

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
28 août 2003 (28.08.2003)

PCT

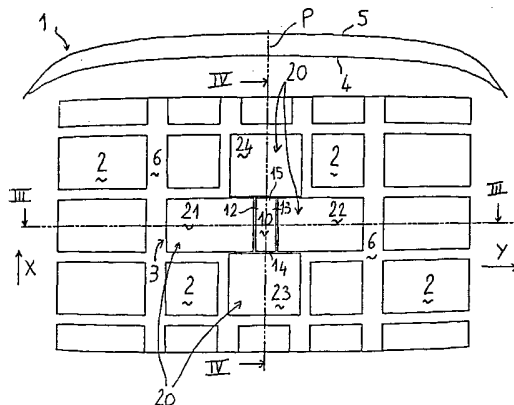
(10) Numéro de publication internationale
WO 03/070492 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : B60C 11/00 (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf CA, MX, US) : SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE MICHELIN [FR/FR]; 23, rue Breschet, F-63000 Clermont-Ferrand (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP03/01558 (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A. [CH/CH]; Route Louis Braille 10 et 12, CH-1763 Granges-Paccot (CH).
- (22) Date de dépôt international : 17 février 2003 (17.02.2003)
- (25) Langue de dépôt : français (72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : DAVAL, Bertrand [FR/FR]; T373-Ohta-Shi, Gumma Ken, 97.1 Higashimi Shinmachi, Bara Residence #202 (JP).
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 02/02504 22 février 2002 (22.02.2002) FR

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SOLID TYRE FOR MEASURING ROAD ADHESION OF A VEHICLE EQUIPPED THEREWITH

(54) Titre : BANDAGE ELASTIQUE POUR MESURER L'ADHÉRENCE D'UN VÉHICULE QUI EN EST ÉQUIPÉ SUR UN SOL



(57) Abstract: The invention concerns a solid tyre comprising a running tread (1) including at least a unit (3) for measuring the tyre road adhesion, the measuring unit (3) being designed to be in contact with the ground at every turn of the tyre and comprising, viewed on an outer radial surface (5) of the running tread (1), a central zone (10), a surrounding zone (20) around the central zone (10), a sensor (40) responsive to at least a tangential force exerted on the radially outer summit (11) of the central zone (10) being provided opposite the summit (11), the central zone (10) and the surrounding zone (20) fulfilling the two conditions: a) $R_{zz_c} < R_{zz_e}$ b) (i) $R_{xz_c}/R_{zz_c} > R_{xz_e}/R_{zz_e}$ or (ii) $R_{yz_c}/R_{zz_c} > R_{yz_e}/R_{zz_e}$, wherein x, y and z represent the circumferential, axial and radial directions for the tyre, R_{zz_c} and R_{zz_e} represent the rigidity levels of the central zone (10) and of the surrounding zone (20) at a force oriented perpendicularly to the radially outer surface (5), R_{xz_c} and R_{xz_e} represent the rigidity levels of the central zone (10) and of the surrounding zone (20) at a force oriented tangentially to the radially outer surface (5) in the circumferential direction (X) of the tyre, and R_{yz_c} and R_{yz_e} represent the rigidity levels of the central zone (10) and of the surrounding zone (20) at a force oriented tangentially to the radially outer surface (5) in the axial direction (Y).

(57) Abrégé : Un bandage élastique selon l'invention comporte une bande de roulement (1) qui comporte au moins un bloc de mesure (3) de l'adhérence du bandage sur le sol, le bloc de mesure (3) étant destiné à entrer en contact avec le sol à chaque tour du bandage et comportant, vu

[Suite sur la page suivante]

WO 03/070492 A2



(74) **Mandataires :** BOLINCHES, Michel etc.; M.F.P.Michelin, SGD/LG/PI - F35 - Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 09 (FR).

(81) **États désignés (national) :** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés (régional) :** brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet

eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

sur une face radialement externe (5) de la bande de roulement (1), une zone centrale (10) et une zone d'encerclement (20) entourant la zone centrale (10), un capteur (40) sensible à au moins un effort tangentiel exercé sur le sommet radialement externe (11) de la zone centrale (10) étant prévu en regard du sommet (11), la zone centrale (10) et la zone d'encerclement (20) satisfaisant aux deux conditions a) $R_{zz_c} < R_{zz_e}$ b) (i) $R_{xz_c} / R_{zz_c} > R_{xz_e} / R_{zz_e}$ ou (ii) $R_{yz_c} / R_{zz_c} > R_{yz_e} / R_{zz_e}$, où x, y et z représentent les directions circonférentielle, axiale et radiale pour le bandage, R_{zz_c} et R_{zz_e} représentent les rigidités de la zone centrale (10) et de la zone d'encerclement (20) à un effort orienté perpendiculairement à la face radialement externe (5), R_{xz_c} et R_{xz_e} représentent les rigidités de la zone centrale (10) et de la zone d'encerclement (20) à un effort orienté tangentiellement à la face radialement externe (5) dans la direction circonférentielle (X) du bandage, et R_{yz_c} et R_{yz_e} représentent les rigidités de la zone centrale (10) et de la zone d'encerclement (20) à un effort orienté tangentiellement à la face radialement externe (5) dans la direction axiale (Y).

- 1 -

Bandage élastique pour mesurer l'adhérence d'un véhicule qui en est équipé sur un sol :

La présente invention concerne un bandage élastique, tel qu'un pneumatique, pourvu de
5 roulement, tel qu'une chaussée. Elle concerne plus particulièrement la détermination de
caractéristiques d'adhérence d'un tel bandage élastique en roulement, à partir de l'obtention
de paramètres physiques dans l'aire de contact entre ce bandage élastique et la surface de
roulement.

Il a déjà été proposé d'effectuer en permanence des mesures dans la bande de roulement
10 d'un pneumatique pendant que roule un véhicule qui en est équipé, afin de connaître en
temps réel les efforts qui se développent entre un pneumatique et le sol. On pourra
consulter à ce sujet le document de brevet DE-A-3937966. Cependant, pour intéressante
qu'elle soit, une telle information reste insuffisante car le conducteur, ou même un
15 dispositif automatique comme ceux visés par les désignations bien connues dans le
domaine de l'automobile que sont « ABS » ou « ESP », restent incapables d'anticiper
une dégradation de l'adhérence. Ainsi, on se contente de constater *a posteriori* le
dépassement d'une limite d'adhérence, et l'on agit aussi rapidement que possible pour
contrôler le véhicule.

