



- (51) Classification internationale des brevets :
B60C 1/00 (2006.01) *B60C 11/12* (2006.01)
B60C 11/03 (2006.01) *B60C 11/11* (2006.01)

- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2013/077379

- (22) Date de dépôt international :
19 décembre 2013 (19.12.2013)

- (25) Langue de dépôt : français

- (26) Langue de publication : français

- (30) Données relatives à la priorité :
1262814 27 décembre 2012 (27.12.2012) FR

- (71) Déposants : **COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN** [FR/FR]; 12 Cours Sablon, F-63000 Clermont-Ferrand (FR). **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH]; Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

- (72) Inventeurs : **TREGOUET, Pierre**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). **MARLIER, Fabien**; MANUFACTURE FRAN-

CAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). **METZGER, Julien**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR). **HI-DROT, Jean-Denis**; MANUFACTURE FRANCAISE DES PNEUMATIQUES MICHELIN, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

- (74) Mandataire : **COHEN, Sylvia**; Manufacture Française des Pneumatiques Michelin, 23, place des Carmes-Déchaux -, DGD/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,

[Suite sur la page suivante]

- (54) Title : IMPROVED TREAD FOR HEAVY TRUCK TYRE

- (54) Titre : BANDE DE ROULEMENT AMELIOREE POUR PNEU DE VEHICULE POIDS LOURD

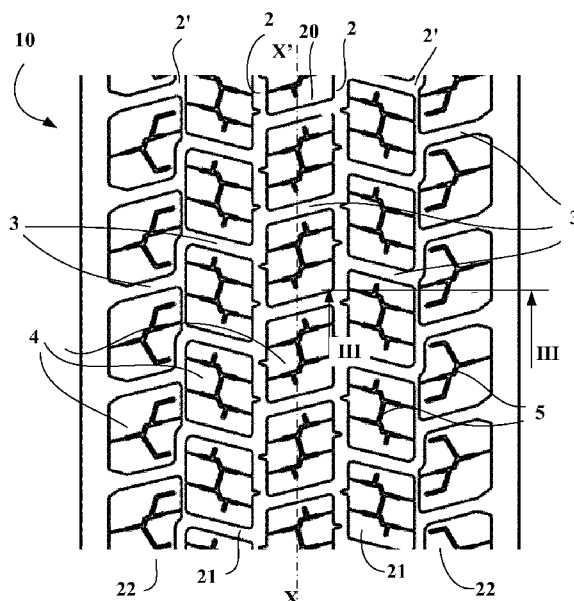


FIG. 2

(57) Abstract : The invention relates to a tread (10) for a tyre designed to equip a powered axle of a heavy truck with thickness E, said tread having a rolling surface (40) designed to come into contact with a roadway, said tread having: - at least two main slots (2) oriented circumferentially, dividing the tread into an intermediate part and edge parts, said main slots (2) having depths at most equal to the total thickness of the tread, - a plurality of transverse slots (3) dividing at least the intermediate part to form a plurality of units (4), - each unit (4) of the intermediate part being provided with at least one transversely oriented incision (5), said transverse incision (5) having a depth less than or equal to the depth of the main circumferential slots (2), said tread being such that at least one wearing course - said wearing course extending between the rolling surface in new condition and at least 50% of the thickness E of the tread, is made up of a rubber composition with a base of at least 90 parts per hundred of elastomer (phe), isoprene elastomer, carbon black as a reinforcing filler and a cross-linking system, and for which the dispersion of the filler in the elastomer matrix has a Z score greater than or equal to 90.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (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))

Bande de roulement (10) pour pneu destiné à équiper un essieu moteur d'un véhicule poids lourd d'épaisseur E, cette bande ayant une surface de roulement (40) destinée à venir en contact avec une chaussée, cette bande de roulement ayant : - au moins deux rainures principales (2) d'orientation circonférentielle divisant la bande de roulement en une partie intermédiaire et des parties de bord, ces rainures principales (2) ayant des profondeurs au plus égales à l'épaisseur totale E de la bande de roulement, - une pluralité de rainures transversales (3) divisant au moins la partie intermédiaire pour former une pluralité de blocs (4), - chaque bloc (4) de la partie intermédiaire étant pourvu avec au moins une incision d'orientation transversale (5), cette incision transversale (5) ayant une profondeur au plus égale à la profondeur des rainures principales (2) circonférentielles, cette bande de roulement étant telle qu'au moins une couche d'usure - cette couche d'usure s'étendant entre la surface de roulement à l'état neuf et au moins 50% de l'épaisseur E de la bande de roulement est constituée d'une composition de caoutchouc à base d'au moins 90 parties pour cent parties d'élastomère, pce, d'élastomère isoprénique, du noir de carbone à titre de charge renforçante ainsi qu'un système de réticulation, et pour laquelle la dispersion de la charge dans la matrice élastomérique a une note Z supérieure ou égale à 90.

BANDE DE ROULEMENT AMELIOREE POUR PNEU DE VEHICULE POIDS LOURD.

La présente invention concerne les bandes de roulement pour pneus équipant les essieux moteur (« DRIVE » en anglais) des véhicules poids lourd et plus particulièrement une combinaison spécifique de sculpture de ces bandes de roulement et de composition de caoutchouc les composant.

Un roulage par temps de pluie requiert une élimination la plus rapide possible de l'eau dans la région de contact de chaque pneu avec la chaussée afin d'assurer un contact entre le matériau constituant la bande de roulement et cette chaussée. Pour ce faire, il est formé sur la bande de roulement des rainures qui, par leurs dimensions (profondeur et largeur), restent ouvertes dans le contact avec la chaussée et permettent ainsi d'écouler de l'eau qui n'est pas repoussée sur l'avant et/ou sur les côtés du pneu.

Les rainures peuvent avoir toute forme vue en section transversale et en trace sur la surface de roulement et être orientées selon une direction quelconque. Par trace d'une rainure sur la surface de roulement, on entend ici la ligne moyenne géométrique suivie par les arêtes formées par ladite rainure sur ladite surface.

Pour les pneus destinés aux essieux directeur ou porteur d'un véhicule poids lourd, il est usuel de pourvoir la bande de roulement de ces pneus avec des rainures longitudinales dont la profondeur est égale sensiblement à l'épaisseur totale de la bande de roulement (sans compter l'épaisseur éventuellement prévue pour permettre un renouvellement partiel des rainures). Cette profondeur est en règle générale comprise entre 13 et 18 mm pour les essieux directeurs. Pour les pneus destinés aux essieux moteurs la profondeur des rainures peut aller jusqu'à 24 mm.

Pour de tels pneus de l'état de la technique, le taux de creux volumique total est en règle générale compris entre 15 et 25% du volume total de la bande de roulement destiné à être utilisé au cours du roulage (le volume total incluant le volume des creux à l'état neuf). On constate que ces pneus ont un volume de creux disponible dans l'aire de contact qui est relativement important à l'état neuf ; ce volume de creux s'ouvrant sur la surface de roulement dans le contact est en moyenne de l'ordre de 100 cm³ pour par exemple un pneu de dimension 315/70 R 22.5. Pour le pneu considéré, cette valeur est obtenue pour ses conditions nominales de gonflage et d'écrasement en statique telles que définies par le standard ETRTO.

Par ailleurs, pour améliorer l'adhérence du pneu sur la chaussée, notamment des pneus pour essieu moteur, il est connu de former des rainures et/ou des incisions transversales qui créent des arêtes sur la surface de roulement. Une incision est une fente mince ayant une largeur moyenne faible et telle que, sous des conditions d'usage, les parois de matière délimitant cette incision
5 puissent venir, au moins partiellement, en contact l'une sur l'autre lors du passage dans la région de contact avec la route afin de limiter la perte de rigidité liée à la présence de ces incisions. Ces rainures et/ou incisions transversales peuvent être de profondeur égale à l'épaisseur de la bande à user ou inférieure à cette épaisseur.

