

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 136 697

21 N° d'enregistrement national : 22 05803

51 Int Cl⁸ : B 60 C 11/03 (2022.01)

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15.06.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 22.12.23 Bulletin 23/51.

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 ETA-
BLISSEMENTS MICHELIN Société en commandite —
FR.

72 Inventeur(s) : SAUVE DAVID, BUFFETAUD BENOIT
et LARREGAN ARNAUD.

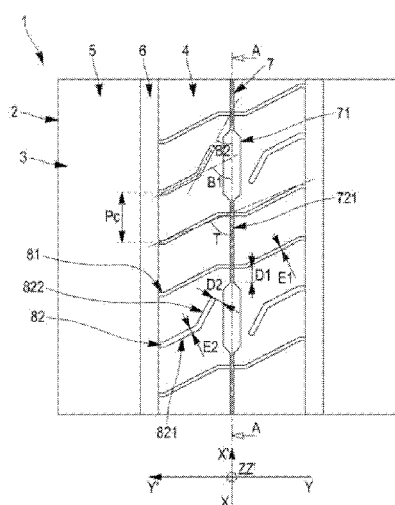
73 Titulaire(s) : COMPAGNIE GENERALE DES ETA-
BLISSEMENTS MICHELIN Société en commandite.

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

54 Pneumatique pour un véhicule poids lourd à adhérence améliorée.

57 La présente invention a pour objet un pneumatique (1)
pour une remorque de véhicule poids lourd et vise à aug-
menter sa performance en adhérence sur neige, sans dé-
grader sa résistance mécanique vis-à-vis des sollicitations
de ripage. Selon l'invention, la bande de roulement (2),
ayant au moins une découpeure circonférentielle complexe
(7) dans une portion médiane (4), comprend une première
famille de découpures transversales, appelées incisions
transversales traversantes (81), ayant une épaisseur (E1)
au plus égale à 0.8 mm, une profondeur (P1) au moins
égale à 20% de la profondeur maximale de découpeure (H),
et étant à une distance (D1), par rapport à la cavité externe
(71) la plus proche, au moins égale à 7 mm, et/ou une deu-
xième famille de découpures transversales, appelées dé-
coupures transversales borgnes (82), s'arrêtant au
voisinage d'une cavité externe (71), ayant une épaisseur
(E2) au moins égale à 1 mm, une profondeur (P2) au plus
égale à 20% de la profondeur maximale de découpeure (H),
et étant à une distance (D2), par rapport à ladite cavité ex-
terne (71), au moins égale à 3 mm.

Figure pour l'abrégé: Fig.1



Description

Titre de l'invention : Pneumatique pour un véhicule poids lourd à adhérence améliorée

- [0001] La présente invention a pour objet un pneumatique pour un véhicule poids lourd, et plus particulièrement pour une remorque de véhicule poids lourd, et concerne sa bande de roulement, comprenant plus particulièrement des découpures complexes dont la forme évolue au cours de l'usure de la bande de roulement.
- [0002] Une bande de roulement, constituée par au moins un matériau caoutchoutique, est la partie périphérique du pneumatique, destinée à être utilisée lors de son entrée en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement et à adhérer au sol. Elle comprend généralement une sculpture, constituée par des découpures séparant des éléments en relief et donc délimitées par deux parois de matière caoutchoutique.
- [0003] Par définition, la direction circonférentielle ou longitudinale est la direction de rotation du pneumatique, la direction axiale ou transversale est la direction parallèle à l'axe de rotation du pneumatique et la direction radiale est une direction perpendiculaire à l'axe de rotation du pneumatique.
- [0004] Toute découpe de la bande de roulement, ayant une ligne moyenne non nécessairement rectiligne, c'est-à-dire pouvant être ondulée ou en zigzag, est circonférentielle ou transversale. Par définition la ligne moyenne d'une découpe est l'intersection de sa surface moyenne, équidistante des parois délimitant la découpe, avec la surface de roulement. Par convention une découpe est dite circonférentielle, lorsque sa ligne moyenne a une direction moyenne sensiblement circonférentielle, c'est-à-dire formant, avec la direction circonférentielle, un angle moyen inférieur à 45° . Une découpe est dite transversale, lorsque sa ligne moyenne a une direction moyenne sensiblement transversale, c'est-à-dire formant, avec la direction circonférentielle, un angle moyen au moins égal à 45° .
- [0005] De façon connue, les conditions de roulage par temps de pluie d'un véhicule, et plus particulièrement celles d'un véhicule poids lourd, requièrent une évacuation rapide de l'eau présente dans la surface de contact entre la bande de roulement et la chaussée. Cette évacuation permet d'assurer un contact direct du matériau constituant la bande de roulement avec la chaussée par l'intermédiaire de la surface de roulement. L'eau qui n'est pas repoussée vers l'avant ou les côtés du pneumatique s'écoule ou est captée en partie dans les découpures formées dans la bande de roulement. L'évacuation de l'eau est assurée par les découpures qui forment un réseau d'écoulement de fluide qui doit être efficace pendant toute la durée d'utilisation du pneumatique, depuis son état neuf jusqu'à son état d'usure maximal. L'état d'usure maximal, fixé par la réglementation

en vigueur, est l'état d'usure à partir duquel le pneumatique doit être retiré du véhicule pour des raisons de sécurité.