Il existe à cet égard un besoin pour obtenir des indications "en temps réel" des
20 conditions d'adhérence susceptibles d'affecter dans les instants qui suivent le
comportement d'un véhicule, notamment dans le cas où il subit une accélération
importante, par effort moteur ou freineur ou par changement de trajectoire.

Le but de la présente invention est de proposer un bandage élastique, tel qu'un
25 pneumatique, comportant une bande de roulement qui comporte au moins un bloc de
mesure permettant de mesurer d'une manière efficace l'adhérence dudit bandage sur un
sol de roulement, en procurant une information aussi réaliste que possible sur la marge de
sécurité qui subsiste dans la conduite du véhicule.

A cet effet, un bandage élastique selon l'invention est tel que ce bloc de mesure, qui est
30 destiné à entrer en contact avec le sol à chaque tour dudit bandage, comporte, vu sur une
face radialement externe de la bande de roulement, une zone centrale et une zone
d'encerclement entourant la zone centrale, un capteur sensible à au moins un effort
tangentiels exercé sur le sommet radialement externe de ladite zone centrale étant prévu

- 2 -

en regard dudit sommet, la zone centrale et la zone d'encerclement satisfaisant à l'une et à l'autre des deux conditions suivantes :

a) $R_{zz_c} < R_{zz_e}$

b) (i) $R_{xz_c} / R_{zz_c} > R_{xz_e} / R_{zz_e}$ ou (ii) $R_{yz_c} / R_{zz_c} > R_{yz_e} / R_{zz_e}$, où :

5 x, y et z représentent respectivement les directions circonférentielle, axiale et radiale pour ledit bandage,

R_{zz_c} et R_{zz_e} représentent respectivement les rigidités de ladite zone centrale et de ladite zone d'encerclement à un effort orienté perpendiculairement à ladite face radialement externe,

10 R_{xz_c} et R_{xz_e} représentent respectivement les rigidités de ladite zone centrale et de ladite zone d'encerclement à un effort orienté tangentiellement à ladite face radialement externe dans la direction circonférentielle du bandage, et

R_{yz_c} et R_{yz_e} représentent respectivement les rigidités de ladite zone centrale et de ladite zone d'encerclement à un effort orienté tangentiellement à ladite face radialement
15 externe dans la direction axiale du bandage.

La condition a) précitée traduit le fait que la zone centrale a une rigidité « verticale » (i.e. dans la direction radiale du bandage) inférieure à celle de la zone d'encerclement.

Quant à la condition b), elle traduit le fait que le rapport de la rigidité « tangentielle »
20 (i.e. dans la direction circonférentielle ou axiale du bandage) sur la rigidité « verticale » est au contraire supérieur pour la zone centrale par rapport à la zone d'encerclement.

Selon l'invention, la zone centrale peut en outre présenter un potentiel d'adhérence qui est plus réduit que celui de la zone d'encerclement et que celui du reste de la bande de roulement. Pour ce faire, cette zone centrale peut être par exemple constituée d'un
25 matériau différent de celui de la zone d'encerclement et du reste de la bande de roulement.

En effet, la demanderesse a découvert au cours de ses recherches qu'une minimisation de la rigidité « verticale » associée à une maximisation de ce rapport (rigidité « tangentielle » / rigidité « verticale ») permet, pour ladite ou chaque zone centrale, de la
30 mettre en glissement en lui faisant dépasser la limite d'adhérence dans de nombreuses circonstances de roulage, alors que le reste de la bande de roulement ne dépasse pas cette limite d'adhérence, donc ne glisse pas.

Si l'on procède à au moins une mesure appropriée dans cette zone centrale, on peut accéder à la connaissance du potentiel d'adhérence. Chaque fois qu'il est question ici de procéder à une mesure, le ou les capteurs nécessaires peuvent être extérieurs au bandage ou noyés dans sa masse.

5 On entend ici par « bloc de mesure » une partie de la bande de roulement du bandage dont la structure est adaptée au but poursuivi par l'invention. On implante un capteur pour effectuer une mesure sur ce bloc de mesure. L'adaptation consiste à prévoir une zone de mesure centrale, entourée d'une zone d'encerclement, laquelle présente des propriétés identiques à ce qui est utilisé dans une part significative de la bande de
10 roulement. On entend par « propriétés » une évaluation globale ayant une contribution provenant des caractéristiques intrinsèques du matériau utilisé, et éventuellement une contribution conditionnée par la forme donnée par le moulage du matériau, cette dernière pouvant même être dominante. On entend par « part significative » une partie de la bande de roulement conçue uniquement en fonction des propriétés d'usage que le
15 concepteur du bandage a voulu conférer au bandage considéré, par opposition à ce qui est voulu pour effectuer une mesure.

Dans ce qui suit, on entend par "potentiel d'adhérence d'un élément quelconque" le rapport entre l'effort tangentiel maximal global que cet élément, pris en totalité, peut subir au cours de son contact avec le sol, en un lieu donné, et l'effort normal appliqué à
20 cet élément.

On désigne par "potentiel de frottement" le rapport entre la contrainte tangentielle locale et la contrainte verticale locale qui s'exercent en un point donné sur un élément de bande de roulement en glissement sur le sol.

On appelle "marge d'adhérence disponible" la différence entre le potentiel d'adhérence
25 d'un élément et le rapport entre l'effort tangentiel global et l'effort vertical global effectivement appliqués à cet élément, pris en totalité, lors de son passage dans l'aire de contact.

De préférence, l'invention se rapporte à un bandage élastique constitué d'un
30 pneumatique dont la bande de roulement est à base de caoutchouc.

Selon une caractéristique préférentielle de l'invention, la bande de roulement du bandage élastique comporte des blocs de sculpture séparés les uns des autres par des rainures de largeur en général égale ou supérieure à 2 mm, la zone d'encerclement étant

séparée de la zone centrale par des lamelles et/ou incision(s) qui présentent une largeur substantiellement réduite par rapport à celle desdites rainures et qui sont prévues pour découpler le matériau de la zone centrale par rapport à celui de la zone d'encerclement. Ces lamelles et/ou incision(s) présentent typiquement des largeurs inférieures à 2 mm et de préférence inférieures à 1 mm. A titre encore plus préférentiel, elles présentent des largeurs allant de 0,3 mm à 0,8 mm.

Selon une autre caractéristique préférentielle de l'invention, l'aire du sommet de la zone centrale est inférieure à 20 % de l'aire de la face radialement externe de la zone d'encerclement.