Il est à noter que les rainures, ne fermant pas dans le contact, génèrent un abaissement des rigidités de compression et de cisaillement puisque ces rainures délimitent des portions de matière
10 plus sensibles à la déformation comparativement aux portions délimitées par des incisions. En effet, dans le cas d'incisions les parois de matière délimitant ces incisions peuvent venir en contact les unes sur les autres au moins dans le passage dans la région de contact avec la chaussée. Cette diminution de rigidité, dans le cas de la présence de rainures, induit une augmentation des
15 déformations et génère une diminution de la performance en usure de la bande : on observe une usure plus importante pour une distance parcourue fixée (ceci correspond à une augmentation de la vitesse d'usure de la bande). Par ailleurs, on constate une augmentation de la résistance au roulement et donc de la consommation des véhicules équipés de tels pneus, résultant d'une
20 augmentation des pertes hystérétiques liées aux cycles de déformations de la matière composant la bande de roulement.

Le choix d'un matériau composant la bande de roulement se fait généralement en fonction de l'usage du pneumatique ; de façon classique, l'utilisation de caoutchouc naturel permet à la fois d'obtenir un niveau d'hystérèse bas (donc une thermique du pneumatique abaissée) et une très
25 bonne tenue aux agressions et arrachements. Cependant, il est également connu qu'une composition de caoutchouc comprenant uniquement du caoutchouc naturel présente en bande de roulement de moins bonnes propriétés de résistance à la fatigue. L'utilisation des compositions de caoutchouc à base d'un coupage de caoutchouc naturel et de polybutadiène (minoritaire) pour de telles bandes de roulement ayant des sculptures telles que décrites précédemment permet
d'améliorer la résistance à la fatigue, mais au détriment de l'hystérèse donc de la résistance et
30 avec une diminution de la résistance aux arrachements sur choc et notamment aux chocs sur les parties latérales des bandes de roulement lors de roulage contre des obstacles.

Les demanderesses ont découvert de façon surprenante qu'une combinaison particulière d'une composition de caoutchouc et d'un type spécifique de sculpture permettrait de réaliser un bon compromis de performances notamment en termes de résistance au roulement, résistance à la fatigue et résistance aux chocs.

5 Définitions :

Par sculpture d'une bande de roulement, on entend dans la présente description la géométrie de la partie de la bande de roulement destinée à venir en contact avec une chaussée, cette sculpture étant formée par des éléments de reliefs délimités les uns des autres par des découpures (rainures, incisions, puits, cavités).

- 10 Le volume total d'une bande de roulement est égal au volume total de matière pouvant être utilisé en roulage avant de devoir retirer le pneu pour, soit renouveler sa bande de roulement par rechapage, soit le remplacer par un nouveau pneu.

- 15 Le volume total de creux (ou de cavité) d'une bande de roulement est égal à la somme de tous les volumes de creux s'ouvrant ou non sur la surface de roulement de la bande à l'état neuf. Par creux on entend des rainures, des puits ou tout type de cavités, lesdites cavités étant destinées à s'ouvrir dans la zone de contact avec la chaussée et à participer à un moment ou à un autre au drainage de la zone de contact.

- 20 Le taux volumique de creux d'une bande de roulement à l'état neuf correspond au ratio entre le volume total de creux de la bande et le volume total de la bande pris entre la surface de roulement à l'état neuf et une surface virtuelle parallèle à la surface de roulement et passant par les points de creux les plus à l'intérieur de la bande.

Un bloc est un élément en relief formé sur la bande de roulement qui est délimité par des creux ou rainures et comprenant des parois latérales et une face de contact destinée à venir en contact avec la chaussée pendant le roulage.

- 25 Le plan médian équatorial est un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du pneu et passant par les points du pneu radialement les plus éloignés dudit axe de rotation. Ce plan équatorial divise sensiblement le pneu en deux moitiés sensiblement égales.

Par direction radiale, on entend une direction qui est perpendiculaire à l'axe de rotation du pneu (cette direction correspond à la direction de l'épaisseur de la bande de roulement).

Par direction axiale, on entend une direction parallèle à l'axe de rotation du pneu.

Par direction circonférentielle, on entend une direction qui est perpendiculaire à la fois à la direction axiale et à une direction radiale.

Les conditions usuelles de roulage du pneu ou conditions d'utilisation sont celles qui sont définies
5 par la norme E.T.R.T.O. ; ces conditions d'utilisation précisent la pression de gonflage de référence correspondant à la capacité de charge du pneu indiquée par son indice de charge et son code vitesse. Ces conditions d'utilisation peuvent aussi être dites "conditions nominales" ou "conditions d'usage".

Dans la présente description, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%)
10 indiqués sont des pourcentages (%) en poids.

« pce » signifie parties en poids pour cent parties d'élastomère (s).

Tout intervalle de valeurs désigné par l'expression : "entre A et B" représente l'ensemble des valeurs supérieures à A et inférieure à B (les valeurs A et B sont exclues de cet ensemble), tandis que tout intervalle de valeurs désigné par l'expression "de A à B" représente l'ensemble de toutes
15 les valeurs au moins égales à A et au plus égale à B (les valeurs A et B sont incluses dans cet ensemble).

De façon usuelle, on utilise indifféremment dans le présent texte les termes « élastomère » et « caoutchouc » qui sont interchangeables.

À cet effet, l'invention a pour objet une bande de roulement pour pneu destiné à équiper un essieu
20 moteur d'un véhicule poids lourd, cette bande de roulement ayant une épaisseur totale E et une surface de roulement destinée à venir en contact avec une chaussée. Cette bande a en outre :

- au moins deux rainures principales d'orientation circonférentielle divisant la bande de roulement en une partie intermédiaire et des parties de bord, ces rainures ayant des profondeurs au plus égales à l'épaisseur totale E de la bande de roulement,
- 25 - une pluralité de rainures transversales divisant la partie intermédiaire pour former une pluralité de blocs,

- 5 -

- chaque bloc de la partie intermédiaire étant pourvu avec au moins une incision d'orientation transversale, cette incision ayant une profondeur au plus égale à la profondeur des rainures principales circonférentielles.

5 Cette bande de roulement est en outre telle qu'au moins une couche d'usure – cette couche d'usure s'étendant entre la surface de roulement à l'état neuf et au moins 50% de l'épaisseur E de la bande de roulement, est constituée d'une composition de caoutchouc à base d'au moins 90 parties pour cent parties d'élastomère, pce, d'élastomère isoprénique, du noir de carbone à titre de charge renforçante ainsi qu'un système de réticulation, et pour laquelle la dispersion de la charge dans la matrice élastomérique a une note Z supérieure ou égale à 90.

10 Selon un mode de réalisation privilégié de l'invention, la composition de caoutchouc, d'au moins la couche d'usure partant de la surface de roulement à l'état neuf, est obtenue à partir d'un mélange maître comprenant au moins l'élastomère isoprénique et le noir de carbone, et présentant une dispersion du noir de carbone dans la matrice élastomérique ayant une note Z supérieure ou égale à 90.

15 Préférentiellement, l'élastomère isoprénique est constitué par du caoutchouc naturel.

Selon une variante préférentielle de l'invention, le mélange maître est obtenu par mélangeage en phase liquide à partir d'un latex de caoutchouc naturel et d'une dispersion aqueuse de noir de carbone.