- [0006] Généralement, les découpures permettant l'évacuation de l'eau sont essentiellement des découpures larges appelées rainures. Une rainure a une largeur telle que les parois de matière en vis-à-vis la délimitant n'entrent pas en contact l'une avec l'autre, lors du passage de la bande de roulement dans la surface de contact, lorsque le pneumatique est soumis à des conditions de gonflage et de charge recommandées telles que définies notamment par les normes européennes de la « European Tyre and Rim Technical Organization » (Organisation technique européenne du pneu et de la roue) ou « E.T.R.T.O » dans son « Standards Manual 2021 – Commercial Vehicle Tyres » (Manuel de normes 2021 – Pneus pour véhicules commerciaux). Les déformations en compression et en cisaillement des éléments en relief délimitant la rainure conditionnent les pressions dans le contact avec le sol et donc l'usure. De plus ces déformations, en générant des pertes hystérétiques dans le matériau de la bande de roulement, impactent la résistance au roulement, et donc la consommation de carburant du véhicule.
- [0007] Une bande de roulement peut également comprendre des découpures étroites ou incisions. Une incision a une largeur telle que les parois de matière en vis-à-vis la délimitant entrent en contact au moins partiellement l'une avec l'autre, lors du passage de la bande de roulement dans la surface de contact, dans les conditions de charge et de pression du pneumatique spécifiées par l'E.T.R.T.O telles que définies précédemment. Une incision ne permet pas d'évacuer l'eau, mais, vis-à-vis de l'adhérence, a un effet d'arête dans le contact au sol, qui permet en particulier de casser un film d'eau éventuellement présent sur le sol.
- [0008] La contrepartie de la présence de découpures dans une bande de roulement est une réduction du volume de matière à user. Pour limiter la réduction du volume de matière à user de la bande de roulement résultant de la présence de rainures et d'incisions, il a été proposé des découpures dites complexes qui permettent, par rapport à des rainures usuelles, ouvertes en totalité sur la surface de roulement, d'augmenter le volume de matière de la bande de roulement tout en respectant le volume de découpures pour un stockage de l'eau au-delà d'un seuil déterminé, quel que soit le niveau d'usure du pneumatique.
- [0009] Des bandes de roulement comprenant de telles découpures complexes ont été décrites en particulier dans les documents WO2011039194A1, WO2011101495A1, WO2012130735A1, WO2016188956A1, WO2017174925A1, WO2019008276A1 et WO2019122677A1. Une découpe complexe débouche généralement d'une façon discontinue, à intervalles réguliers ou non, sur la surface de roulement à l'état neuf. Une découpe complexe présente ainsi des cavités externes, ouvertes sur la surface de

roulement et disjointes les unes des autres dans la direction principale de la découpe complexe. La direction principale de la découpe complexe correspond souvent mais pas obligatoirement à la direction d'écoulement de l'eau dans ladite découpe complexe lors d'un roulage sur un sol recouvert d'eau. Cette découpe complexe comprend, outre les cavités externes, des cavités internes formées à l'intérieur de la bande de roulement, non ouvertes directement sur la surface de roulement, à l'état neuf, et généralement reliées à la surface de roulement par des incisions. Ces cavités internes sont positionnées radialement et totalement à l'intérieur de la surface de roulement à l'état neuf, et intercalées entre les cavités externes. Les cavités internes peuvent être positionnées à différents niveaux de profondeur dans l'épaisseur de la bande de roulement. En outre, les cavités externes et les cavités internes d'une même découpe complexe sont reliées entre elles de telle sorte que la continuité de l'écoulement d'eau dans chaque découpe complexe est assurée à tout état d'usure de la bande de roulement, comme pour une rainure continue classique. En revanche, la juxtaposition de cavités internes et externes non liées entre elles, et donc ne permettant pas un écoulement de fluide des unes vers les autres, ne constitue pas une rainure continue et n'est donc pas considérée comme une découpe complexe.

- [0010] Le volume de l'ensemble des cavités internes et des cavités externes, présentes dans une bande de roulement à découpures complexes, est généralement inférieur à celui de l'ensemble des rainures, présentes dans une bande de roulement usuelle, ouvertes en totalité sur la surface de roulement à neuf et ayant une profondeur correspondant à la profondeur maximale des cavités internes ou externes, d'où un volume de matière à user supérieur pour une découpe complexe. Une telle bande de roulement comprenant des découpures complexes est en outre plus rigide qu'une bande de roulement équivalente comprenant des rainures ouvertes classiques.
- [0011] Une bande de roulement peut comporter à la fois des découpures complexes, débouchant sur la surface de roulement par intermittence, et des rainures classiques, débouchant sur la surface de roulement sur toute leur longueur.
- [0012] Si l'on considère le cas particulier d'un pneumatique pour remorque de véhicule poids lourd, sa bande de roulement comprend, le plus souvent mais pas obligatoirement, entre quatre et sept rangées circonférentielles d'éléments en relief. Pour ce type de bande de roulement, des découpures complexes circonférentielles telles que précédemment décrites ont été envisagées, en particulier entre deux rangées circonférentielles d'éléments en relief consécutives mais non positionnées en bord de bande de roulement. En d'autres termes, ces découpures complexes circonférentielles sont préférentiellement positionnées dans une portion médiane de la bande de roulement.
- [0013] Il est connu qu'un pneumatique pour remorque de véhicule poids lourd est soumis à des sollicitations transversales sévères lorsque le véhicule est amené à prendre des

virages serrés, en particulier sur des ronds-points. Dans ces conditions de roulage en courbe, le pneumatique est soumis à des efforts de ripage qui vont solliciter sévèrement la bande de roulement, en particulier au niveau de ses bords. C'est la raison pour laquelle une telle bande de roulement comprend des rangées circonférentielles de bord robustes, souvent constituées par une nervure continue dépourvue de toute découpe.