On notera que grâce à cette aire réduite, la face radialement externe de la zone centrale ne « reprend » pas la totalité des efforts qui s'exercent sur l'armature de sommet du bandage, lors du passage dans l'aire de contact.

De préférence, la rigidité « verticale » de la zone centrale est minimisée à tel point que le bandage selon l'invention satisfait en outre à la condition suivante :

$$a^{bis}) \quad R_{zz_c} / < 0,2 \cdot R_{zz_e} .$$

Egalement à titre préférentiel, le rapport (rigidité « tangentielle » / rigidité « verticale ») pour la zone centrale est maximisé à tel point que ledit bandage satisfait en outre à la condition suivante :

$$20 \quad b^{bis}) \quad (i) \quad R_{xz_c} / R_{zz_c} > 1,5 \cdot R_{xz_e} / R_{zz_e} \quad \text{ou} \quad (ii) \quad R_{yz_c} / R_{zz_c} > 1,5 \cdot R_{yz_e} / R_{zz_e} .$$

Ces deux caractéristiques permettent encore d'optimiser la mise en glissement de la zone centrale par rapport à la zone d'encerclement.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la zone centrale est constituée d'un matériau compressible et isotrope, tel qu'une composition de caoutchouc cellulaire (i.e. alvéolaire, par exemple à cellules fermées, qui est obtenue de manière connue à l'aire d'un agent de gonflement), ce qui contribue à minimiser d'une manière significative la rigidité « verticale » R_{zz_c} de la zone centrale et donc à maximiser le rapport de rigidités R_{xz_c} / R_{zz_c} ou R_{yz_c} / R_{zz_c} , d'où l'optimisation recherchée de la mise en glissement de ladite zone centrale.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, ladite zone centrale présente un caractère orthotrope, et elle est constituée de couches composites qui sont superposées soit dans la direction axiale, soit dans la direction circonférentielle du bandage

(respectivement lorsque ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (i) ou par ladite inégalité (ii)) et qui sont chacune à base d'une composition de caoutchouc dans laquelle sont orientés des renforts de type organiques ou minéraux, par exemple des renforts métalliques ou textiles, sensiblement parallèlement au plan circonférentiel médian dudit bandage ou bien perpendiculairement à ce plan (superposition desdites couches dans les directions circonférentielle et axiale, respectivement).

Avantageusement, lesdites couches composites qui sont deux à deux adjacentes comportent respectivement des fibres textiles qui sont orientées selon des angles opposés avec la direction circonférentielle ou axiale du bandage.

De préférence, ces angles sont sensiblement compris entre $\pm 20^\circ$ et $\pm 45^\circ$ et, à titre encore plus préférentiel, ils sont sensiblement égaux à $\pm 30^\circ$.

Chaque couche composite présente de préférence une épaisseur allant de 0,5 mm à 3 mm et, à titre encore plus préférentiel, allant de 0,5 mm à 1 mm.

Cette structure composite orthotrope de la zone centrale permet d'accroître la rigidité « tangentielle » R_{xz} ou R_{yz} de cette zone pour une rigidité « verticale » donnée, ce qui contribue à maximiser encore le rapport de rigidités précité R_{xz_c} / R_{zz_c} ou R_{yz_c} / R_{zz_c} et par conséquent à optimiser la mise en glissement de ladite zone centrale.

On notera que le rapport d'anisotropie en extension ou en compression d'une telle zone centrale composite selon l'invention peut varier de 3 à 7 et, de préférence, de 3 à 4.

20

Selon un premier exemple de réalisation de l'invention pouvant comprendre l'une quelconque des caractéristiques susmentionnées, ladite zone centrale admet sensiblement comme élément de symétrie le plan circonférentiel médian dudit bandage, et ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (i).

25 Selon une autre caractéristique de ce premier exemple de réalisation de l'invention, ladite zone centrale présente une forme allongée (par exemple rectangulaire ou ellipsoïdale) dans ladite direction circonférentielle dudit bandage.

On notera que cette largeur réduite de la zone centrale (dans la direction axiale du bandage pour ce premier exemple de réalisation) contribue à minimiser la rigidité « verticale » R_{zz} de la zone centrale et, par conséquent, à maximiser spécifiquement le rapport de rigidités R_{xz_c} / R_{zz_c} , d'où l'optimisation recherchée de la mise en glissement de la zone centrale.

30

- 6 -

Selon une caractéristique supplémentaire de ce premier exemple, ledit sommet de ladite zone centrale, laquelle est en forme de parallélépipède, a ses côtés respectivement en regard de quatre éléments de sculpture parallélépipédiques formant ladite zone d'encerclement.

5 Selon un mode de réalisation de ce premier exemple selon l'invention, l'une au moins des faces latérales de ladite zone centrale qui s'étend à partir d'un petit côté dudit sommet est inclinée d'un angle allant de -45° à $+45^\circ$ (par exemple $\pm 30^\circ$) par rapport à un plan perpendiculaire audit sommet contenant ledit petit côté.

10 Cette inclinaison de la ou de chaque face latérale de la zone centrale s'étendant à partir d'un petit côté dudit sommet contribue à optimiser le glissement de ladite zone centrale dans l'aire de contact.

Selon une caractéristique supplémentaire de ce premier exemple, la bande de roulement du bandage comporte des blocs de sculpture séparés les uns des autres par des rainures
15 de largeur en général égale ou supérieure à 2 mm, la zone d'encerclement étant séparée de la zone centrale par des lamelles ou incision(s) qui présentent une largeur substantiellement réduite par rapport à celle desdites rainures et qui sont prévues pour découpler le matériau de la zone centrale par rapport à celui de la zone d'encerclement, chaque grand côté dudit sommet étant relié à l'un desdits éléments de sculpture situé en
20 regard par l'une desdites lamelles et l'un au moins des petits côtés dudit sommet étant relié à l'élément de sculpture en regard par l'une desdites incision(s).

Comme indiqué précédemment, ces lamelles et/ou incision(s) présentent typiquement des largeurs inférieures à 2 mm et de préférence inférieures à 1 mm. A titre encore plus préférentiel, elles présentent des largeurs allant de 0,3 mm à 0,8 mm.

25 On notera que l'incision qui relie le ou chaque petit côté du sommet de la zone centrale à l'élément de sculpture correspondant de la zone d'encerclement a pour effet d'optimiser la « mise à plat » du bloc de mesure comportant cette zone centrale dans l'aire de contact avec le sol de roulage.

Selon un second exemple de réalisation de l'invention pouvant comprendre l'une quelconque des caractéristiques susmentionnées préalablement à l'exposé dudit premier exemple, ladite zone centrale est localisée dans la zone de l'épaule du bandage et ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (ii).

