.

[0002] Les spécifications dimensionnelles et les conditions d'usage (charge, vitesse, pression) d'un pneumatique pour tracteurs de petite et moyenne puissance sont définies par l'usage. Les pneumatiques sont de moyenne à grande dimension selon le type de culture. Le diamètre des jantes de montage de ces pneumatiques est au moins égal à 28 pouces. Pour les pneumatiques  
10 agricoles, la pression de gonflage minimale recommandée correspondant à la capacité de charge indiquée est le plus souvent au plus égale à 300 kPa, mais peut descendre jusqu'à 240 kPa pour un pneumatique IF (Improved Flexion – flexion améliorée), voire 160 kPa pour un pneumatique VF (Very improved Flexion – flexion très améliorée). Les pneumatiques IF se distinguent des pneus standards dits NF (Normal Flexion – flexion standard), à savoir  
15 n'entrant pas dans la classification IF ou VF selon le standard ETRTO 2020 (« European Tire and Rim Technical Organisation » : Organisation Technique Européenne du Pneumatique et de la Roue), de même dimension par une capacité de charge augmentée de 20 % à pression constante ou une pression 20 % plus basse à charge égale et respectivement 40 % avec les pneus VF. L'invention s'intéresse aux pneumatiques Normal Flexion. La vitesse maximale  
20 de ces pneumatiques est de 65 Km/h correspondant à l'indice de vitesse D. L'indice de charge de ces pneumatiques est au moins égal à 140 (2500 Kg) et au plus égal à 170 (6000 kg).

[0003] Un pneumatique pour véhicule agricole 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  
25 la liaison mécanique entre le pneumatique et la jante sur laquelle il est destiné à être monté.

[0004] Dans ce qui suit, les directions circonférentielle, axiale et radiale désignent respectivement une direction tangente à la surface de roulement et orientée selon le sens de rotation du pneumatique, une direction parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et une direction perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique.

[0005] Un pneumatique radial pour véhicule agricole comprend une armature de  
30 renforcement, constituée d'une armature de sommet, radialement intérieure à la bande de

- 2 -

roulement, et d'une armature de carcasse, radialement intérieure à l'armature de sommet WO2019/073143.

[0006] La bande de roulement d'un pneumatique pour véhicule agricole comprend généralement une pluralité d'éléments en relief, appelés éléments de sculpture ou blocs, s'étendant radialement vers l'extérieur à partir d'une surface portante ou fond de sculpture jusqu'à la surface de roulement, et le plus souvent séparés les uns des autres par des creux ou sillons. Ces éléments de sculpture sont le plus souvent des barrettes ayant généralement une forme allongée globalement parallélépipédique, comprenant au moins une portion rectiligne ou curviligne. La dimension des barrettes, à savoir leur hauteur radiale et leur épaisseur circonférentielle est essentielle pour assurer un effort de traction adéquat à l'usage sur un sol meuble.

[0007] L'armature de carcasse d'un pneumatique radial pour véhicule agricole comprend au moins une couche de carcasse reliant les deux bourrelets entre eux. Une couche de carcasse comprend des renforts, ou éléments de renforcement, enrobés par un matériau polymérique comprenant un élastomère, obtenu par mélangeage, ou mélange élastomérique. Les renforts de couche de carcasse sont le plus souvent constitués par des matériaux polymériques textiles, tels qu'un polyester, par exemple. Les renforts d'une couche de carcasse sont sensiblement parallèles entre eux et forment, avec la direction circonférentielle, un angle compris entre 85° et 95°.

[0008] L'armature de sommet d'un pneumatique radial pour véhicule agricole 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 enrobés par un mélange élastomérique et parallèles entre eux. Lorsque les renforts d'une couche de sommet forment, avec la direction circonférentielle, un angle au plus égal à 10°, ils sont dits circonférentiels, ou sensiblement circonférentiels, et assurent une fonction de freinage limitant les déformations radiales du pneumatique. Lorsque les renforts d'une couche de sommet forment, avec la direction circonférentielle, un angle au moins égal à 10° et le plus souvent au plus égal à 40°, ils sont appelés renforts à angle et ont une fonction de reprise des efforts transversaux, parallèles à la direction axiale, appliqués au pneumatique. Les renforts des couches de sommet peuvent être constitués par des matériaux polymériques textiles, tels qu'un polyester, par exemple, ou par des matériaux métalliques, tels que l'acier.