[0014] Il est également connu qu'un pneumatique pour remorque de véhicule poids lourd doit avoir une performance en adhérence élevée, en particulier dans des conditions de roulage sévères, telles qu'un roulage sur un sol enneigé. Une solution connue est de pourvoir la bande de roulement d'incisions transversales dont l'orientation est optimisée vis-à-vis de la direction de l'adhérence recherchée. Typiquement, une incision transversale, formant, par convention, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle moyen au moins égale à 45° , a une composante transversale efficace vis-à-vis de l'adhérence longitudinale et une composante longitudinale efficace vis-à-vis de l'adhérence transversale. L'efficacité d'une telle incision transversale, vis-à-vis de l'adhérence, est basée sur un effet d'indentation, exercé par les arêtes extérieures de l'incision sur le sol. Ces incisions transversales sont implantées dans une portion médiane de la bande de roulement, et sont généralement exclues des rangées de bord très sollicitées mécaniquement, comme décrit précédemment.

[0015] Les inventeurs se sont donc donnés pour objectif, pour un pneumatique pour remorque de véhicule poids lourd, ayant une bande de roulement comprenant des découpures complexes évolutives, d'augmenter sa performance en adhérence, en particulier sur un sol enneigé, sans dégrader sa résistance mécanique vis-à-vis des sollicitations de ripage.

[0016] Cet objectif a été atteint par un pneumatique pour un véhicule poids lourd comprenant une bande de roulement, destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement, comprenant une portion médiane et deux portions latérales,

- la portion médiane étant séparée de chaque portion latérale par une découpe circonférentielle formant, avec une direction circonférentielle du pneumatique, un angle moyen inférieur à 45° ,

- la portion médiane comprenant au moins une découpe circonférentielle complexe, formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle moyen inférieur à 45° ,

- la au moins une découpe circonférentielle complexe comprenant, à l'état neuf du pneumatique, une alternance de cavités externes, ouvertes sur la surface de roulement, et de cavités internes, cachées à l'intérieur de la bande de roulement et reliées à la surface de roulement par une incision circonférentielle, deux cavités respectivement

externe et interne consécutives étant reliées entre elles,

- la portion médiane comprenant une pluralité de découpures transversales, ayant au moins une portion transversale formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle moyen au moins égal à 45° ,

- la bande de roulement ayant une profondeur maximale de découpe,

- la pluralité de découpures transversales comprenant une première famille de découpures transversales, appelées incisions transversales traversantes, intersectant au moins une découpe circonférentielle complexe entre deux cavités externes consécutives, et ayant chacune une épaisseur au plus égale à 0.8 mm et une profondeur au moins égale à 20% de la profondeur maximale de découpe, chaque incision transversale traversante étant à une distance, par rapport à la cavité externe la plus proche de ladite découpe circonférentielle complexe, au moins égale à 7 mm,
- et/ou la pluralité de découpures transversales comprenant une deuxième famille de découpures transversales, appelées découpures transversales borgnes, s'arrêtant au voisinage d'une cavité externe d'une découpe circonférentielle complexe, et ayant chacune une épaisseur au moins égale à 1 mm et une profondeur au plus égale à 20% de la profondeur maximale de découpe, chaque découpe transversale borgne étant à une distance, par rapport à ladite cavité externe, au moins égale à 3 mm.

[0017] La bande de roulement d'un pneumatique selon l'invention comprend donc essentiellement une portion médiane avec au moins une découpe circonférentielle complexe ayant une surface débouchant sur la surface de roulement de forme évolutive au cours de l'usure du pneumatique, ladite portion médiane comprenant, à l'état neuf du pneumatique, l'une ou l'autre, ou les deux familles de découpures transversales décrites ci-après.

[0018] La première famille de découpures transversales concerne des incisions transversales traversantes, c'est-à-dire traversant ladite découpe circonférentielle complexe en dehors des cavités externes de la découpe circonférentielle complexe. Une cavité externe, à l'état neuf du pneumatique, a une section débouchant sur la surface de roulement, ayant une taille significative, typiquement avec une plus petite dimension au moins égale à 7 mm. La portion intermédiaire reliant deux cavités externes consécutives comprend le plus souvent une découpe étroite, appelée incision circonférentielle, ayant une épaisseur généralement au plus égale à 1 mm et prolongeant radialement vers l'extérieur une cavité interne. Par conséquent, une incision transversale traversante intersecte une incision circonférentielle, prolongeant radialement vers l'extérieur une cavité interne et reliant circonférentiellement deux cavités externes consécutives.

[0019] Une incision transversale traversante a une épaisseur au plus égale à 0.8 mm et une profondeur au moins égale à 20% de la profondeur maximale de découpe. C'est donc

une incision transversale qui est présente sur la surface de roulement jusqu'à au moins 20% d'usure de la bande de roulement. Selon l'invention, cette incision transversale traversante intersecte la découpe circconférentielle complexe, et plus précisément l'incision circconférentielle reliant deux cavités externes consécutives entre elles, à une distance, par rapport à la cavité externe la plus proche, au moins égale à 7 mm.