- 5 Selon une autre caractéristique de ce second exemple, ladite zone centrale présente une forme allongée (par exemple rectangulaire ou ellipsoïdale) dans la direction axiale du bandage.

Comme indiqué précédemment, on notera à nouveau que cette largeur réduite de la zone centrale (ici dans la direction circonférentielle du bandage) contribue à minimiser la rigidité « verticale » R_{zz} de ladite zone centrale et, par conséquent, à maximiser
10 spécifiquement le rapport de rigidités R_{yz} / R_{zz_c} , d'où l'optimisation recherchée de la mise en glissement de la zone centrale.

Selon une caractéristique supplémentaire de ce second exemple, la zone centrale, de forme parallélépipédique, est logée entre les ailes d'un premier élément de sculpture de
15 la zone d'encerclement de section sensiblement en « U » dans un plan perpendiculaire à la direction radiale du bandage, lesdites ailes s'étendant parallèlement à ladite direction axiale et ayant leurs extrémités respectives pratiquement alignées avec l'un des petits côtés dudit sommet de la zone centrale, lequel petit côté fait face à un second élément de sculpture parallélépipédique de la zone d'encerclement.

- 20 Selon un mode de réalisation de ce second exemple selon l'invention, l'une au moins des faces latérales de ladite zone centrale qui s'étend à partir d'un petit côté dudit sommet est inclinée d'un angle allant de -45° à $+45^\circ$ (par exemple $\pm 30^\circ$) par rapport à un plan perpendiculaire audit sommet contenant ledit petit côté.

Cette inclinaison de la ou de chaque face latérale de la zone centrale s'étendant à partir
25 d'un petit côté dudit sommet contribue à optimiser le glissement de ladite zone centrale dans l'aire de contact.

Selon une caractéristique supplémentaire de ce second exemple, la bande de roulement du bandage comporte des blocs de sculpture séparés les uns des autres par des rainures, la zone d'encerclement étant séparée de la zone centrale par des lamelles ou incision(s)
30 qui présentent une largeur substantiellement réduite par rapport à celle desdites rainures et qui sont prévues pour découpler le matériau de la zone centrale par rapport à celui de la zone d'encerclement, l'autre petit côté dudit sommet qui fait face à l'âme dudit

premier élément de sculpture en « U » étant relié à ce dernier par une lamelle, alors que ledit petit côté qui est aligné avec les extrémités desdites ailes est relié audit second élément de sculpture par une incision.

Comme pour ledit premier exemple de réalisation, on notera que cette incision a pour effet d'optimiser la « mise à plat » du bloc de mesure comportant cette zone centrale dans l'aire de contact avec le sol de roulement.

Les caractéristiques précitées de la présente invention, ainsi que d'autres, seront mieux comprises à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation de l'invention, donné à titre illustratif et non limitatif, ladite description étant réalisée en relation avec les dessins joints, dans lesquels :

- la Fig. 1 est une vue en plan d'un secteur d'une bande de roulement de pneumatique comportant un bloc de mesure selon un premier exemple de réalisation de l'invention, en référence à une vue schématique en coupe axiale de cette bande de roulement,
- la Fig. 2 est une vue en plan d'un secteur d'une bande de roulement de pneumatique comportant un bloc de mesure selon un second exemple de réalisation de l'invention, toujours en référence à une vue schématique en coupe axiale de cette bande de roulement,
- les Figs. 3 et 4 sont respectivement des vues en section selon les plans III-III et IV-IV de la Fig. 1 de la bande roulement représentée à cette Fig. 1,
- les Figs. 5 et 6 sont respectivement des vues en section selon les plans V-V et VI-VI de la Fig. 2 de la bande de roulement représentée à cette Fig. 2,
- la Fig. 7 est une vue schématique et en perspective illustrant la structure d'un bloc de mesure composite selon l'invention comportant des renforts orientés dans la direction circonférentielle du pneumatique en faisant un angle donné avec cette direction, et
- la Fig. 8 est un graphique illustrant la variation, en fonction de l'angle des fibres pour un bloc de mesure selon la Fig. 7, d'une part, du rapport (rigidité R_{zz_c} à un effort orienté perpendiculairement à la surface de la bande de roulement / rigidité R_{xz_c} à un effort orienté tangentiellement à ladite surface) et, d'autre part, de l'effort appliqué audit bloc de mesure.

On voit à la Fig. 1 un secteur de bande de roulement 1 d'un pneumatique selon un premier exemple de réalisation de l'invention comportant des blocs de sculpture 2 et, en regard de ce secteur, cette bande de roulement 1 vue en coupe axiale qui admet pour axe de symétrie le plan circonférentiel médian P du pneumatique. On notera que les dimensions relatives des différents blocs de sculpture 2 sont respectées sur cette Fig. 1.

La bande de roulement 1 comporte un bloc de mesure 3 qui s'étend localement de la face radialement interne 4 à la face radialement externe 5 de cette bande de roulement 1. Dans l'exemple de la Fig. 1, ce bloc de mesure 3 est centré sur ledit plan circonférentiel médian P.

Par « bloc », on entend dans la présente description un élément de sculpture 2 de forme parallélépipédique ou non, tel qu'un « pain » de caoutchouc, qui est entouré sur son pourtour par une gorge ou rainure 6 le reliant à d'autres blocs. Cette rainure est relativement profonde et présente une largeur typiquement égale ou supérieure à 2 mm.

Le bloc de mesure 3 de la Fig. 1 forme une croix sensiblement en forme de « + ».

Ce bloc de mesure 3 comporte une zone centrale 10 et une zone d'encerclement 20 de même hauteur dans la direction radiale Z du pneumatique (voir Figs. 3 et 4), la zone d'encerclement 20 entourant la zone centrale 10 et étant reliée à cette dernière par des lamelles et/ou incision(s) 30, 31, 32, 33 de largeur réduite par rapport à celle d'une rainure telle que susmentionnée. Ces lamelles et/ou incision(s) 30 à 33, qui sont visibles aux Figs. 3 et 4 et qui présentent typiquement des largeurs inférieures à 2 mm et de préférence inférieures à 1 mm, sont destinées à assurer un découplage mécanique des matériaux de la zone centrale 10 et de la zone d'encerclement 20 pour les mesures d'adhérence.

La zone centrale 10 présente dans cet exemple une forme de parallélépipède dont le sommet rectangulaire 11 (i.e. la face radialement externe) a ses côtés 12, 13, 14, 15 respectivement en regard de quatre éléments de sculpture 21, 22, 23, 24, également en forme de parallélépipède, qui forment la zone d'encerclement 20.