- 3 -

[0009] Un pneumatique pour véhicule agricole est destiné à rouler sur divers types de sols tels que la terre plus ou moins compacte des champs, les chemins non goudronnés d'accès aux champs et les surfaces goudronnées des routes. Compte tenu de la diversité de l'usage, en champ et sur route, un pneumatique pour véhicule agricole doit présenter un compromis de performances entre, de façon non exhaustive, la traction en champ sur sol meuble, la résistance aux arrachements, la résistance à l'usure sur route, la résistance à l'avancement, le confort vibratoire sur route, l'endurance à la fatigue due au nombre de cycles, la masse.

[0010] Une des voies de recherche essentielle dans un monde aux ressources limitées est de réduire la masse des produits utilisés pour la fabrication du pneumatique.

10 [0011] Les inventeurs se sont donnés pour objectif de maintenir l'endurance d'une armature de sommet d'un pneumatique agricole jusqu'à un niveau au moins équivalent à celle d'une armature de sommet avec au moins 4 couches de travail d'éléments de renforcement textiles, tout en diminuant le nombre de couches de travail pour diminuer la masse du pneumatique.

[0012] Ce but a été atteint par un pneumatique radial pour véhicule de type agricole, NF  
15 (« Normal Flexion »), dont, au sens du standard ETRTO 2020 (« European Tire an Rim Technical Organisation »), l'indice de vitesse est au moins égal à D pour une vitesse maximale égale à 65 km/h, destiné à être monté sur une jante de diamètre au moins égal à 28 pouces, et dont l'indice de charge est au moins égal à 140 et au plus égal à 170, comprenant  
- Une bande de roulement destinée à venir en contact avec un sol d'une largeur axiale LT et  
20 comprenant une partie centrale d'une largeur axiale LT/2 et deux parties axialement extérieures chacune d'une largeur axiale LT/4,  
- Les deux parties axialement extérieures comprenant des blocs de sculpture d'une hauteur radiale au moins égale à 45 mm, ces blocs couvrant au moins 80% de la largeur axiale LT/4 des parties axialement extérieures de la bande de roulement et d'une épaisseur  
25 circonférentielle  $e_p$  circonférentielle au moins égale à 42 mm,  
- une armature de sommet radialement intérieure à la bande de roulement, comprenant 3 couches de travail, une couche de travail la plus radialement intérieure, une couche de travail la plus radialement extérieure et une couche de travail intermédiaire, chaque couche de travail comprenant des éléments de renforcement textiles en PET (polyéthylène téréphtalate)  
30 parallèles entre eux, enrobés d'un matériau caoutchouteux et formant des angles avec une direction circonférentielle du pneumatique au moins égaux à 12° et au plus égaux à 45°  
- les éléments de renforcement des couches de travail ayant une résistance à la rupture en

- 4 -

traction au moins égale à 32 daN

- les angles (ANT1, ANT3) formés par les éléments de renforcement respectivement de la couche de travail la plus radialement intérieure et de la couche de travail la plus radialement extérieure, avec la direction circonférentielle, étant au plus égaux à 20° et de même orientation,

- l'angle ANT2 formé par les éléments de renforcement de la couche de travail intermédiaire avec la direction circonférentielle étant de signe opposé aux angles ANT1 et ANT3, - la valeur absolue de l'angle ANT2 étant supérieure à 10° plus la valeur absolue de la moyenne des angles ANT1 et ANT3.

10 [0013] La solution fonctionne particulièrement bien pour des pneumatiques agricoles à blocs ou à barrettes, qui sont de longs blocs de sculpture dont la largeur axiale est proche de la demi-largeur axiale de la bande de roulement. Concevoir une sculpture plus compacte avec des sillons et des blocs de moindre dimension en hauteur radiale notamment, permettrait certainement de trouver une solution plus allégée grâce à un meilleur échange thermique entre  
15 les couches de sommet et l'extérieur du pneumatique et en diminuant la flexion du sommet au droit des barrettes. Une telle sculpture permettrait de diminuer les sollicitations mécaniques et thermiques pour l'utilisation de câbles métalliques par exemple mais serait pénalisé en adhérence sur sol meuble.