20 Avantageusement, le mélange maître est obtenu selon les étapes de procédé suivantes :

- alimenter un flux continu d'un latex d'élastomère diénique jusqu'à une zone de mélange d'un réacteur de coagulation définissant une zone allongée de coagulation s'étendant entre la zone de mélange et une sortie,
- alimenter un flux continu d'un fluide comprenant une charge sous pression dans la zone
- 25 de mélange d'un réacteur de coagulation pour former un mélange coagulé,
- sécher le coagulum obtenu précédemment afin de récupérer le mélange maître.

30 Selon une variante de réalisation de l'invention, la composition de caoutchouc de la couche d'usure comprend en plus du mélange maître, au moins une autre charge renforçante identique ou différente de celle du mélange maître.

Selon une autre variante de réalisation de l'invention, le noir de carbone du mélange maître constitue la charge majoritaire en poids de la composition de caoutchouc de la couche d'usure.

- 6 -

L'invention concerne également un pneumatique destiné à équiper un essieu moteur d'un véhicule poids lourd comprenant une bande de roulement telle que décrite ci-dessus.

L'invention s'étend aussi à toute bande de roulement fabriquée en vue de renouveler la partie externe d'un pneu après usure par rechapage ou encore à tout type de pneu destiné à équiper un
5 véhicule poids lourd et pourvu avec une bande de roulement telle que décrite précédemment.

Selon une autre variante préférentielle de réalisation de l'invention, il est choisi de former une bande de roulement dont le taux de creux volumique à l'état neuf est au plus égal à 12% et encore plus préférentiellement au plus égal à 10% voire même encore plus préférentiellement inférieur à 8%.

10 Ce type de bande comprend :

- au moins deux rainures principales d'orientation circonférentielle divisant la bande de roulement en une partie intermédiaire et des parties de bord, ces rainures ayant des profondeurs au plus égales à l'épaisseur totale E de la bande de roulement,

- une pluralité d'incisions transversales divisant la partie intermédiaire,

15 - au moins un canal partiellement ou en totalité sous la surface de roulement à l'état neuf.

Cette bande de roulement est en outre telle qu'au moins une couche d'usure - cette couche d'usure s'étendant entre la surface de roulement à l'état neuf et au moins 50% de l'épaisseur E de la bande de roulement, est constituée d'une composition de caoutchouc à base d'au moins 90 pce (parties pour cent parties d'élastomère), d'élastomère isoprénique, du noir de carbone à titre de charge
20 renforçante ainsi qu'un système de réticulation, et pour laquelle la dispersion de la charge dans la matrice élastomérique a une note Z supérieure ou égale à 90.

Selon un mode de réalisation privilégié de l'invention, la composition de caoutchouc, d'au moins la couche d'usure partant de la surface de roulement à l'état neuf, est obtenue à partir d'un mélange maître comprenant au moins l'élastomère isoprénique et le noir de carbone, et présentant
25 une dispersion du noir de carbone dans la matrice élastomérique ayant une note Z supérieure ou égale à 90.

Préférentiellement, l'élastomère isoprénique est constitué par du caoutchouc naturel.

Selon une variante préférentielle de l'invention, le mélange maître est obtenu par mélangeage en phase liquide à partir d'un latex de caoutchouc naturel et d'une dispersion aqueuse de noir de

carbone.

Avantageusement, le mélange maître est obtenu selon les étapes de procédé suivantes :

- alimenter un flux continu d'un latex d'élastomère diénique jusqu'à une zone de mélange
- 5 d'un réacteur de coagulation définissant une zone allongée de coagulation s'étendant entre la zone de mélange et une sortie,
- alimenter un flux continu d'un fluide comprenant une charge sous pression dans la zone de mélange d'un réacteur de coagulation pour former un mélange coagulé,
- sécher le coagulum obtenu précédemment afin de récupérer le mélange maître.

10

Selon une variante de réalisation de l'invention, la composition de caoutchouc de la couche d'usure comprend en plus du mélange maître, au moins une autre charge renforçante identique ou différente de celle du mélange maître.

Selon une autre variante de réalisation de l'invention, le noir de carbone du mélange maître

15 constitue la charge majoritaire en poids de la composition de caoutchouc de la couche d'usure.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortent de la description faite ci-après en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemple non limitatif, une forme de réalisation de l'objet de l'invention.

20

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

La figure 1 représente une vue en plan d'une bande de roulement employée sur un essieu moteur d'un véhicule poids lourd selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

La figure 2 représente une vue en coupe transversale d'une bande de roulement employée sur un

25 essieu moteur d'un véhicule poids lourd selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

La figure 3 montre une coupe partielle de la bande montrée avec la figure 2.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Pour les figures accompagnant cette description, des mêmes signes de référence peuvent être employés pour décrire des variantes de l'invention dès lors que ces signes de référence renvoient à des éléments d'une même nature, que cette nature soit structurelle ou bien fonctionnelle.

La figure 1 montre une vue en plan une première variante de l'invention combinant une composition décrite plus loin et une bande de roulement 10 correspondant à la sculpture commercialisée sous l'appellation « XDE2 » pour un pneu de dimension 315/70 R 22.5 et destinée à équiper un essieu moteur d'un véhicule poids lourd.

Pour le pneu considéré, cette sculpture comprend cinq rainures 2 longitudinales dont la profondeur, égale à 15 mm, correspond à l'épaisseur totale E de la bande de roulement destinée à être usée en roulage. Cette même sculpture comprend en outre des rainures transversales 3 de même profondeur que les rainures longitudinales 2. Ces rainures longitudinales et transversales délimitent une pluralité de blocs de sculpture 4. Chaque bloc comprend une incision 5 de faible profondeur relativement à la profondeur des rainures longitudinales et transversales. Ces incisions 5 ont une trace qui est zigzagante sur la surface de roulement 40. Dans cette première variante de sculpture l'ensemble des creux formés par les rainures sont ouverts sur la surface de roulement 40 à l'état neuf. Dans le cas présent, il n'y a qu'une seule couche d'usure puisque le volume total de creux formé par les rainures longitudinales est ouvert en totalité sur la surface de roulement à l'état initial (pneu neuf) et ce volume de creux diminue à mesure que s'use la bande de roulement.

À l'état initial correspondant à la bande de roulement à l'état neuf non usé, cette sculpture a un volume total de creux mesuré dans les conditions nominale de pression de gonflage et de charge, disponible dans le contact avec une chaussée, qui est important et égal à 19% du volume de la bande disponible pour être usé en roulage (ce volume total incluant le volume des creux).

En combinaison avec cette première variante on utilise avantageusement les compositions de caoutchouc décrites plus loin dans ce document.

La figure 2 montre une deuxième variante de sculpture de bande de roulement qui, combinée avec une composition telle que décrite plus loin, confère les avantages selon l'invention. Dans cette deuxième variante, il est choisi de former une bande de roulement dont le taux de creux volumique à l'état neuf est sensiblement inférieur à celui d'une bande de roulement usuelle pour essieu moteur (et telle que par exemple décrite avec la première variante). Dans le cas présent, le taux de creux volumique est égal à 12%.

Ce type de bande comprend :

- deux rainures principales 2 d'orientation circonférentielle de part et d'autre du plan équatorial représenté par sa trace XX' sur la figure 2, ces rainures principales 2 délimitant une zone centrale 20 ; ces rainures principales 2 ont des profondeurs égales à l'épaisseur totale E de la bande de roulement de matière à user en roulage ;
- deux incisions 2' d'orientation circonférentielle axialement à l'extérieur des rainures principales, ces incisions 2' délimitant une région de bord 22 et une région intermédiaire 21 ; ces incisions sont prolongées par un canal 6' visible sur la figure 3 montrant une coupe méridienne suivant un plan contenant l'axe de rotation et dont la trace est montrée par la ligne III-III sur la figure 2
- une pluralité de rainures transversales 3 divisant avec les rainures longitudinales et les incisions longitudinales la bande en une pluralité de bloc 4.