Aux Figs. 3 et 4 est représenté un capteur 40 sensible à au moins un effort tangentiel exercé sur ledit sommet 11, qui peut mesurer des contraintes ou des déplacements. Le capteur 40 est logé dans la masse de la zone centrale 10, radialement à l'extérieur de la face interne 4 de la bande de roulement 1 et à proximité de cette face interne 4, de manière que ce capteur 40 ne soit pas affecté par l'usure de la bande de roulement 1 en

- 10 -

roulage. Il s'agit de mesurer un ou des états corrélés aux déformations ou aux contraintes que subit le pneumatique au cours du roulage, à la surface de contact en regard de cet endroit, dans les directions longitudinale et transversale.

Ce capteur 40 peut être par exemple de type à effet Hall, comportant de manière connue
5 un élément magnétique et au moins un dispositif à effet Hall.

Avantageusement, ce capteur 40 est un capteur de force de type clou tel que décrit dans la demande de brevet européen EP-A-1 275 949 au nom de la demanderesse, dont le contenu est incorporé à la présente description par référence.

En résumé, ce capteur de type clou est un capteur de force comportant une tige rigide
10 destinée à être sollicitée par une force et une tête, ladite tête comportant un élément solidaire de la tige destiné à être déformé ou contraint lorsque ladite tige est sollicitée, ledit élément portant des moyens de mesure de la déformation ou la contrainte et comportant des points d'ancrage qui ont une position par rapport à ladite tige au repos et qui conservent sensiblement cette position, lorsque ladite tige est sollicitée, lesdits
15 points d'ancrage étant discrets ou bien continus sur le bord dudit élément déformable.

Ledit élément déformable peut être une membrane pleine, telle qu'une membrane circulaire, et ledit élément déformable comporte par exemple des bras rayonnants reliés entre eux dans une partie centrale au niveau de laquelle est fixée ladite tige, lesdits points d'ancrage étant situés aux extrémités desdits bras.

20

Comme on peut le voir aux Figs. 1 et 3, chaque grand côté 12, 13 dudit sommet 11 est relié à l'élément de sculpture 21, 22 en regard par une lamelle 30, 31 de largeur par exemple égale à 0,8 mm.

Comme on peut le voir aux Figs. 1 et 4, l'un des petits côtés 14 dudit sommet 11 est
25 relié à l'élément de sculpture 23 en regard par une autre lamelle 32 de largeur analogue à celles des lamelles 30, 31, alors que l'autre petit côté 15 dudit sommet 11 est relié à l'élément de sculpture 24 en regard par une incision 33 dont la largeur est inférieure à celle des lamelles 30 à 32 (la largeur de l'incision 33 peut par exemple varier de 0,3 à 0,8 mm). L'incision 33 est telle qu'elle n'atteint pas la face radialement interne 4 de la
30 bande de roulement 1, de sorte qu'elle ne sépare pas totalement la zone centrale 10 et l'élément de sculpture 24.

Comme cela est visible dans l'exemple de la Fig. 1, l'une des pattes de la croix formée par le bloc de mesure 3 comporte dans la direction axiale Y du pneumatique, de part et

- 11 -

d'autre de la zone centrale 10 et d'une manière pratiquement alignée avec celle-ci, les deux éléments de sculpture 21, 22 situés en regard des grands côtés 12, 13. Quant à l'autre patte de cette croix qui s'étend dans la direction circonférentielle X du pneumatique, elle est telle que les deux éléments de sculpture 23, 24 situés en regard des petits côtés 14, 15 présentent une largeur supérieure à celle de ces derniers, de sorte que ces éléments 23, 24 s'étendent au-delà de la zone centrale 10 dans ladite direction Y.

On notera que chaque lamelle 30, 31, 32 contribue, lors du passage du bloc de mesure 3 dans l'aire de contact avec le sol de roulage, à réduire la rigidité R_{zz_c} de la zone centrale 10 à un effort orienté perpendiculairement à la face radialement externe 5 de la bande de roulement 1 par rapport à la rigidité correspondante R_{zz_e} de la zone d'encerclement 20.

On notera également que l'incision 33 contribue, lors du passage dans l'aire de contact, à augmenter la rigidité R_{xz_c} de la zone centrale 10 à un effort orienté tangentiellement à ladite face radialement externe 5 dans la direction circonférentielle X du pneumatique par rapport à la rigidité correspondante R_{xz_e} de la zone d'encerclement 20.

Il en résulte que les lamelles 30 à 32 et l'incision 33 contribuent globalement à élever le rapport de rigidités R_{xz_c} / R_{zz_c} pour la zone centrale 10 vis-à-vis du rapport correspondant R_{xz_e} / R_{zz_e} pour la zone d'encerclement 20.

On notera également que l'aire du sommet 11 de la zone centrale 10 est prévue très inférieure à celle de la face radialement externe des éléments de sculpture 21, 22, 23, 24 formant la zone d'encerclement 20, de sorte que lors du roulage du pneumatique selon l'invention, cette zone centrale 10 soit entourée sur une aire significative par la zone d'encerclement 20 qui est par définition beaucoup plus compacte que la zone centrale 10 (i.e. de rigidité verticale supérieure à celle de cette dernière), ce qui se traduit par le fait que ladite zone centrale 10 ne « reprend pas » la totalité des efforts exercés sur l'armature de sommet du pneumatique.

Dans l'exemple de réalisation de la Fig. 1, le sommet 11 de la zone centrale 10 présente une longueur de 20 mm (dans la direction circonférentielle X), une largeur de 8 mm (dans la direction axiale Y) et une hauteur de 8 mm (dans la direction radiale Z), et l'aire dudit sommet 11 est inférieure à 10 % de l'aire de la zone d'encerclement 20.

30

Dans la description suivante d'un second mode de réalisation de l'invention en relation avec la Fig. 2, on a utilisé des références numériques augmentées de 100 pour des éléments présentant une fonction analogue, sinon une structure identique, à celle des

- 12 -

éléments précités en relation avec la Fig. 1.

On voit à la Fig. 2 un secteur de bande de roulement 101 d'un pneumatique selon un autre exemple de réalisation de l'invention, comportant des blocs de sculpture 102 et, en regard de ce secteur, cette bande de roulement 101 vue en coupe axiale. La bande de roulement 101 comporte un bloc de mesure 103 qui s'étend localement de la face radialement interne 104 à la face radialement externe 105 de la bande de roulement 101. Dans l'exemple de la Fig. 2, ce bloc de mesure 103 est localisé dans la zone de l'épaule du pneumatique. On notera que les dimensions relatives des différents blocs de sculpture 102 sont également respectées sur cette Fig. 2.