[0014] Les blocs de sculpture des parties axialement extérieures de la bande de roulement des  
20 pneumatiques considérés par l'invention, ont une largeur axiale au moins égale à 80% de la largeur axiale des parties axialement extérieures de la bande de roulement, à savoir  $LT/4$ ,  $LT$  étant la largeur axiale de la bande de roulement. Par cela, on entend que la distance axiale de l'extrémité axialement extérieure du bloc de sculpture à son extrémité axialement intérieure est au moins égale à 80% du quart de largeur axiale de la bande de roulement. La largeur  
25 axiale sera mesurée, le pneumatique étant neuf, et pour éviter les détails du flancs, les points de mesures seront pris appartenant au bloc et sur sa surface de roulement.

[0015] Pour un fonctionnement efficace sur sol meuble et notamment pendant la traction d'outils tels une charrue, la hauteur de sculpture ou hauteur radiale des barrettes ou bloc de sculpture est au moins égale à 45mm.

30 [0016] Pour une résistance adéquate à l'arrachement des éléments de sculpture et une bonne transmission du couple moteur en sol meuble, l'épaisseur circonférentielle des blocs de sculpture ou des barrettes, mesurée à mi-distance entre le fond de sculpture et la surface de

- 5 -

roulement et dans le plan circonférentiel passant au centre des parties axialement extérieures de la bande de roulement, est au moins égale à 42 mm. Par ailleurs une solution préférée pour limiter les contraintes thermiques tout en conservant une résistance à l'arrachement des éléments de sculpture pour l'usage des tracteurs de moyenne puissance, est que l'épaisseur 5 circonférentielle de la sculpture soit au plus égale à 80mm. Cette caractéristique géométrique des blocs de sculpture ou des barrettes est la plus pertinente vis-à-vis des fissurations sous des contraintes thermiques des mélanges à proximité des extrémités axiales des couches de sommet. Cette distance circonférentielle est la distance sur laquelle le bloc de sculpture ou la 10 barrette influence le fonctionnement des couches de sommet, par les déformations des couches de sommet qu'elle implique au roulage sur un sol peu déformable et par l'isolement thermique vis-à-vis de l'air extérieur qu'elle génère d'autant que pour l'usage agricole, la hauteur de sculpture est particulièrement élevée.

**[0017]** Dans ces conditions, pour qu'une armature de sommet comprenant moins de 4 couches de sommet ait une endurance équivalente aux armatures de sommet à 4 couches de 15 sommet vendues sur le marché, il est essentiel que les éléments de renforcement des dites couches de sommet aient une force à la rupture au moins égale à 32 daN, mesurée selon la norme désignée D885/D885M – 10A (2014) et qu'ils soient composés d'au moins deux torons de PET dont le comportement en compression protégera le sommet des ruptures.

**[0018]** Dans une configuration à 3 couches de sommet, il est primordial d'équilibrer les 20 angles des éléments de renforcement des trois couches de manière bien particulière. Habituellement sur un sommet à 4 couches de sommet, les couches de sommet sont équilibrées par paires, une paire radialement intérieure et une paire radialement extérieure. Dans chaque paire de couches de sommet, les éléments de renforcement des deux couches 25 sont croisés l'une par rapport à l'autre par rapport au plan circonférentiel médian, les valeurs absolues des angles formés avec la direction circonférentielle étant de même valeur à plus ou moins 3° près. Pour certaines paires, les valeurs absolues des dits angles sont comprises entre 15 et 30° pour reprendre principalement les efforts circonférentiels et d'autres supérieures à 30° avec pour objectif de reprendre des efforts dans le sens transverse.

**[0019]** Certains pneumatiques pour véhicule de tourisme ou poids-lourd ont des 30 configurations à 3 couches de sommet notamment une configuration avec deux couches de sommet adjacentes dont les éléments de renforcement respectifs forment avec la direction circonférentielle, des angles opposés et de valeurs absolues proches associées à une couche de

- 6 -

sommet dite de frettage dont les éléments de renforcement forment avec la direction circonférentielle un angle au plus égal à  $10^\circ$ . Cette configuration est totalement inadaptée aux pneumatiques agricoles visés par l'invention. Le travail à basse pression acceptée pour les véhicules agricoles, pour des sculptures de très grandes hauteurs, au moins égales à 30mm, 5 gène pour des couches de frettage des cycles de pression-compression trop importants, pour que cette solution soit efficace.