[0020] Cette distance minimale de 7 mm limite le risque d'initiation et de propagation de fissure entre l'incision transversale traversante et la cavité externe la plus proche, lors des sollicitations transversales dites de ripage de la bande de roulement du pneumatique, et corrélativement le risque d'endommagement de la bande de roulement par arrachements.

[0021] La deuxième famille de découpures transversales concerne des découpures transversales borgnes, s'arrêtant à proximité d'une cavité externe. Par rapport à une incision transversale traversante de la première famille, une découpe transversale borgne a une épaisseur plus élevée, au moins égale à 1 mm, et une profondeur plus faible, au plus égale à 20% de la profondeur maximale de découpe. En outre, la distance minimale par rapport à la cavité externe la plus proche, égale à 3 mm, pour une découpe transversale borgne, est plus faible que celle d'une incision transversale traversante.

[0022] Comme pour une incision transversale traversante, cette distance minimale de 3 mm limite le risque d'initiation et de propagation de fissure entre l'incision transversale traversante et la cavité externe la plus proche, lors des sollicitations transversales dites de ripage de la bande de roulement du pneumatique, et donc le risque d'endommagement de la bande de roulement par arrachements. On peut noter qu'une découpe transversale borgne, plus épaisse et moins profonde qu'une incision transversale traversante, peut être plus proche d'une cavité externe car le risque de fissuration qu'elle peut générer est plus faible.

[0023] Avantageusement, la pluralité de découpures transversales comprenant une première famille d'incisions transversales traversantes, chaque incision transversale traversante a une épaisseur au moins égale à 0.4 mm. Cette épaisseur minimale d'incision résulte essentiellement d'une contrainte technologique vis-à-vis de la fabrication des lamelles métalliques destinées à mouler lesdites incisions.

[0024] Encore avantageusement, la pluralité de découpures transversales comprenant une première famille d'incisions transversales traversantes, chaque incision transversale traversante a une profondeur au plus égale à la profondeur maximale de découpe. Plus l'incision est profonde, plus son effet d'arêtes, vis-à-vis de l'adhérence, est conservé au cours de l'usure du pneumatique, d'où une pérennité de l'adhérence au cours de la vie du pneumatique. Mais une incision plus profonde contribue à un assouplissement local de la sculpture de la bande de roulement, pouvant diminuer la durée

de vie en usure, ainsi qu'à une potentielle fragilisation de ladite sculpture vis-à-vis des arrachements.

- [0025] Préférentiellement, la pluralité de découpures transversales comprenant une première famille d'incisions transversales traversantes, la distance entre chaque incision transversale traversante et la cavité externe la plus proche est au moins égale à 10 mm. Plus la distance minimale entre l'incision transversale traversante et la cavité externe la plus proche augmente, plus le risque de fissuration diminue, en raison d'une distance de propagation de fissure plus élevée.
- [0026] Avantageusement, la pluralité de découpures transversales comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes, chaque découpe transversale borgne a une épaisseur au moins égale à 2 mm. Une épaisseur minimale plus élevée permet de diminuer le risque d'initiation de fissuration en extrémité de découpe transversale borgne, au voisinage de la cavité externe.
- [0027] Encore avantageusement, la pluralité de découpures transversales comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes, chaque découpe transversale borgne a une épaisseur au plus égale à 5 mm, de préférence au plus égale à 4 mm. Plus l'épaisseur de la découpe transversale borgne augmente, plus le bruit de roulement généré est élevé, d'où l'intérêt de limiter cette épaisseur.
- [0028] Également avantageusement, la pluralité de découpures transversales comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes, chaque découpe transversale borgne a une profondeur au moins égale à 10% de la profondeur maximale de découpe. Une découpe transversale borgne doit avoir une profondeur suffisante, à l'état neuf du pneumatique, pour avoir un effet d'arêtes significatif, vis-à-vis de l'adhérence.
- [0029] Selon un mode de réalisation particulier, la pluralité de découpures transversales comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes, au moins une découpe transversale borgne comprend une première portion transversale, formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle moyen au moins égal à 45°, et une portion d'extrémité borgne formant, avec la direction circonférentielle du pneumatique, un angle moyen inférieur à 45°, de préférence inférieur à 30° et encore plus préférentiellement inférieur à 25°. La portion d'extrémité borgne est donc circonférentielle, au sens de la convention précédemment définie. Dans ce mode de réalisation particulier, la découpe transversale borgne comprend une première portion transversale, formant, avec la direction transversale, un angle moyen au moins égal à 45°, par rapport à la direction circonférentielle. Cette première portion transversale est prolongée par une deuxième portion d'extrémité borgne circonférentielle, formant, par rapport à la direction circonférentielle, un angle moyen inférieur à 45°. La découpe transversale borgne a, par conséquent, une ligne moyenne brisée, à deux inclinaisons,

l'angle moyen de la portion d'extrémité borgne étant un paramètre de conception permettant d'ajuster la distance minimale entre l'extrémité borgne et la cavité externe la plus proche.