Le bloc de mesure 103 de la Fig. 2 comporte une zone centrale 110 et une zone d'encerclement 120 de même hauteur dans la direction radiale Z du pneumatique (voir Figs. 5 et 6), la zone d'encerclement 120 entourant la zone centrale 110 et étant reliée à cette dernière par des lamelles et/ou incisions 130, 131, 132, 133 de largeur réduite par rapport à celle d'une rainure 106 telle que susmentionnée en référence à la Fig. 1. Comme cela a été mentionné en référence à la Fig. 1, les lamelles et/ou incision(s) 130 à 133, qui sont visibles aux Figs. 5 et 6 et qui présentent typiquement des largeurs inférieures à 2 mm et de préférence inférieures à 1 mm, sont destinées à assurer un découplage mécanique des matériaux de la zone centrale 110 et de la zone d'encerclement 120 pour les mesures d'adhérence.

La zone centrale 110 présente dans cet exemple une forme de parallélépipède qui est allongé dans la direction axiale Y du pneumatique et qui est logé entre les ailes 121a et 121b d'un élément de sculpture 121, lequel forme une partie de la zone d'encerclement 120 et présente une section perpendiculaire à la direction radiale Z du pneumatique qui est pratiquement en forme de «U». Plus précisément, les ailes 121a et 121b de l'élément 121 s'étendent parallèlement à cette direction Y et ont leurs extrémités respectives qui sont alignées avec l'un des petits côtés 114 du sommet rectangulaire 111 de la zone centrale 110.

Aux Figs. 5 et 6 est représenté un capteur 140, par exemple de type à effet Hall comportant un élément magnétique et au moins un dispositif à effet Hall, ce capteur 140 étant sensible à au moins un effort tangentiel exercé sur ledit sommet 111, qui peut mesurer des contraintes ou des déplacements, exactement de la même manière que le

- 13 -

capteur 40 décrit ci-dessus en référence aux Figs. 3 et 4.

Comme cela est visible aux Figs. 2 et 5, l'autre petit côté 115 du sommet 111 faisant face à l'âme 121c du « U » de l'élément de sculpture 121 est relié à ce dernier par une lamelle 132 de largeur analogue à celle de la lamelle 32 précitée, alors que ledit petit
5 côté 114 du sommet 111 est relié à un autre élément de sculpture 122 parallélépipédique faisant également partie de la zone d'encerclement 120 par une incision 133 analogue à l'incision 33 précitée. L'incision 133 est ainsi telle qu'elle n'atteint pas la face radialement interne 104 de la bande de roulement 101, de sorte qu'elle ne sépare pas totalement la zone centrale 110 et l'élément de sculpture 122.

10 Comme on peut le voir aux Figs. 2 et 6, chaque grand côté 112, 113 du sommet 111 est relié à l'élément de sculpture 121 par une lamelle 130, 131 analogue auxdites lamelles 30 et 31 précitées.

On voit également que l'élément de sculpture 122 s'étend dans la direction axiale Y du pneumatique pratiquement dans le prolongement des ailes 121a, 121b de l'élément de
15 sculpture 121. De plus, deux autres éléments de sculpture 123 et 124 parallélépipédiques complètent la zone d'encerclement 120 de telle manière qu'ils sont respectivement reliés auxdites ailes 121a et 121b de l'élément 121 par des lamelles 134 et 135, ces éléments 123, 124 présentant une longueur dans la direction axiale Y qui est pratiquement identique à celle dudit élément 122.

20 On notera que chaque lamelle 130, 131, 132 contribue à réduire, lors du passage dans l'aire de contact, la rigidité R_{zz_c} de la zone centrale 110 à un effort orienté perpendiculairement à la face radialement externe 105 de la bande de roulement 101 par rapport à la rigidité correspondante R_{zz_e} de la zone d'encerclement 120.

On notera également que l'incision 133 contribue à augmenter, lors du passage dans
25 l'aire de contact, la rigidité R_{yz_c} de la zone centrale 110 à un effort orienté tangentielllement à ladite face radialement externe 105 dans la direction circonférentielle X du pneumatique par rapport à la rigidité correspondante R_{yz_e} de la zone d'encerclement 120.

Il en résulte que les lamelles 130 à 132 et l'incision 133 contribuent globalement à
30 élever le rapport de rigidités R_{yz_c} / R_{zz_c} pour la zone centrale 110 vis-à-vis du rapport correspondant R_{yz_e} / R_{zz_e} pour la zone d'encerclement 120.

On notera également que l'aire du sommet 111 de la zone centrale 110 est prévue très inférieure à celle de la face radialement externe des éléments de sculpture 121, 122, 123,

124 formant la zone d'encerclement 120, de sorte que lors du roulage du pneumatique selon l'invention, cette zone centrale 110 soit entourée sur une aire significative par la zone d'encerclement 120 qui est par définition beaucoup plus compacte que la zone centrale 110 (i.e. de rigidité verticale supérieure à celle de cette dernière), ce qui se traduit par le fait que ladite zone centrale 110 ne « reprend pas » la totalité des efforts exercés sur l'armature de sommet du pneumatique.

Dans l'exemple de réalisation de la Fig. 1, le sommet 111 de la zone centrale 110 présente une longueur de 20 mm (dans la direction axiale Y), une largeur de 8 mm (dans la direction circonférentielle X) et une hauteur de 8 mm (dans la direction radiale Z), et l'aire dudit sommet 111 est également inférieure à 10 % de l'aire totale de la zone d'encerclement 120.

La Fig. 7 illustre un exemple de structure de la zone centrale 10, 110 d'un bloc de mesure 3, 103 selon l'invention.

La zone centrale 10, 110 de la Fig. 7 est constituée d'un « pain » parallélépipédique comportant une pluralité de couches rectangulaires et identiques 16, 116 qui sont superposées dans la direction axiale Y du pneumatique. Ce « pain » 10, 110 présente une structure composite lui conférant un caractère orthotrope, du fait que chacune des couches 16, 116 est à base d'une même composition de caoutchouc renforcée par des renforts 17, 117 textiles ou métalliques.