Chaque bloc 4 est pourvu de plusieurs incisions 5 reliées entre elles, ces incisions présentant la particularité de se prolonger à l'intérieur par des canaux 50 - visibles sur la figure 3 - destinés à former de nouvelles rainures après une usure partielle de la bande.

- La figure 3 montre une coupe partielle réalisée dans un plan radial c'est-à-dire contenant l'axe de rotation du pneu pourvu de la bande montrée avec la figure 2. Sur cette figure on distingue la présence de deux couches d'usure, la première couche I s'étendant entre la surface de roulement 40 à l'état neuf et la surface à partir de laquelle apparaissent les nouvelles rainures formée par les canaux 6'. La deuxième couche d'usure II vient en contact avec la chaussée dès lors que la première couche I est totalement usée ; cette deuxième couche II se termine quand est atteinte la limite d'usure de la bande nécessitant son remplacement.

Dans le cas présent, le volume de creux total à l'état neuf est égal à 12% du volume de bande à user (ce volume total incluant tous les volumes des creux).

Composition de caoutchouc de la première couche d'usure ou de la couche d'usure unique selon l'une des deux variantes de sculptures précédemment décrites.

5 La première couche d'usure (c'est-à-dire la couche d'usure en contact avec la chaussée lorsque la bande de roulement est neuve) est constituée d'une composition de caoutchouc à base d'au moins 90 parties pour cent parties d'élastomère, pce, d'élastomère isoprénique, du noir de carbone à titre de charge renforçante ainsi qu'un système de réticulation, et pour laquelle la dispersion de la charge dans la matrice élastomérique a une note Z supérieure ou égale à 90.

10 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 diènes (monomères porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non).

15 Les élastomères diéniques peuvent être classés de manière connue en deux catégories, ceux dits essentiellement insaturés et ceux dits essentiellement saturés. C'est ainsi, par exemple, que les caoutchoucs butyle ou les copolymères de diènes et d'alpha-oléfines type EPDM entrent dans la définition d'élastomères diéniques essentiellement saturés (taux de motifs d'origine diénique faible ou très faible, toujours nettement inférieur à 15%).

20 La présente invention est mise en œuvre avec au moins 90 pce d'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 mélanges de ces élastomères. L'élastomère isoprénique est de préférence du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse
25 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%.

30 Préférentiellement cet élastomère isoprénique est constitué par du caoutchouc naturel.

Selon une variante de l'invention, la composition comprend 100% d'élastomère isoprénique.

35 Selon une autre variante de l'invention, la composition comprend de 1 à 40 pce, préférentiellement de 1 à 30 pce, de préférence de 1 à 20 pce, et encore plus préférentiellement de 10 à 20 pce, d'un autre élastomère diénique, de préférence du type fortement insaturé. Cet élastomère diénique est plus préférentiellement choisi dans le groupe constitué par les

polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères de butadiène, les différents copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères, de tels copolymères étant notamment choisis dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), que ces derniers soient préparés par polymérisation en émulsion (ESBR) comme en solution (SSBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR) et les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR). Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, la composition de caoutchouc est obtenue à partir d'un mélange maître comprenant au moins l'élastomère isoprénique et le noir de carbone, et présentant une dispersion du noir de carbone dans la matrice élastomérique ayant une note Z supérieure ou égale à 90.

Ce premier mélange maître est obtenu de préférence par mélangeage en phase liquide qui permette d'obtenir des mélanges maîtres présentant une très bonne dispersion du noir de carbone dans l'élastomère. Ainsi notamment pour la réalisation du mélange maître d'élastomère isoprénique et de noir de carbone, on utilisera plus particulièrement un latex d'élastomère diénique, le latex d'élastomère étant une forme particulière de l'élastomère qui se présente sous forme de particules d'élastomère dispersées dans l'eau.

L'invention combine donc préférentiellement avec les sculptures décrites plus haut les latex d'élastomères diéniques, les élastomères diéniques étant ceux définis précédemment.

Plus particulièrement, pour le caoutchouc naturel (NR) qui convient particulièrement à l'invention, ce caoutchouc naturel existe sous différentes formes comme le détail le chapitre 3 « Latex concentrés : propriétés and composition », de K.F. Gaseley, A.D.T. Gordon et T.D. Pendle dans « Naturel Rubber Science and Technology », A.D. Roberts, Oxford University Press – 1988.

En particulier plusieurs formes de latex de caoutchouc naturel sont commercialisés : les latex de caoutchouc naturel dits « de champ » (« field latex »), les latex de caoutchouc naturel dits « concentrés » (« concentrated natural rubber latex »), les latex époxydés (« ENR »), les latex déprotéinisés ou encore les latex prévulcanisés. Le latex de caoutchouc naturel de champ est un latex dans lequel de l'ammoniac a été ajouté pour éviter une coagulation précoce et le latex de caoutchouc naturel concentré correspond à un latex de champ qui a subi un traitement correspondant à un lavage suivi d'une nouvelle concentration. Les différentes catégories de latex de caoutchouc naturel concentrés sont répertoriées notamment selon la norme ASTM D 1076-06. Parmi ces latex de caoutchouc naturel concentrés, on distingue notamment des latex de caoutchouc naturel concentrés de qualité dite : « HA » (high ammonia) et de qualité dite « LA » ; on utilisera avantageusement pour l'invention des latex de caoutchouc naturel concentrés de qualité HA.

Le latex de NR peut être préalablement modifié physiquement ou chimiquement (centrifugation, traitement enzymatique, modifiant chimique...).

Le latex peut être utilisé directement ou être préalablement dilué dans de l'eau pour faciliter sa mise en œuvre.

5

Comme noirs de carbone conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs du type HAF, ISAF, SAF conventionnellement utilisés dans les pneumatiques (noirs dits de grade pneumatique). Parmi ces derniers, on citera plus particulièrement les noirs de carbone renforçants des séries 100, 200 ou 300 (grades ASTM), comme par exemple les noirs N115, N134, N234, N326, N330, N339, N347, N375, ou encore, selon les applications visées, les noirs de séries plus élevées (par exemple N400, N660, N683, N772, N990).

10

A titre de noir de carbone, conviennent également les noirs de carbone partiellement ou intégralement recouverts de silice par un post traitement, ou les noirs de carbone modifiés in situ par de la silice tels que, à titre non limitatif, les charges qui commercialisées par la société Cabot Corporation sous la dénomination EcoblackTM « CRX 2000 » ou « CRX4000 ».

15

Le noir de carbone du mélange maître représente préférentiellement la majorité en poids de l'ensemble de la charge renforçante de la composition, et plus préférentiellement la seule charge renforçante de la composition.

20

Cependant selon une autre variante de réalisation de l'invention, la composition comprend une autre charge renforçante identique ou différente de celle du mélange maître. Il peut notamment s'agir d'une charge organique, tel qu'un noir de carbone identique ou différent de celui du mélange maître ou d'une charge inorganique, telle qu'une silice par exemple.

25

Pour coupler la charge inorganique renforçante à l'élastomère diénique, on utilise de manière connue un agent de couplage (ou agent de liaison) au moins bifonctionnel destiné à assurer une connexion suffisante, de nature chimique et/ou physique, entre la charge inorganique (surface de ses particules) et l'élastomère diénique, en particulier des organosilanes ou des polyorganosiloxanes bifonctionnels.