[0020] Une autre configuration à 3 couches de sommet connue dans les pneumatiques essentiellement poids-lourd, mais avec des éléments de renforcement métalliques, associe deux couches de travail adjacentes dont les éléments de renforcement respectifs forment avec 10 la direction circonférentielle, des angles opposés et de valeurs absolues proches, associées à une couche de sommet la plus radialement intérieure dite de triangularisation dont les éléments de renforcement forment avec la direction circonférentielle un angle dont la valeur absolue est au moins égale à  $50^\circ$ . Néanmoins cette solution n'est pas adaptée pour les pneumatiques considérés par l'invention, cette nappe travaillant beaucoup trop en 15 compression pour des éléments de renforcement textile plus adaptés à l'usage agricole, une version métallique à 3 couches de sommet ne faisant qu'alourdir davantage le pneumatique, allant donc à l'encontre de l'objectif de l'invention.

[0021] Une solution avec 3 couches de sommet textile serait décalée en performance durabilité pour un usage IF (improved flexion) ou VF (Very Improved Flexion) par rapport 20 aux solutions actuelles.

[0022] Il convient donc de trouver un agencement des couches de sommet, des angles et des matériaux permettant de résoudre le problème technique particulier à ce contexte. La solution telle que les angles ANT1, ANT3 formés par des éléments de renforcement respectivement de la couche de travail la plus radialement intérieure et de la couche de travail la plus 25 radialement extérieure avec la direction circonférentielle, soient au plus égaux à  $20^\circ$  et de même orientation, et telle que l'angle ANT2 formé par les éléments de renforcement de la couche de travail médian avec la direction circonférentielle est de signe opposé des angles ANT1 et ANT3 et telle que la valeur absolue de l'angle ANT2 est supérieure à  $10^\circ$  plus la valeur absolue de la moyenne des angles ANT1 et ANT3, permet un très bon équilibre des 30 sollicitations de traction et de compression dans l'ensemble des éléments de renforcement de toutes les couches de sommet. Aucune des couches de sommet n'est trop sollicitée en traction comme avec une couche de frettage ou trop sollicitée en compression comme avec une couche

- 7 -

de triangularisation. Le fait de positionner la couche centrale croisée avec les deux autres permet un double couplage propice à l'endurance du sommet. Les angles que font les éléments de renforcement des couches de sommet avec la direction circonférentielle, sont mesurés au niveau du plan circonférentiel médian.

5 [0023] Une solution préférée est que les éléments de renforcement des couches de travail soient constitués de deux torons de PET, car ce matériau et cette architecture permettent d'obtenir des éléments de renforcement peu sensibles à la compression et suffisamment de petit diamètre pour gagner en épaisseur des couches de sommet et donc en masse, un toron étant un assemblage de fibres élémentaires.

10 [0024] Pour une bonne résistance aux efforts de compression, il est préféré que chaque toron de PET des éléments de renforcement des couches de travail, ait une masse linéique au moins égale à 320 g par km.

[0025] La solution préférée est un pneumatique dans lequel les éléments de renforcement des 3 couches de travail sont des câbles consistant en deux torons de PET d'une masse linéique  
15 comprise entre 320 et 360 g par km, et posés selon un pas compris entre 1.2 mm et 1,5 mm. Le pas de pose est la distance mesurée, perpendiculairement à deux éléments de renforcement adjacents d'une couche de travail, entre les deux centres de ces deux éléments de renforcement.

[0026] Une solution avantageuse est que la valeur absolue des angles ANT1 et ANT3 est  
20 comprise entre 13 et 17° et la valeur absolue de l'angle ANT2 est comprise entre 27° et 33°, de préférence la valeur absolue des angles ANT1 et ANT3 est comprise entre 14,5° et 15,5° et la valeur absolue de l'angle ANT2 est comprise entre 29,5° et 30,5°. Cette configuration a montré un équilibre des différents efforts sur les éléments de renforcement des couches de sommet particulièrement intéressant.