On a testé des blocs de mesure 3, 103 dans lesquels chaque couche 16, 116 de la zone centrale 10, 110 est renforcée par des fibres textiles, par exemple en polyester, qui sont orientées par rapport à la direction circonférentielle X selon un angle $\pm \alpha$ donné, de telle manière que deux couches adjacentes 16, 116 comportent respectivement ces fibres 17, 117 orientées selon des angles opposés α et $-\alpha$.

La Fig. 8 rend compte des essais réalisés sur des « pains » orthotropes pour zone centrale 10, 110 qui comportent tous huit couches 16, 116 présentant chacune une épaisseur de 1 mm environ. Ces « pains » 10, 110 testés sont caractérisés par une anisotropie égale à 3 et par la disposition des fibres selon des angles $\pm \alpha$ opposés dans deux couches 16, 116 adjacentes.

- 15 -

On a mesuré la variation, en fonction de la valeur absolue α de ces angles :

- de la rigidité R_{zz_c} de la zone centrale 10, 110 (exprimée en DaN/mm²) à un effort orienté perpendiculairement à la face radialement externe 5, 105 de la bande de roulement 1, 101,
- 5 - de la rigidité R_{xz_c} de la zone centrale 10, 110 (exprimée en DaN/mm²) à un effort orienté tangentiellement à ladite face radialement externe 5, 105, et
- du rapport R_{xz_c} / R_{zz_c} de ces rigidités.

Le graphique de la Fig. 8 montre qu'un « pain » de zone centrale 10, 110 caractérisé par
10 des angles α pratiquement égaux à $\pm 30^\circ$ en alternance dans les couches 16, 116 présente un rapport de rigidités R_{xz_c} / R_{zz_c} qui est maximisé, ce qui contribue, conformément à la présente invention, à optimiser la mise en glissement dans l'aire de contact du bloc de mesure 10, 110 incorporant ce « pain » 10, 110.

15 On a par ailleurs réalisé des mesures analogues pour des « pains » de zone centrale 10, 110 présentant des dimensions identiques mais des structures différentes, en comparaison d'un élément de sculpture « témoin » 21 à 24, 121 à 124 également de type « pain » qui est utilisable dans la zone d'encerclement 20, 120.

Cet élément de sculpture « témoin » présente une longueur de 25 mm, une largeur de 20
20 mm et une hauteur de 8 mm, et il est constitué d'une composition de caoutchouc réticulée pour bande de roulement 1, 101. Cet élément de sculpture « témoin » présente une rigidité R_{zz_c} à un effort orienté perpendiculairement à sa face radialement externe qui est égale à 186 DaN/mm.

25 Un premier « pain » de zone centrale 10, 110 selon l'invention se différencie de cet élément de sculpture « témoin » en ce que, d'une part, il est constitué d'une composition de caoutchouc présentant une rigidité R_{zz_c} à un effort orienté perpendiculairement au sommet 11, 111 du « pain » 10, 110 qui est égale à 17,59 DaN/mm, valeur très inférieure à celle dudit élément de sculpture « témoin » et, d'autre part, en ce qu'il
30 présente une largeur de 5 mm seulement pour une longueur de 15 mm.

Un second « pain » de zone centrale 10, 110 selon l'invention se différencie dudit premier « pain » selon l'invention en ce qu'il est constitué d'une composition de

- 16 -

composition de caoutchouc compressible à l'état réticulé et expansé, qui présente une structure cellulaire à cellules fermées (i.e. en caoutchouc « mousse ») lui conférant une rigidité R_{zz_c} égale à 11,90 DaN/mm. Ce second « pain » présente par ailleurs les mêmes dimensions que ledit premier « pain » selon l'invention.

5 Un troisième « pain » de zone centrale 10, 110 selon l'invention se différencie de ces deux « pains » selon l'invention en ce qu'il présente la structure précitée en référence à la Fig. 7, cette structure comprenant huit couches 16, 116 d'épaisseur égale à 1 mm. Chaque couche 16, 116 comprend une composition de caoutchouc qui est renforcée par les fibres de polyester précitées selon des angles de $\pm 45^\circ$, ce qui confère à ce troisième

10 « pain » une rigidité R_{zz_c} égale à 17,58 DaN/mm.

On a mesuré, pour ledit élément de sculpture « témoin » et ces trois « pains » 10, 110 selon l'invention, la rigidité R_{xz} à un effort orienté tangentiellement à la face radialement externe 5, 105 de la bande de roulement 1, 101, pour en déduire le rapport R_{xz} / R_{zz} . Le tableau ci-après rend compte des résultats obtenus.

15

	« pain témoin »	Premier « pain » selon l'invention	Second « pain » selon l'invention	Troisième « pain » selon l'invention
R_{xz} (DaN/mm)	22,40	3,47	3,46	5,19
R_{zz} (DaN/mm)	186,00	17,59	11,90	17,58
R_{xz} / R_{zz}	0,12	0,20	0,29	0,295

Ces résultats montrent notamment qu'une diminution de la largeur du « pain » permet d'élever le rapport R_{xz}/R_{zz} (premier « pain » selon l'invention). L'utilisation d'un matériau compressible de type caoutchouc « mousse » (second « pain » selon

20 l'invention) ou d'un matériau composite comportant des fibres textiles (troisième « pain » selon l'invention) permet également d'élever ce rapport.

Les pneumatiques comportant une bande de roulement 1, 101 telle que décrite en référence aux Figs. 1 à 7 sont tels que, dans une large plage de sollicitations développées

25 au contact du pneumatique sur le sol au cours d'un fonctionnement normal, une grande partie, voire la totalité de la zone centrale 10, 110 du bloc de mesure 3, 103 glisse sur le sol. On a constaté que ceci se produit même en roulage libre (pas de couple) à basse vitesse, y compris sur des sols de forte adhérence. Ce phénomène de glissement de la

- 17 -

zone centrale 10, 110 se produit au moins pendant une partie de chaque passage du bloc de mesure dans l'aire de contact sur le sol. La garantie que l'on ait ce phénomène de glissement dans le bloc de mesure 3, 103 permet de mesurer le potentiel de frottement sur le sol. Dans le reste de la bande de roulement 1, 101 au contraire, seules des petites parties glissent sur le sol et ces parties éventuellement en glissement sont bien trop

5 petites pour permettre une mesure exploitable pour accéder au potentiel de frottement.

On a remarqué qu'il existe au centre d'un bloc de mesure 3, 103 une excellente corrélation entre les efforts orientés tangentiellement, c'est à dire ceux assurant toutes les accélérations du véhicule, y compris pour le guider, apparaissant à la surface de contact et les efforts parallèles que l'on peut mesurer plus à l'intérieur, au-delà de la

10 limite de la partie d'usure de la bande de roulement 1, 101.