- [0030] Avantageusement le pas circonférentiel entre deux découpures transversales consécutives de la pluralité de découpures transversales est au moins égal à 10 mm, de préférence au moins égal à 20 mm. Le pas circonférentiel est la distance circonférentielle maximale mesurée entre deux découpures transversales consécutives, non nécessairement de la même famille. En dessous de 10 mm, le pas circonférentiel devient trop petit et le nombre élevé de découpures transversales augmente, en particulier, le bruit de roulement et le risque d'arrachements de la bande de roulement.
- [0031] Encore avantageusement le pas circonférentiel entre deux découpures transversales consécutives de la pluralité de découpures transversales est au plus égal à 50 mm, de préférence au plus égal à 35 mm. Au-dessus de 50 mm, le pas circonférentiel devient trop élevé et le faible nombre de découpures transversales diminue, en particulier, l'adhérence sur un sol enneigé.
- [0032] Les caractéristiques de l'invention sont illustrées par les figures 1 et 2 schématiques et non représentées à l'échelle :
- [Fig.1] : Vue de dessus d'une portion de bande de roulement d'un pneumatique selon l'invention,
 - [Fig.2] : Coupe circonférentielle médiane d'une portion de bande de roulement d'un pneumatique selon l'invention.
- [0033] La [Fig.1] est une vue de dessus d'une portion de bande de roulement 2 d'un pneumatique 1 selon l'invention, plus spécifiquement un pneumatique de dimension 245/70R17.5. Le pneumatique 1 destiné à équiper un véhicule poids lourd, et plus particulièrement une remorque de véhicule poids lourd, comprend une bande de roulement 2, destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement 3, comprenant une portion médiane 4 et deux portions latérales 5. La portion médiane 4 est séparée de chaque portion latérale 5 par une découpe circonférentielle 6 formant, avec une direction circonférentielle XX' du pneumatique, un angle moyen égal à 0°, dans le mode de réalisation représenté. La portion médiane 4 comprend une découpe circonférentielle complexe 7 unique, formant, avec la direction circonférentielle XX' du pneumatique, un angle moyen égal à 0°. La découpe circonférentielle complexe 7 comprend, à l'état neuf du pneumatique, une alternance de cavités externes 71, ouvertes sur la surface de roulement 3, et de cavités internes 72, cachées à l'intérieur de la bande de roulement 2 (non visibles sur la [Fig.1]) et reliées à la surface de roulement 3 par une incision circonférentielle 721, deux cavités respectivement externe 71 et interne 72 consécutives étant reliées entre elles. La portion médiane 4 comprend une pluralité de découpures transversales (81, 82), ayant au moins une

portion formant, avec la direction circonférentielle XX' du pneumatique, un angle moyen égal à 60° . La bande de roulement 2 a une profondeur maximale de découpe H (non visible sur la [Fig.1]) égale à 13 mm. Conformément à l'invention, la pluralité de coupures transversales (81, 82) comprend une première famille de coupures transversales, appelées incisions transversales traversantes 81, intersectant la découpe circonférentielle complexe 7 entre deux cavités externes 71 consécutives, et ayant chacune une épaisseur E1 égale à 0.6 mm et une profondeur P1 égale à 4 mm, représentant 31% de la profondeur maximale de découpe H. Chaque incision transversale traversante 81 est à une distance D1, par rapport à la cavité externe 71 la plus proche de ladite découpe circonférentielle complexe 7, égale à 10 mm. La pluralité de coupures transversales (81, 82) comprend également une deuxième famille de coupures transversales, appelées coupures transversales borgnes 82, s'arrêtant au voisinage d'une cavité externe 71 de la découpe circonférentielle complexe 7, et ayant chacune une épaisseur E2 égale à 2 mm et une profondeur P2 égale à 2 mm représentant 16% de la profondeur maximale de découpe H. Chaque découpe transversale borgne 82 est à une distance D2, par rapport à ladite cavité externe 71, égale à 3 mm. Chaque découpe transversale borgne 82 comprend une première portion transversale 821, formant, avec la direction circonférentielle XX' du pneumatique, un angle moyen B1 égal à 60° , et une portion d'extrémité borgne 822 formant, avec la direction circonférentielle XX' du pneumatique, un angle moyen B2 égal à 25° . Le pas circonférentiel Pc entre deux coupures transversales consécutives de la pluralité de coupures transversales (81, 82), respectivement entre une incision transversale traversante 81 et une découpe transversale borgne 82, est égal à 35 mm.

[0034] La [Fig.2] est une coupe circonférentielle médiane d'une portion de bande de roulement 2 d'un pneumatique 1 selon l'invention. Cette coupe circonférentielle médiane est réalisée selon le plan de coupe A-A de la [Fig.1] correspondant au plan circonférentiel médian XZ, passant par le milieu de la bande de roulement, et coupe la découpe circonférentielle complexe 7 selon sa ligne moyenne. La découpe circonférentielle complexe 7, située dans la portion médiane 4 de la bande de roulement 2, comprend, à l'état neuf du pneumatique, une alternance de cavités externes 71, ouvertes sur la surface de roulement 3, et de cavités internes 72, cachées à l'intérieur de la bande de roulement 2 et reliées à la surface de roulement 3 par une incision circonférentielle 721, deux cavités respectivement externe 71 et interne 72 consécutives étant reliées entre elles. Dans le mode de réalisation représenté, la découpe circonférentielle complexe 7 s'étend radialement à partir de la surface de roulement 3 sur une profondeur H, correspondant à la profondeur maximale de découpe. Sur la [Fig.2] sont représentées en pointillés (car non débouchantes dans le plan XZ) deux coupures transversales borgnes 82 ayant une profondeur P2. Sont également re-

présentées, en coupe, des incisions transversales traversantes 81, ayant une épaisseur E1 et une profondeur P1.