30

De manière préférentielle, le taux de charge totale est compris entre 20 et 200 pce, plus préférentiellement entre 30 et 150 pce et encore plus préférentiellement entre 30 et 100 pce, l'optimum étant de manière connue différent selon les applications particulières visées : le niveau de renforcement attendu sur un pneumatique vélo, par exemple, est bien sûr inférieur à celui exigé sur un pneumatique apte à rouler à grande vitesse de manière soutenue, par exemple un pneu moto, un pneu pour véhicule de tourisme ou pour véhicule utilitaire tel que Poids lourd.

35

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, on utilise du noir de carbone dont le taux varie de 30 à 80 pce et une charge inorganique, en particulier de la silice, dont le taux varie de 5 à 50 pce, plus particulièrement la charge totale de la composition comprenant du noir de carbone dont le taux varie de 35 à 70 pce et une charge inorganique, en particulier de la silice, dont le taux
5 varie de 5 à 35 pce, de façon encore plus préférentielle la charge totale comprenant du noir de carbone dont le taux varie de 40 à 65 pce et une charge inorganique, en particulier de la silice, dont le taux varie de 10 à 30 pce.

Les compositions de caoutchouc de l'invention sont fabriquées dans des mélangeurs appropriés,
10 en utilisant deux phases de préparation successives selon une procédure générale bien connue de l'homme du métier : une première phase de travail ou malaxage thermo-mécanique (parfois qualifiée de phase "non-productive") à haute température, jusqu'à une température maximale comprise entre 130°C et 200°C, de préférence entre 145°C et 185°C, suivie d'une seconde phase de travail mécanique (parfois qualifiée de phase "productive") à plus basse température,
15 typiquement inférieure à 120°C, par exemple entre 60°C et 100°C, phase de finition au cours de laquelle est incorporé le système de réticulation ou vulcanisation.

Selon un mode de réalisation préférentiel l'invention, tous les constituants de base des compositions de l'invention, à l'exception du système de vulcanisation, en particulier le mélange
20 maître comportant le noir de carbone sont incorporés de manière intime, par malaxage, à l'élastomère diénique au cours de la première phase dite non-productive, c'est-à-dire que l'on introduit dans le mélangeur et que l'on malaxe thermomécaniquement, en une ou plusieurs étapes, au moins ces différents constituants de base jusqu'à atteindre la température maximale comprise entre 130°C et 200°C, de préférence comprise entre 145°C et 185°C.

25

Préférentiellement ce mélange maître est réalisé en phase « liquide ». Pour ce faire, on a fait appel à l'élastomère isoprénique sous forme de latex qui se présente sous forme de particules d'élastomère dispersées dans l'eau, et à une dispersion aqueuse du noir de carbone car, c'est-à-dire une charge dispersée dans de l'eau, couramment appelée « slurry ». Plus préférentiellement
30 encore on suivra les étapes de procédé décrites dans le document US 6 048 923, qui consiste notamment à incorporer un flux continu d'un premier fluide constitué par le latex d'élastomère dans la zone de mélangeage d'un réacteur de coagulation, à incorporer un deuxième flux continu d'un deuxième fluide constitué par la dispersion aqueuse de noir de carbone sous pression dans la zone de mélangeage pour former un mélange avec le latex d'élastomère ; le mélangeage de ces
35 deux fluides étant suffisamment énergétique pour permettre de coaguler quasiment complètement le latex d'élastomère avec le noir de carbone avant l'orifice de sortie du réacteur de coagulation

puis à sécher le coagulum obtenu.

Lorsque l'on réalise un tel mélange maître d'élastomère isoprénique et de noir de carbone, tout le noir de carbone de la composition peut avantageusement être présente dans le mélange maître.

- 5 Le système de réticulation est préférentiellement un système de vulcanisation, c'est-à-dire un système à base de soufre (ou d'un agent donneur de soufre) et d'un accélérateur primaire de vulcanisation. A ce système de vulcanisation de base viennent s'ajouter, incorporés au cours de la première phase non-productive et/ou au cours de la phase productive telles que décrites ultérieurement, divers accélérateurs secondaires ou activateurs de vulcanisation connus tels
- 10 qu'oxyde de zinc, acide stéarique ou composés équivalents, dérivés guanidiques (en particulier diphénylguanidine).

- Le soufre est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5 et 12 pce, en particulier entre 1 et 10 pce. L'accélérateur primaire de vulcanisation est utilisé à un taux préférentiel compris entre 0,5 et
- 15 10 pce, plus préférentiellement compris entre 0,5 et 5,0 pce.

- On peut utiliser comme accélérateur (primaire ou secondaire) tout composé susceptible d'agir comme accélérateur de vulcanisation des élastomères diéniques en présence de soufre, notamment des accélérateurs du type thiazoles ainsi que leurs dérivés, des accélérateurs de types thiurames,
- 20 dithiocarbamates de zinc. Ces accélérateurs sont par exemple choisis dans le groupe constitué par disulfure de 2-mercaptobenzothiazyle (en abrégé "MBTS"), disulfure de tetrabenzylthiurame ("TBZTD"), N-cyclohexyl-2-benzothiazyle sulfénamide ("CBS"), N,N-dicyclohexyl-2-benzothiazyle sulfénamide ("DCBS"), N-ter-butyl-2-benzothiazyle sulfénamide ("TBBS"), N-ter-butyl-2-benzothiazyle sulfénimide ("TBSI"), dibenzylthiocarbamate de zinc ("ZBEC") et les
- 25 mélanges de ces composés.

MESURES ET TESTS

- 30 Les compositions de caoutchouc sont caractérisées, avant et après cuisson, comme indiqué ci-après.

Dispersion

- D'une manière connue, la dispersion de charge dans une matrice élastomérique peut être
- 35 représentée par la note Z, qui est mesurée, après réticulation, selon la méthode décrite par S. Otto

et Al dans Kautschuk Gummi Kunststoffe, 58 Jahrgang, NR 7-8/2005, en accord avec la norme ISO 11345.

Le calcul de la note Z est basé sur le pourcentage de surface dans laquelle la charge n'est pas dispersée (« % surface non dispersée »), telle que mesurée par l'appareil « disperGRADER+ »
5 fourni avec son mode opératoire et son logiciel d'exploitation « disperDATA » par la société Dynisco selon l'équation :

$$Z = 100 - (\% \text{ surface non dispersée}) / 0.35$$

Le pourcentage de surface non dispersée est, quant à lui, mesuré grâce à une caméra observant la surface de l'échantillon sous une lumière incidente à 30°. Les points clairs sont associés à de la charge et à des agglomérats, tandis que les points foncés sont associés à la matrice de caoutchouc ;
10 un traitement numérique transforme l'image en une image noir et blanche, et permet la détermination du pourcentage de surface non dispersée, telle que décrite par S.Otto dans le document précité.

Plus est la note Z haute, meilleure est la dispersion de la charge dans la matrice élastomérique
15 (une note Z de 100 correspondant à une dispersion parfaite et une note Z de 0 à une dispersion médiocre). On considèrera qu'une note Z supérieure ou égale à 90 correspond à une surface présentant une très bonne dispersion de la charge dans la matrice élastomérique.

Essais de traction

20

Ces essais de traction permettent de déterminer les contraintes d'élasticité et les propriétés à la rupture.

Les contraintes à la rupture (en MPa) et les allongements à la rupture (en %) sont également mesurés. Toutes ces mesures de traction sont effectuées à la température de $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, et dans
25 les conditions normales d'hygrométrie ($50 \pm 5\%$ d'humidité relative), selon la norme française NF T 40-101 (décembre 1979).