25 [0027] Les caractéristiques de l'invention sont illustrées par les figures 1 et 2 schématiques et non représentées à l'échelle :

- Figure 1 : schéma d'une demi-coupe méridienne du pneumatique selon l'invention

- Figure 2 : portion de la sculpture du pneumatique selon l'invention

[0028] La figure 1 [Fig 1] représente une portion du sommet du pneumatique selon  
30 l'invention dans un plan méridien YZ passant par l'axe de rotation YY' du pneumatique. Le pneumatique 1 pour véhicule agricole pour un tracteur de moyenne puissance, comprend une armature de sommet 3 radialement intérieure à une bande de roulement 2 et radialement

- 8 -

extérieure à une armature de carcasse 4. L'armature de sommet 3 comprend 3 couches de  
sommet (31, 32, 33), comprenant chacune des éléments de renforcement textile composés de  
deux torons de PET, enrobés dans un matériau élastomérique, parallèles entre eux et formant,  
avec une direction circonférentielle (XX'), un angle A au moins égal à 15° (non représenté) et  
5 au plus égal à 45°. L'armature de carcasse 4 comprend une ou plusieurs couches de carcasse  
comprenant des éléments de renforcement textiles enrobés dans un matériau élastomérique,  
parallèles entre eux et formant, avec la direction circonférentielle (XX'), un angle au moins  
égal à 85° et au plus égal à 95°. La bande de roulement 2 comprend des blocs de sculpture 21,  
ici des blocs continus nommés habituellement barrettes d'une hauteur radiale h au moins  
10 égale à 45mm. La bande de roulement a une largeur axiale LT et comprend une partie centrale  
23 d'une largeur axiale LT/2 et deux parties 24 axialement extérieures chacune d'une largeur  
axiale LT/4. Les barrettes ou blocs de sculpture ont une largeur axiale Lba supérieure à  
0.8\*LT/4.

**[0029]** La figure 2 [Fig 2] représente une portion de la bande de roulement 2 d'un  
15 pneumatique pour véhicule agricole. La bande de roulement 2, d'une largeur axiale LT,  
comprend des blocs de sculpture 21, en l'occurrence des barrettes et des creux 22 permettant  
une bonne adhérence sur sol meuble. Les blocs de sculpture 21 sur les parties axialement  
extérieures du pneumatique, ont une largeur axiale Lba supérieure à 80% de LT/4. En roulage,  
l'épaisseur des barrettes augmentant les sollicitations thermiques, ce type de bande de  
20 roulement génère des cycles de compression/extension des renforts des couches de sommet,  
pour lesquels il convient d'équilibrer particulièrement bien les angles pour pouvoir alléger  
l'armature de sommet à seulement 3 couches de sommet. Pour résister à l'arrachement, les  
barrettes ont une épaisseur circonférentielle ep mesurée à mi-hauteur sculpture dans le plan  
circonférentiel passant au centre de chaque partie axialement extérieure de la bande de  
25 roulement, au moins égale à 42mm. Cette épaisseur impacte également les contraintes  
thermiques sur cette zone.

**[0030]** L'invention a été plus particulièrement mise en œuvre pour un pneumatique agricole  
de dimension 650/65R38 NF, à savoir n'entrant pas dans la classification IF ou VF selon le  
standard ETRTO 2020. Le pneumatique selon l'état de l'art comprend 4 couches de sommet  
30 dont les éléments de renforcements sont constitués de deux torons PET d'une masse linéique  
de 220 g par km, les éléments de renforcement étant disposés à un pas de 1,15 mm. Les angles  
des éléments de renforcement des couches de travail au niveau du plan circonférentiel médian  
avec la direction circonférentielle, sont de la couche la plus radialement intérieure à la plus

- 9 -

radialement extérieure -25, 25, -25, 25°. La sculpture est composée de barrettes de 60 mm de hauteur radiale, d'une épaisseur circonférentielle  $ep$  mesurée au milieu de chaque partie axialement extérieure égale à 74 mm et d'une largeur axiale représentant 51% de la largeur totale de la bande de roulement.

5 [0031] Le pneumatique selon l'invention est identique au témoin excepté qu'il comprend 3 couches de sommet dont les éléments de renforcement sont des câbles constitués de deux torons de PET d'une masse linéique égale à 344 g par km, les éléments de renforcement des couches de travail étant disposés dans les couches de travail selon un pas égal à 1.35 mm. Le toron de PET a une force à la rupture égale à 20 daN, et l'éléments de renforcement a une  
10 force à rupture égale à 35 daN. Les angles des éléments de renforcement des couches de travail au niveau du plan circonférentiel médian avec la direction circonférentielle, sont de la plus radialement intérieure à la plus radialement extérieure égaux à -15, 30, -15.