[0035] Les inventeurs ont plus particulièrement étudié cette invention pour un pneumatique I de dimension 245/70R17.5, destiné à équiper les essieux d'une remorque de véhicule poids lourds, et ayant une capacité de charge maximale égale à 2725kg pour une pression de gonflage égale à 9 bars.

[0036] Le tableau 1 ci-après résume les caractéristiques du pneumatique I selon l'invention, étudié par les inventeurs :

[Tableaux1]

Caractéristiques	Mini	I	Maxi	Commentaires sur les caractéristiques de I
Profondeur maximale de découpe H	-	13 mm	-	Hauteur maximale de sculpture
Angle moyen T (/XX') d'une incision transversale traversante 81	45°	60°	90°	Supérieur à 45°
Epaisseur E1 d'une incision transversale traversante 81	0.4 mm	0.6 mm	0.8 mm	Comprise entre 0.4 mm et 0.8 mm
Profondeur P1 d'une incision transversale traversante 81	20% H	4 mm	H	$P1/H = 4/13 = 31\% \Rightarrow$ Supérieur à 20% H
Distance D1 d'une incision transversale traversante 81 à la cavité externe 71 la plus proche	7 mm, de préférence 10 mm	10 mm		Supérieure à 7 mm
Angle moyen B1 (/XX') de la première portion transversale 821 d'une découpe transversale borgne 82		60°		Supérieur à 45°
Angle moyen B2 (/XX') de la deuxième portion d'extrémité borgne 822 d'une découpe transversale borgne 82		25°		Inférieur à 45° et même à 30°
Epaisseur E2 d'une découpe transversale	1 mm, de préférence 2	2 mm	5 mm, de préférence 4	Comprise entre 2 mm et 4 mm

borgne 82	mm		mm	
Profondeur P2 d'une découpe transversale borgne 82	10% H	2 mm	20% H	$P2/H = 2/13 = 16\% \Rightarrow$ Inférieur à 20%H
Distance D2 de la découpe transversale borgne 82 à la cavité externe 71 la plus proche	3 mm	3 mm	10 mm	Comprise entre 3 mm et 10 mm
Pas circonférentiel Pc des découpures transversales	10 mm, de préférence 20 mm	35 mm	50 mm, de préférence 35 mm	Compris entre 20 mm et 35 mm

[0037] Les résultats des tests de performances, réalisés sur la dimension d'étude 245/70 R 17.5 précédemment décrite, ont montré la conformité aux résultats attendus. En particulier, l'adhérence sur sol neige, testée selon la méthode décrite à l'annexe 7 du règlement UN 117 de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies, est nettement améliorée par rapport au pneumatique Michelin de référence 245/70 R 17.5 X MULTI T2, avec un gain de 35% en motricité. De plus les performances en adhérence sur sol mouillé, mesurée selon la méthode décrite à l'annexe 5 du règlement UN 117, et en bruit du roulement, mesuré selon la méthode décrite à l'annexe 3 du règlement UN 117, sont au même niveau que celles du pneumatique de référence. Enfin, la performance de résistance aux arrachements est en cours de confirmation sur des tests de roulage en clientèle.

Revendications

- [Revendication 1] Pneumatique (1) pour un véhicule poids lourd comprenant une bande de roulement (2), destinée à entrer en contact avec un sol par l'intermédiaire d'une surface de roulement (3), comprenant une portion médiane (4) et deux portions latérales (5),
- la portion médiane (4) étant séparée de chaque portion latérale (5) par une découpeur circonférentielle (6) formant, avec une direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle moyen inférieur à 45°,
 - la portion médiane (4) comprenant au moins une découpeur circonférentielle complexe (7), formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle moyen inférieur à 45°,
 - la au moins une découpeur circonférentielle complexe (7) comprenant, à l'état neuf du pneumatique, une alternance de cavités externes (71), ouvertes sur la surface de roulement (3), et de cavités internes (72), cachées à l'intérieur de la bande de roulement (2) et reliées à la surface de roulement (3) par une incision circonférentielle (721), deux cavités respectivement externe (71) et interne (72) consécutives étant reliées entre elles,
 - la portion médiane (4) comprenant une pluralité de découpures transversales (81, 82), ayant au moins une portion transversale formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle moyen (T, B1) au moins égal à 45°,
 - la bande de roulement (2) ayant une profondeur maximale de découpeur (H),
- caractérisé en ce que** la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprend une première famille de découpures transversales, appelées incisions transversales traversantes (81), intersectant au moins une découpeur circonférentielle complexe (7) entre deux cavités externes (71) consécutives, et ayant chacune une épaisseur (E1) au plus égale à 0.8 mm et une profondeur (P1) au moins égale à 20% de la profondeur maximale de découpeur (H), chaque incision transversale traversante (81) étant à une distance (D1), par rapport à la cavité externe (71) la plus proche de ladite découpeur circonférentielle complexe (7), au moins égale à 7 mm, **et/ou en ce que** la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprend une deuxième famille de découpures transversales, appelées découpures transversales borgnes (82), s'arrêtant au voisinage d'une cavité externe (71) d'une découpeur circonférentielle