Déchirabilité

30 Les indices de déchirabilité sont mesurés à 100°C . On détermine notamment la force à exercer pour obtenir la rupture (FRD, en Mpa (en N/mm)) et on mesure la déformation à rupture (DRD, en %) sur une éprouvette de dimensions 10 x 105 x 2,5 mm entaillée au centre de sa longueur par 3 entailles sur une profondeur de 5 mm, pour provoquer la rupture de l'éprouvette. Ainsi on peut déterminer l'Energie pour provoquer la rupture (Energie Rupture) de l'éprouvette qui est le
35 produit du FRD et DRD.

Propriétés dynamiques

Les propriétés dynamiques et notamment $\tan(\delta)_{\max}$, représentative de l'hystérèse, sont mesurées sur un viscoanalyseur (Metravib VA4000), selon la norme ASTM D 5992-96. On enregistre la
5 réponse d'une éprouvette constituée de deux pastilles cylindriques de 2 mm d'épaisseur chacune et d'un centimètre de diamètre, soumis à une sollicitation sinusoïdale en cisaillement simple alterné, à la fréquence de 10Hz, à une température de 60°C. On effectue un balayage en amplitude de déformation de 0,1% à 50% crête-crête (cycle aller), puis de 50% à 0,1% crête-crête (cycle retour). Les résultats exploités sont le module complexe de cisaillement dynamique (G^*) et le
10 facteur de perte $\tan(\delta)$. Pour le cycle aller, on indique la valeur maximale de $\tan(\delta)$ observée, noté $\tan(\delta)_{\max}$.

Test de résistance à la fatigue « MFTRA » :

15 La résistance à la fatigue est exprimée en nombre de cycles ou en unités relatives (u.r.), est mesurée de manière connue sur une éprouvette et soumise à des tractions répétées de faible fréquence jusqu'à un allongement de 75% de la longueur initiale entre porte éprouvette, à l'aide d'un appareil Monsanto (type "MFTR"), jusqu'à rupture de l'éprouvette, selon la norme française NF T46-021.

20

EXEMPLES

En combinaison avec les bandes de roulement présentées précédemment, on a testé diverses compositions décrites ci-après.

25 Préparation de mélange- maître de caoutchouc naturel et de noir de carbone

Le mélange maître de caoutchouc naturel et de noir de carbone présentant une note de dispersion de la charge dans la matrice élastomérique supérieure ou égale à 90, est réalisé en phase liquide selon le procédé décrit dans le brevet U.S. Patent No 6,048,923.

30

Ainsi on prépare selon le protocole détaillé dans le brevet précité, un mélange maître à partir de noir de carbone N234 commercialisé par la société Cabot Corporation, et de latex de caoutchouc naturel de champs (« field latex ») en provenance de Malaisie présentant un extrait sec de caoutchouc de 28% et un taux d'ammoniac de 0,3%.

On obtient ainsi un mélange maître A de caoutchouc naturel et de noir de carbone N234 dans lequel le taux de noir de carbone est de 50 pce et qui présente une dispersion du noir dans la matrice de caoutchouc naturel ayant une note Z de 90.

5 Préparation des compositions de caoutchouc

Les compositions témoins TM sont réalisés selon un procédé classique de mélangeage sous forme solide dans lequel le ou les élastomères diéniques et la charge renforçante, noir de carbone N234 commercialisé par la société Cabot Corporation sont introduits sous forme solide.

10

Les compositions de caoutchouc CA conformes à l'invention sont réalisées à partir du mélange maître A auquel est ajouté, le cas échéant, selon un procédé classique de mélangeage sous forme solide (poudre ou granulés) de la silice de précipitation Ultrasil 7000 commercialisée par la société Evonik ainsi qu'un agent de couplage.

15

Les différentes compositions sont réalisés de la manière suivante :'

On procède pour les essais qui suivent de la manière suivante: on introduit dans un mélangeur interne, rempli à 70% et dont la température initiale de cuve est d'environ 90°C, le premier mélange maître A pour les compositions TA ou le caoutchouc naturel sous forme solide et le noir de carbone N234 pour les compositions TM, puis, après une à deux minutes de malaxage, les divers autres ingrédients à l'exception du système de vulcanisation. On conduit alors un travail thermomécanique (phase non-productive) en une étape (durée totale du malaxage égale à environ 5 min), jusqu'à atteindre une température maximale de "tombée" d'environ 165°C.

20

On récupère le mélange ainsi obtenu, on le refroidit puis on ajoute le système de vulcanisation (soufre et accélérateur sulfénamide) sur un mélangeur externe (homo-finiisseur) à 70°C, en mélangeant le tout (phase productive) pendant environ 5 à 6 min.

25

Les compositions ainsi obtenues sont ensuite calandrées soit sous la forme de plaques (épaisseur de 2 à 3 mm) ou de feuilles fines de caoutchouc pour la mesure de leurs propriétés physiques ou mécaniques, soit sous la forme de profilés utilisables directement, après découpage et/ou assemblage aux dimensions souhaitées, par exemple comme produits semi-finis pour pneumatiques, en particulier comme bandes de roulement de pneumatiques.

30

35 Essais

Cet exemple a pour but de mettre en évidence les propriétés améliorées d'hystérèse, de résistance à la fatigue et de résistance en propriétés limites de compositions de caoutchouc conformes à

l'invention, améliorées vis-à-vis de compositions témoins classiquement utilisées pour des bandes de roulement de pneumatiques poids-lourd présentant des sculptures telles que décrites précédemment.

- 5 Les compositions de caoutchouc TM1 et TM2 sont préparées « en masse » à partir de caoutchouc naturel et de noir de carbone comme détaillé dans le paragraphe précédent, et les compositions conformes à l'invention CA1 et CA2 sont respectivement préparées à partir du mélange maître A. Les compositions TM1, TM2, CA1 et CA2 sont présentées dans le tableau 1 qui suit, les taux des différents composés étant exprimés en pce.

10

Tableau 1

Composition N°	TM1	TM2	CA1	CA2
NR (1)	80	100	100	100
BR (2)	20	-	-	
Noir de carbone (3)	50	50	50	50
Silice (4)	-	-	-	10
Agent de couplage (5)	-	-	-	1
Paraffine	1	1	1	1
Anti-oxydant (6)	3	3	3	3
ZnO (7)	2,7	2,7	2,7	2,7
Acide stéarique (8)	2.5	2.5	2.5	2.5
Soufre	1,7	1,7	1,7	1,7
Accélérateur (9)	1	1	1	1,4

- 15 (1) Caoutchouc naturel
 (2) Polybutadiène Néodyme 98% 1,4-Cis, Tg = -108°C
 (3) Noir de carbone N234 commercialisé par la société Cabot Corporation
 (4) Silice Ultrasil 7000 commercialisé par la société Evonik
 (5) TESPT ("SI69" de la société Evonik)
- 20 (6) N-1,3-diméthylbutyl-N-phényl-para-phénylènediamine commercialisée par la société Flexsys sous la dénomination "Santoflex 6-PPD"
 (7) oxyde de zinc (grade industriel – commercialisé par la société Umicore)
 (8) stéarine commercialisée par la société Uniqema sous la dénomination "Pristerene 4931"

(9) N-cyclohexyl-2-benzothiazyl-sulfénamide commercialisée par la société Flexsys sous la dénomination "Santocure CBS"

Les propriétés mesurées après cuisson à 130°C pendant 60 minutes sont données dans le tableau 2 qui suit.