[0032] Le pneumatique selon l'invention permet un gain de 5.2 kg, soit 27% sur la masse des couches de sommet et a été testé en endurance. Les inventeurs ont testé l'invention en  
15 comparant la durée de vie, du point de vue de l'endurance de l'armature de sommet, des deux pneumatiques pour tracteurs de moyenne puissance. Un roulage sur un volant acier d'un diamètre de 1.7 m, et à une vitesse  $V$  égale à 15 km/h a été effectué pour chaque pneumatique, gonflé à une pression  $P$  égale à 260 kPa, à savoir la pression nominale augmentée de 1bar et soumis à des paliers de charge égaux à 4047 daN pendant 24h, puis 4856 daN pendant 24 h  
20 puis 6475 daN pendant 24 heures et finalement 8094 daN pendant 328 heures. Le pneumatique selon l'invention avec une masse inférieure, a réalisé un nombre équivalent de kilomètres que le pneumatique selon l'état de l'art sans démontrer de défaillance des éléments de renforcement des couches de travail, démontrant l'intérêt de l'invention de réaliser un pneumatique plus léger à endurance équivalente.

25

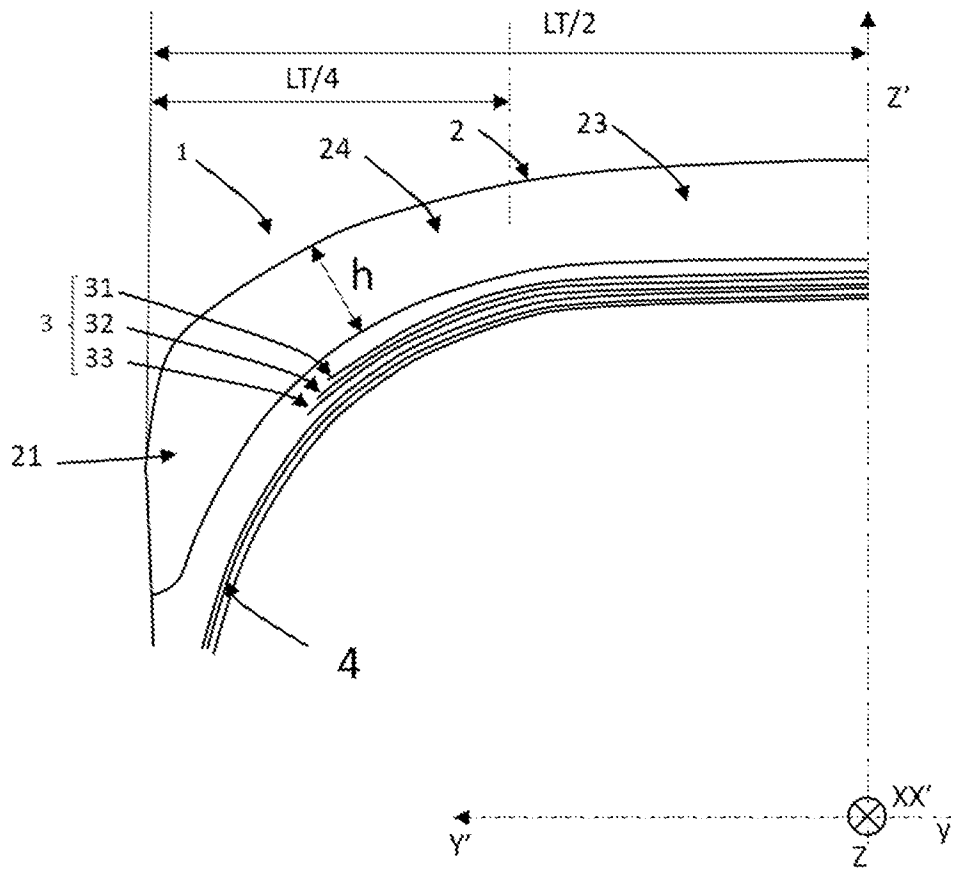
### Revendications

- 1- Pneumatique radial pour véhicule de type agricole, NF (« Normal Flexion »), dont, au sens du standard ETRTO 2020 (« European Tire an Rim Technical Organisation »), l'indice de vitesse est au moins égal à D pour une vitesse maximale égale à 65 km/h, destiné à être monté sur une jante de diamètre au moins égal à 28 pouces, et dont
- 5 l'indice de charge est au moins égal à 140 et au plus égal à 170, comprenant
- Une bande de roulement destinée à venir en contact avec un sol d'une largeur axiale LT et comprenant une partie centrale (23) d'une largeur axiale LT/2 et deux parties axialement extérieures (24) chacune d'une largeur axiale LT/4,
  - 10 - Les deux parties axialement extérieures (24) comprenant des blocs de sculpture d'une hauteur radiale au moins égale à 45 mm, ces blocs couvrant au moins 80% de la largeur axiale LT/4 des parties axialement extérieures de la bande de roulement et d'une épaisseur circonférentielle  $e_p$  circonférentielle au moins égale à 42 mm,
  - une armature de sommet radialement intérieure à la bande de roulement, comprenant
  - 15 3 couches de travail (31, 32, 33), une couche de travail la plus radialement intérieure (33), une couche de travail la plus radialement extérieure (31) et une couche de travail intermédiaire (32), chaque couche de travail comprenant des éléments de renforcement textiles en PET (polyéthylène téréphtalate) parallèles entre eux, enrobés d'un matériau caoutchouteux et formant des angles avec une direction circonférentielle du
  - 20 pneumatique au moins égaux à  $12^\circ$  et au plus égaux à  $45^\circ$
  - les éléments de renforcement des couches de travail ayant une résistance à la rupture en traction au moins égale à 32 daN
- caractérisé en ce que** les angles (ANT1, ANT3) formés par les éléments de renforcement respectivement de la couche de travail la plus radialement intérieure (33) et de la couche de travail la plus radialement extérieure (31), avec la direction circonférentielle, sont au plus égaux à  $20^\circ$  et de même orientation,
- en ce que** l'angle ANT2 formé par les éléments de renforcement de la couche de travail intermédiaire (32) avec la direction circonférentielle est de signe opposé aux angles ANT1 et ANT3,
- 25 **et en ce que** la valeur absolue de l'angle ANT2 est supérieure à  $10^\circ$  plus la valeur absolue de la moyenne des angles ANT1 et ANT3.
- 30