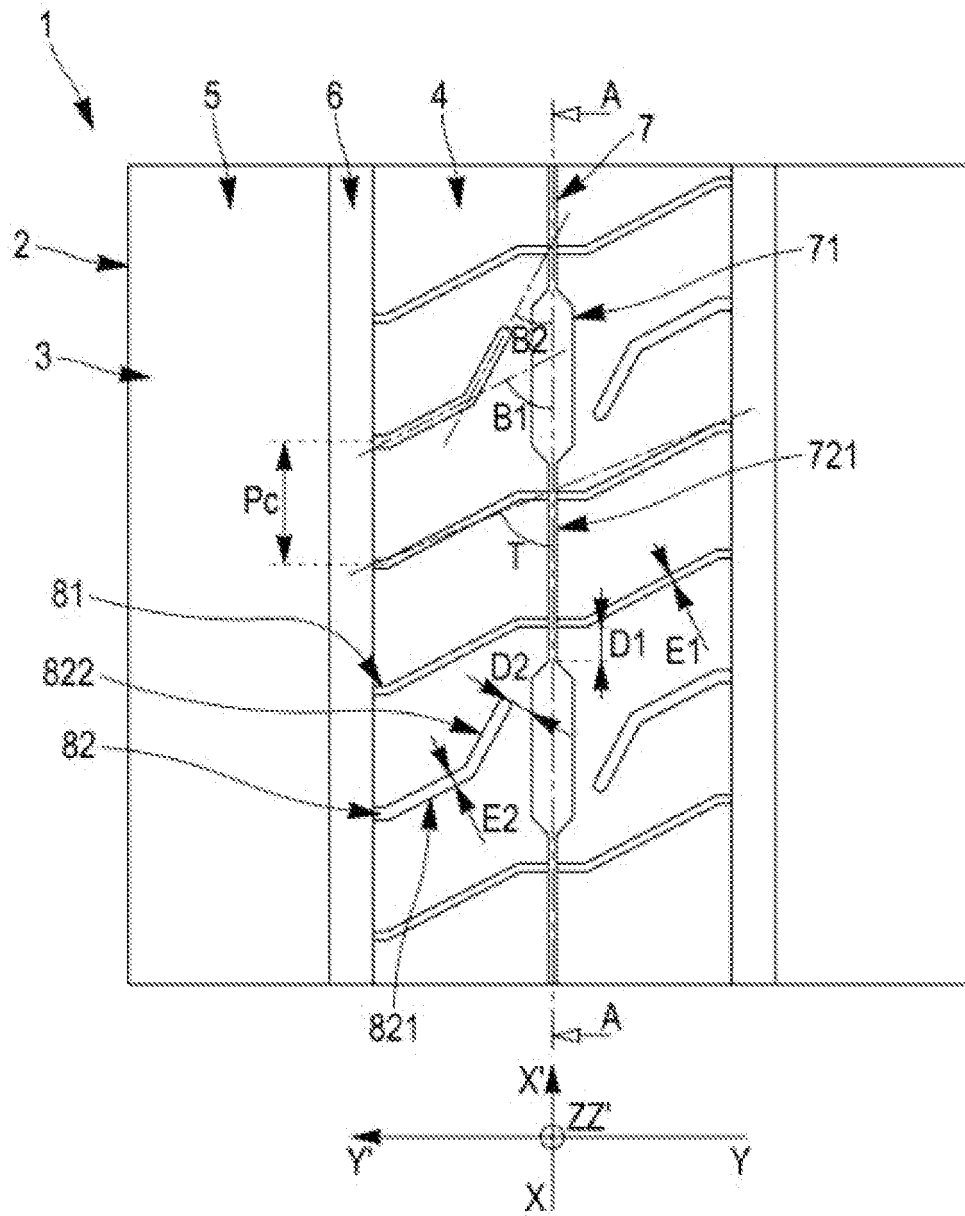
complexe (7), et ayant chacune une épaisseur (E2) au moins égale à 1 mm et une profondeur (P2) au plus égale à 20% de la profondeur maximale de découpe (H), chaque découpe transversale borgne (82) étant à une distance (D2), par rapport à ladite cavité externe (71), au moins égale à 3 mm.

- [Revendication 2] Pneumatique (1) selon la revendication 1, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une première famille d'incisions transversales traversantes (81), **dans lequel** chaque incision transversale traversante (81) a une épaisseur (E1) au moins égale à 0.4 mm.
- [Revendication 3] Pneumatique (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une première famille d'incisions transversales traversantes (81), **dans lequel** chaque incision transversale traversante (81) a une profondeur (P1) au plus égale à la profondeur maximale de découpe (H).
- [Revendication 4] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une première famille d'incisions transversales traversantes (81), **dans lequel** la distance (D1) entre chaque incision transversale traversante (81) et la cavité externe (71) la plus proche est au moins égale à 10 mm.
- [Revendication 5] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes (82), **dans lequel** chaque découpe transversale borgne (82) a une épaisseur (E2) au moins égale à 2 mm.
- [Revendication 6] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes (82), **dans lequel** chaque découpe transversale borgne (82) a une épaisseur (E2) au plus égale à 5 mm, de préférence au plus égale à 4 mm.
- [Revendication 7] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes (82), **dans lequel** chaque découpe transversale borgne (82) a une profondeur (P2) au moins égale à 10% de la profondeur maximale de découpe (H).
- [Revendication 8] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, la pluralité de découpures transversales (81, 82) comprenant une deuxième famille de découpures transversales borgnes (82), **dans lequel** au moins une découpe transversale borgne (82) comprend une première portion