5

Tableau 2

Composition	TM1	TM2	CA1	CA2
<i>Propriétés après cuisson</i>				
Note Z	79	81	95	91
MFTRA (k cycles)	160	84	171	160
Contrainte à la rupture (MPa)	23,4	27	28,8	27
Allongement à la rupture (%)	500	570	540	490
Energie rupture (MJ)	118	155	155	132
Déchirabilité - Energie rupt. (FRD x DRD)	3 500	13 300	9 100	11 800
Tan(δ) _{max}	0,148	0,164	0,127	0,142

10 On constate de façon surprenante que les compositions CA1 et CA2 conformes à l'invention présentent à la fois un comportement en fatigue (MFTRA) aussi bon ou supérieur à la composition TM1 contenant du polybutadiène alors qu'il est connu qu'une composition incluant 100 pce de caoutchouc naturel (comme on le voit clairement en regardant la composition TM2) est moins bonne en résistance à la fatigue.

15

De plus, on constate que les compositions CA1 et CA2 conformes à l'invention présentent également des propriétés améliorées en terme d'énergie à la rupture (produit de l'allongement à la rupture et de la contrainte à la rupture) ainsi que de déchirabilité et d'hystérèse par rapport à la composition témoin TM1.

20

De plus, étonnamment la composition CA1 présentent des propriétés hystérétiques et à la rupture, identiques voire améliorées par rapport à la composition témoin TM2 incluant 100 pce de caoutchouc naturel. La composition CA2 conforme à l'invention présente également des propriétés hystérétiques améliorées par rapport à la composition témoin TM2 alors qu'elle
 25 contient un taux de charge plus élevée, et des propriétés à la rupture assez proches de celles obtenues pour la composition TM2.

- 20 -

De façon tout à fait surprenante, les compositions conformes à l'invention qui ont une matrice 100% caoutchouc naturel, permettent néanmoins d'obtenir un meilleur compromis de propriétés que les compositions témoins que ces dernières soient à base d'un coupage NR/BR 80/20 ou elle même 100% caoutchouc naturel.

- 5 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés et diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir du cadre défini par les revendications. En particulier si toute la présente description s'est attachée à décrire l'application à un pneu destiné à équiper un véhicule poids lourd, il doit être compris qu'une bande de roulement comprenant une sculpture et une composition telles que définies ici fait également partie de l'invention puisque une
- 10 telle bande de roulement est destinée à être intégrée à un pneu (soit pendant la fabrication soit lors du rechapage dudit pneu).

REVENDICATIONS

1) Bande de roulement (10) pour pneu destiné à équiper un essieu moteur d'un véhicule poids
lourd d'épaisseur E, cette bande ayant une surface de roulement (40) destinée à venir en contact
5 avec une chaussée, cette bande de roulement ayant :

- au moins deux rainures principales (2) d'orientation circonférentielle divisant la bande de
roulement en une partie intermédiaire et des parties de bord, ces rainures principales (2) ayant
des profondeurs au plus égales à l'épaisseur totale E de la bande de roulement,
- une pluralité de rainures transversales (3) divisant au moins la partie intermédiaire pour
10 former une pluralité de blocs (4),
- chaque bloc (4) de la partie intermédiaire étant pourvu avec au moins une incision
d'orientation transversale (5), cette incision transversale (5) ayant une profondeur au plus égale
à la profondeur des rainures principales (2) circonférentielles,

cette bande de roulement étant caractérisée en ce qu'au moins une couche d'usure - cette couche
15 d'usure s'étendant entre la surface de roulement à l'état neuf et au moins 50% de l'épaisseur E de
la bande de roulement est constituée d'une composition de caoutchouc à base d'au moins 90
parties pour cent parties d'élastomère, pce, d'élastomère isoprénique, du noir de carbone à titre de
charge renforçante ainsi qu'un système de réticulation, et pour laquelle la dispersion de la charge
dans la matrice élastomérique a une note Z supérieure ou égale à 90.

20

2) Bande de roulement selon la revendication 1, dans laquelle la composition de caoutchouc de la
couche d'usure est obtenue à partir d'un mélange maître comprenant au moins l'élastomère
isoprénique et le noir de carbone, et présentant une dispersion du noir de carbone dans la matrice
élastomérique ayant une note Z supérieure ou égale à 90.

25

3) Bande de roulement selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans laquelle
l'élastomère isoprénique est constitué par du caoutchouc naturel.

4) Bande de roulement selon la revendication 3, dans laquelle le mélange maître est obtenu par

mélangeage en phase liquide à partir d'un latex de caoutchouc naturel et d'une dispersion aqueuse de noir de carbone.

- 5) Bande de roulement selon la revendication 4, dans laquelle le mélange maître est obtenu selon les étapes de procédé suivantes :
- alimenter un flux continu d'un latex d'élastomère diénique jusqu'à une zone de mélange d'un réacteur de coagulation définissant une zone allongée de coagulation s'étendant entre la zone de mélange et une sortie,
 - alimenter un flux continu d'un fluide comprenant une charge sous pression dans la zone de mélange d'un réacteur de coagulation pour former un mélange coagulé,
 - sécher le coagulum obtenu précédemment afin de récupérer le mélange maître.

- 6) Bande de roulement selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans laquelle la composition de caoutchouc de la couche d'usure comprend en plus du mélange maître, de 1 à 30 pce d'un autre élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), le caoutchouc naturel (NR), les polyisoprènes de synthèse (IR), les différents copolymères de butadiène, les différents copolymères d'isoprène, et les mélanges de ces élastomères.

- 7) Bande de roulement selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans laquelle la composition de caoutchouc de la couche d'usure comprend en plus du mélange maître, au moins une autre charge renforçante identique ou différente de celle du mélange maître.

- 8) Bande de roulement selon la revendication précédente, dans laquelle le noir de carbone du mélange maître constitue la charge majoritaire en poids de la composition de caoutchouc de la couche d'usure.

- 9) Pneu pour véhicule poids lourd comprenant une bande de roulement selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