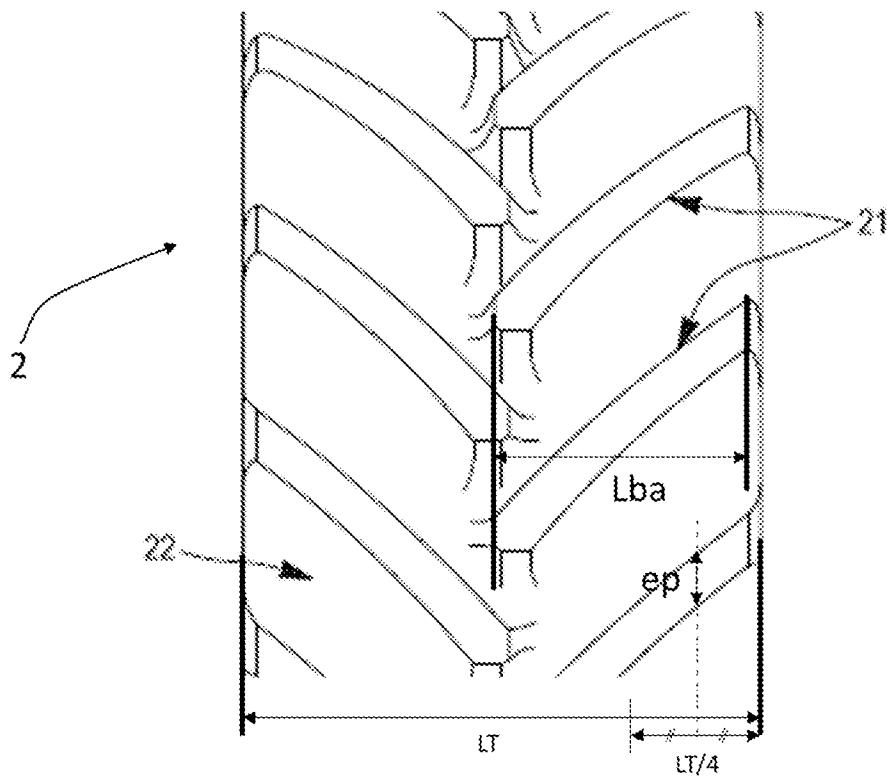
- 11 -

- 2- Pneumatique selon la revendication 1 dans lequel les éléments de renforcement des couches de travail sont constitués de deux torons de PET, un toron étant un assemblage de fibres élémentaires.
- 3- Pneumatique selon la revendication 2 dans lequel chaque toron de PET des éléments de renforcement des couches de travail a une masse linéique au moins égale à 320 g par km.
- 4- Pneumatique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 dans lequel les éléments de renforcement des 3 couches de travail sont des câbles constitués de deux torons de PET d'une masse linéique comprise entre 320 et 360 g par km, et espacés selon un pas compris entre 1.2 mm et 1,5 mm.
- 5- Pneumatique selon la revendication 4 dans lequel la valeur absolue des angles ANT1 et ANT3 est comprise entre 13 et 17° et la valeur absolue de l'angle ANT2 est comprise entre 27° et 33°.
- 6- Pneumatique selon la revendication 5 dans lequel la valeur absolue des angles ANT1 et ANT3 est comprise entre 14,5° et 15,5° et la valeur absolue de l'angle ANT2 est comprise entre 29,5° et 30,5°.

[Fig 1]



[Fig 2]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/FR2021/051508**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>B60C 9/00</b> (2006.01)i; <b>B60C 9/18</b> (2006.01)i; <b>B60C 9/20</b> (2006.01)i; <b>B60C 11/03</b> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019073143 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 18 April 2019 (2019-04-18) paragraph [0001] - paragraph [0014] paragraph [0023] - paragraph [0024] paragraph [0044] - paragraph [0048] paragraph [0062] figures 1, 3	1-6
A	WO 2019122619 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 27 June 2019 (2019-06-27) paragraph [0001] - paragraph [0008] paragraph [0106] - paragraph [0120] figures	1
A	FR 3090493 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 26 June 2020 (2020-06-26) abstract; figures	1
A	WO 2020128236 A1 (CIE GEN ETAB MICHELIN & CIE) 25 June 2020 (2020-06-25) the whole document	1
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>19 November 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>07 December 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Avisse, Marylène</b> Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/FR2021/051508**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2019073143	A1	18 April 2019	BR	112020006534	A2	29 September 2020