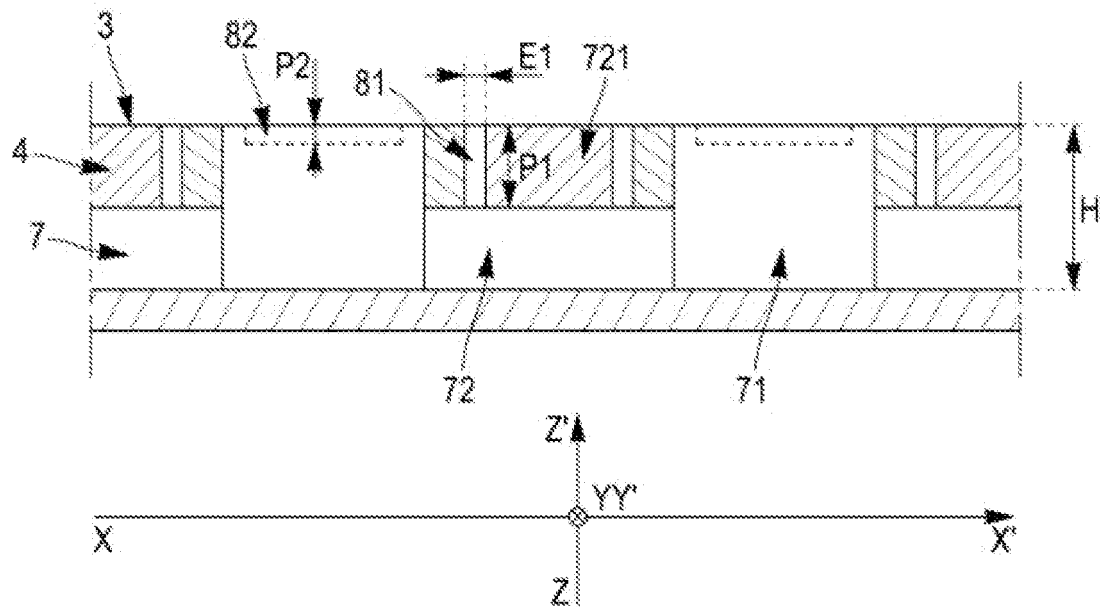
transversale (821), formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle moyen (B1) au moins égal à 45°, et une portion d'extrémité borgne (822) formant, avec la direction circonférentielle (XX') du pneumatique, un angle moyen (B2) inférieur à 45°, de préférence inférieur à 30° et encore plus préférentiellement inférieur à 25°.

- [Revendication 9] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **dans lequel** le pas circonférentiel (Pc) entre deux découpures transversales consécutives de la pluralité de découpures transversales (81, 82) est au moins égal à 10 mm, de préférence au moins égal à 20 mm.
- [Revendication 10] Pneumatique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **dans lequel** le pas circonférentiel (Pc) entre deux découpures transversales consécutives de la pluralité de découpures transversales (81, 82) est au plus égal à 50 mm, de préférence au plus égal à 35 mm.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 907232
FR 2205803

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	US 2021/229502 A1 (BERTHIER ROMAIN [FR] ET AL) 29 juillet 2021 (2021-07-29)	1-4, 9, 10	B60C11/03
A	* alinéas [0029], [0030], [0063], [0072], [0073]; figures 1-4 * -----	5-8	
A	US 2021/178829 A1 (ZIVKOVIC TONY [FR] ET AL) 17 juin 2021 (2021-06-17) * figures 1,2 * -----	1-10	
A	US 2022/048335 A1 (MAYNI PAUL ANDREW [US] ET AL) 17 février 2022 (2022-02-17) * figures 1,2,11 * -----	1-10	
A	US 2020/298625 A1 (ZHU FANG [US] ET AL) 24 septembre 2020 (2020-09-24) * figures 1-5, 10, 11 * -----	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			B60C
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 janvier 2023		Balázs, Matthias	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2205803 FA 907232**

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 **11-01-2023**
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
US 2021229502 A1		29-07-2021	CN	112203869 A	08-01-2021
			EP	3802154 A1	14-04-2021
			US	2021229502 A1	29-07-2021
			WO	2019229371 A1	05-12-2019

US 2021178829 A1		17-06-2021	CN	111295298 A	16-06-2020
			EP	3707012 A1	16-09-2020
			US	2021178829 A1	17-06-2021
			WO	2019092364 A1	16-05-2019

US 2022048335 A1		17-02-2022	CN	112739553 A	30-04-2021
			EP	3877200 A1	15-09-2021
			US	2022048335 A1	17-02-2022
			WO	2020096745 A1	14-05-2020

US 2020298625 A1		24-09-2020	AU	2017248325 A1	25-10-2018
			CN	109070651 A	21-12-2018
			EP	3439899 A1	13-02-2019
			JP	6820941 B2	27-01-2021
			JP	2019510681 A	18-04-2019
			US	2020298625 A1	24-09-2020
			WO	2017176280 A1	12-10-2017
			WO	2017177132 A1	12-10-2017