1/2

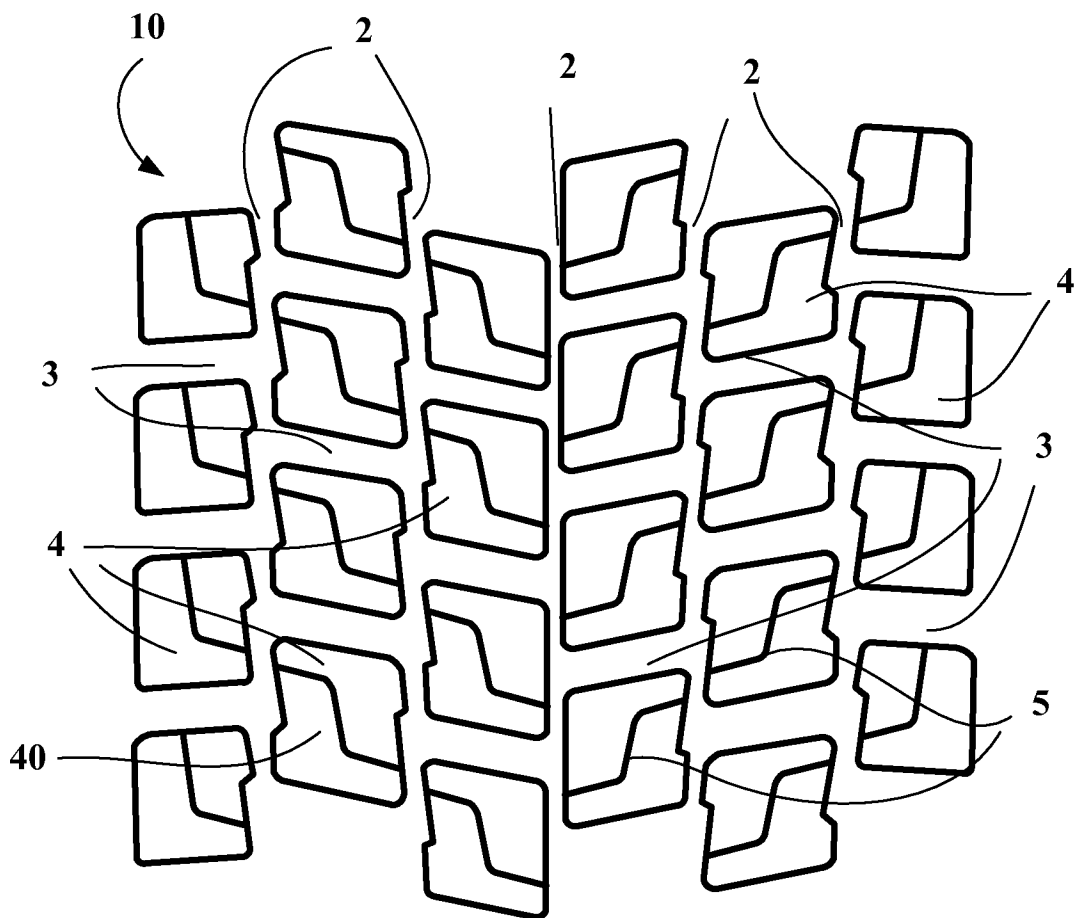


FIG.1

2/2

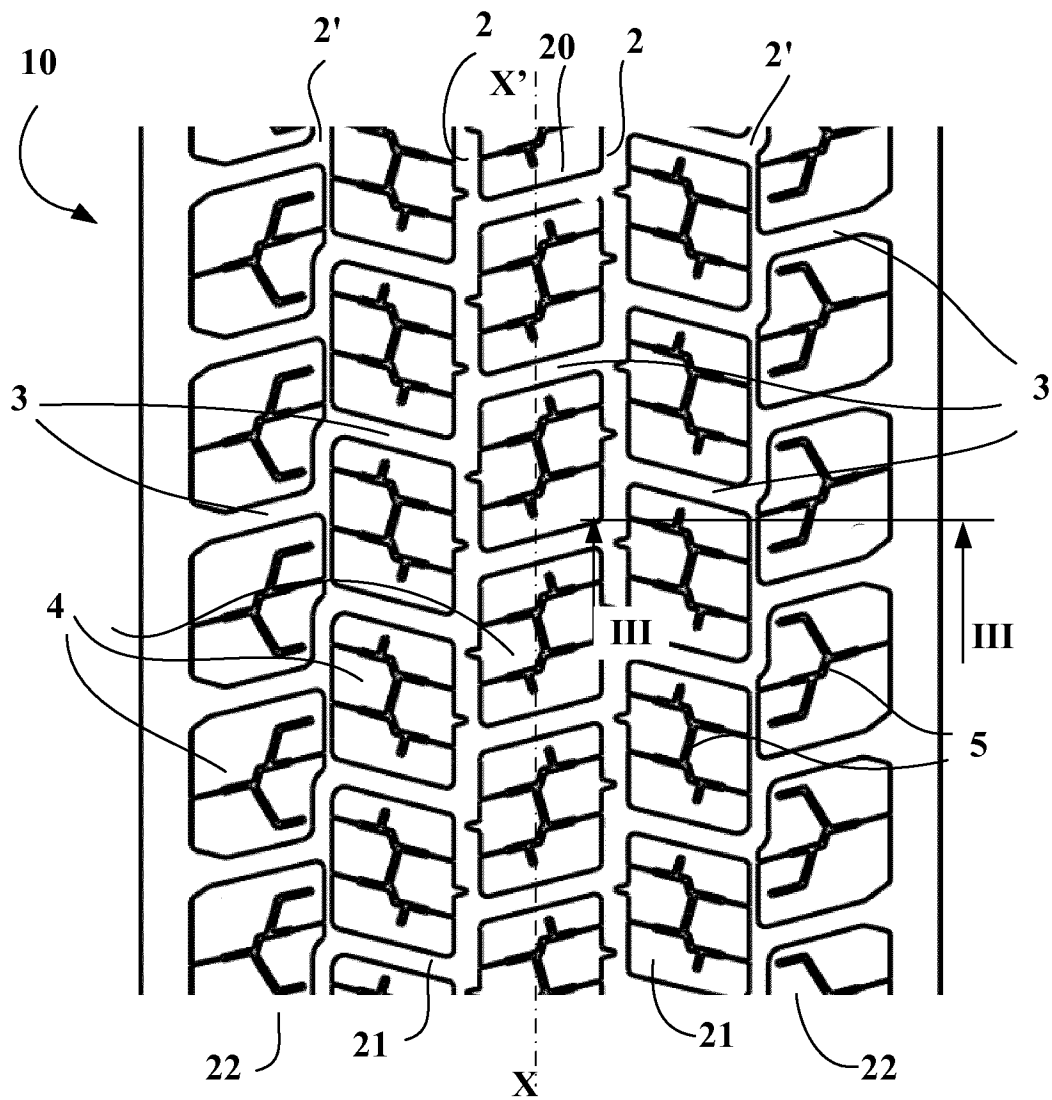
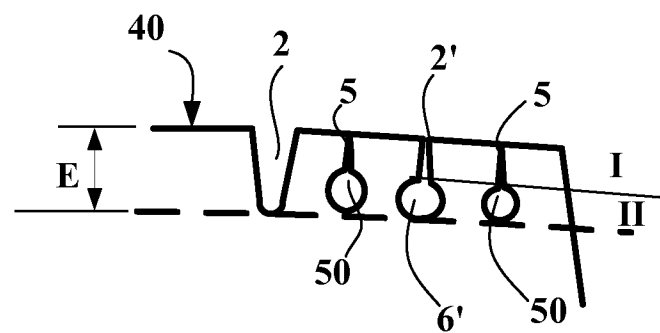


FIG. 2



Coupe selon III-III

FIG. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/077379

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60C1/00 B60C11/03 B60C11/12 B60C11/11
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/131081 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; HIDROT JEAN-DENIS [FR];) 4 October 2012 (2012-10-04) paragraphs [0056] - [0062]; figure 1 -----	1-9
Y	FR 2 969 165 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 22 June 2012 (2012-06-22) pages 29-31; claims 1-22 -----	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

31 January 2014

Date of mailing of the international search report

10/02/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Carneiro, Joaquim

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/077379

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2012131081 A1	04-10-2012	CN 103459168 A	18-12-2013
		EP 2694301 A1	12-02-2014
		FR 2973284 A1	05-10-2012
		WO 2012131081 A1	04-10-2012

FR 2969165 A1	22-06-2012	CN 103261300 A	21-08-2013
		EP 2655495 A1	30-10-2013
		FR 2969165 A1	22-06-2012
		US 2013289165 A1	31-10-2013
		WO 2012084821 A1	28-06-2012

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2013/077379

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B60C1/00 B60C11/03 B60C11/12 B60C11/11 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
Y	WO 2012/131081 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; HIDROT JEAN-DENIS [FR];) 4 octobre 2012 (2012-10-04) alinéas [0056] - [0062]; figure 1 -----	1-9
Y	FR 2 969 165 A1 (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 22 juin 2012 (2012-06-22) pages 29-31; revendications 1-22 -----	1-9
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ 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 31 janvier 2014	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 10/02/2014	
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 Carneiro, Joaquim	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2013/077379

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2012131081 A1	04-10-2012	CN 103459168 A	18-12-2013
		EP 2694301 A1	12-02-2014
		FR 2973284 A1	05-10-2012
		WO 2012131081 A1	04-10-2012

FR 2969165 A1	22-06-2012	CN 103261300 A	21-08-2013
		EP 2655495 A1	30-10-2013
		FR 2969165 A1	22-06-2012
		US 2013289165 A1	31-10-2013
		WO 2012084821 A1	28-06-2012