				EP	3694702	A1	19 August 2020
				US	2020290404	A1	17 September 2020
				WO	2019073143	A1	18 April 2019
-----							
WO	2019122619	A1	27 June 2019	CN	111491809	A	04 August 2020
				EP	3727889	A1	28 October 2020
				US	2021155044	A1	27 May 2021
				WO	2019122619	A1	27 June 2019
-----							
FR	3090493	A1	26 June 2020	BR	112021010935	A2	24 August 2021
				CN	113226798	A	06 August 2021
				EP	3898278	A1	27 October 2021
				FR	3090493	A1	26 June 2020
				FR	3090494	A3	26 June 2020
-----							
WO	2020128236	A1	25 June 2020	NONE			
-----							

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2021/051508

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C9/00 B60C9/18 B60C9/20 B60C11/03 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B60C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2019/073143 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 18 avril 2019 (2019-04-18) alinéa [0001] - alinéa [0014] alinéa [0023] - alinéa [0024] alinéa [0044] - alinéa [0048] alinéa [0062] figures 1, 3 -----	1-6
A	WO 2019/122619 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 27 juin 2019 (2019-06-27) alinéa [0001] - alinéa [0008] alinéa [0106] - alinéa [0120] figures -----	1
A	FR 3 090 493 A1 (MICHELIN & CIE [FR]) 26 juin 2020 (2020-06-26) abrégé; figures ----- -/--	1
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		
<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 19 novembre 2021		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 07/12/2021
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Avisse, Marylène

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>WO 2020/128236 A1 (CIE GEN ETAB MICHELIN &amp; CIE) 25 juin 2020 (2020-06-25)                      le document en entier                      -----</p>	1

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2021/051508

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
WO 2019073143	A1	18-04-2019	BR 112020006534 A2	29-09-2020
			EP 3694702 A1	19-08-2020
			US 2020290404 A1	17-09-2020
			WO 2019073143 A1	18-04-2019
-----				
WO 2019122619	A1	27-06-2019	CN 111491809 A	04-08-2020
			EP 3727889 A1	28-10-2020
			US 2021155044 A1	27-05-2021
			WO 2019122619 A1	27-06-2019
-----				
FR 3090493	A1	26-06-2020	BR 112021010935 A2	24-08-2021
			CN 113226798 A	06-08-2021
			EP 3898278 A1	27-10-2021
			FR 3090493 A1	26-06-2020
			FR 3090494 A3	26-06-2020
-----				
WO 2020128236	A1	25-06-2020	AUCUN	
-----				