Le découplage assuré par les lamelles et incisions 30 à 33 et 130 à 133 permet d'effectuer la mesure envisagée de façon très acceptable, et l'on pense que c'est parce que la zone centrale 10, 110 vérifie les conditions a) et b) selon l'invention qui ont été

15 exposées dans le préambule de la présente description en relation avec la zone d'encerclement 20, 120. Cela permet d'éviter qu'apparaissent des pressions de contact au sol trop élevées pour permettre le glissement de la zone centrale 10, 110.

Un avantage de l'invention est de pouvoir ainsi appréhender la marge d'adhérence disponible jusqu'à usure totale du pneumatique, grâce à une mesure du potentiel de frottement faite comme indiqué ci-dessus.

20

Le pneumatique ainsi adapté va permettre d'estimer le "potentiel d'adhérence", notion définie précédemment et utilisée essentiellement en liaison avec l'ensemble de la bande de roulement 1, 101. ce pneumatique peut aussi permettre d'estimer le "potentiel de frottement", notion également définie précédemment.

Avec un ou des capteurs 40, 140 appropriés, judicieusement disposés, on peut obtenir ces mesures pendant toute la durée de vie du pneumatique. Il est bien entendu souhaitable que le bloc de mesure 3, 103 soit aussi réduit que possible par rapport au volume de la bande de roulement 1, 101, ou plus fondamentalement que ce bloc 3, 103 ne dégrade pas les performances du pneumatique. On peut obtenir l'information

25 souhaitée en faisant une seule mesure par tour du pneumatique. De façon avantageuse, le pneumatique peut comporter suffisamment de blocs de mesure 3, 103 de façon à ce qu'il y en ait toujours au moins un dans l'aire de contact avec le sol. Quant au véhicule, on pense qu'il est superflu que tous ses pneumatiques soient concernés par de telles

30

mesures, un pneumatique par côté pouvant être suffisant.

A partir d'une relation préétablie pour relier le potentiel de frottement et le potentiel d'adhérence du pneumatique, d'une part, et d'une procédure de réétalonnage régulier utilisant par exemple la propriété selon laquelle le potentiel d'adhérence maximum du pneumatique sur toutes les conditions de chaussée confondues évolue peu, il est possible de déduire la valeur du potentiel d'adhérence du pneumatique de la valeur de la contrainte de cisaillement exercée sur la zone centrale 10, 110 d'un bloc de mesure 3, 103 ou de tout signal représentatif de cette contrainte de cisaillement. Cette procédure de réétalonnage est utile car la pression sous la zone centrale 10, 110 d'un bloc de mesure 3, 103 peut évoluer au cours de l'usage du pneumatique, par exemple en fonction de l'usure du pneumatique, pour des conditions identiques de charge du pneumatique et de pression de gonflage et cette évolution de la pression introduit une variable qui modifie la relation entre la contrainte de cisaillement exercée sur la zone centrale 10, 110 d'un bloc de mesure 3, 103 et le potentiel d'adhérence du pneumatique.

Si la zone centrale 10, 110 d'un bloc de mesure 3, 103 est de surcroît équipée d'une mesure de la contrainte verticale au même point, il est possible de calculer le coefficient de frottement entre la zone centrale 10, 110 d'un bloc de mesure 3, 103 et le sol en effectuant le rapport entre la contrainte de cisaillement et la contrainte verticale. Dans ce cas, il n'est peut être pas utile de procéder à un réétalonnage régulier pour évaluer le potentiel d'adhérence du pneumatique.

La présente invention s'étend aussi à une méthode de détection d'une caractéristique d'adhérence entre un bandage élastique et un sol de roulage comprenant les étapes suivantes :

25

- a) prévoir dans la bande de roulement au moins un bloc de mesure 3, 103 qui est destiné à entrer en contact avec le sol à chaque tour du bandage, le bloc de mesure 3, 103 comportant, vu sur une face radialement externe de la bande de roulement, une zone centrale et une zone d'encerclement entourant la zone centrale 10, 110, laquelle est adaptée pour glisser sur le sol à un niveau de sollicitations parallèles à la surface du sol substantiellement plus réduit que le niveau de sollicitations parallèles à la surface du sol au-delà duquel la zone d'encerclement 20, 120 glisse sur le sol ;

30

- 19 -

- b) disposer un capteur 40, 140 de façon à effectuer une mesure dans ladite zone centrale, ledit capteur 40, 140 étant sensible au moins à un paramètre reflétant un effort tangentiel exercé à la surface de ladite zone centrale 10, 110 ;
- c) produire un premier signal, représentatif d'un effort tangentiel dans ladite surface de contact de la zone centrale 10, 110 ;
- d) détecter une variation dudit premier signal, caractéristique d'une perte d'adhérence ;
- e) produire une estimation du potentiel de frottement dans ladite surface de contact de la zone centrale 10, 110 ;
- f) produire une estimation du potentiel d'adhérence de la bande de roulement.

L'invention permet bien entendu d'estimer la "marge d'adhérence disponible" par la différence entre le potentiel d'adhérence du bandage élastique et le rapport entre l'effort tangentiel et l'effort vertical effectivement appliqué au bandage. A titre d'illustration non limitative, on peut estimer l'effort tangentiel, par exemple dans le sens longitudinal, ainsi que l'effort vertical au moyen de ce qui est décrit dans le brevet US 5,913,240. Mais on peut aussi estimer l'effort tangentiel et l'effort vertical à partir de mesures toutes faites dans la bande de roulement. D'autres détails sont donnés à ce sujet ci-après.

Dès lors, dans une variante avantageuse de la méthode de détection selon l'invention, les étapes visant à détecter une variation dudit premier signal et à produire une estimation du potentiel d'adhérence dans ladite surface de contact du bandage comprennent les opérations suivantes :

- a) produire un deuxième signal, représentatif d'un effort vertical dans ladite surface de contact de ladite zone centrale ;
- b) produire à partir des premier et deuxième signaux un troisième signal, représentatif du rapport entre l'effort tangentiel et l'effort vertical ;
- c) détecter une variation dudit troisième signal caractéristique d'une perte d'adhérence ;
- d) produire une estimation du potentiel de frottement dans ladite surface de contact de la zone centrale ; et
- e) à partir du potentiel de frottement, produire une estimation du potentiel d'adhérence de ladite bande de roulement.

On peut envisager d'effectuer des mesures dans la partie de la bande de roulement extérieure à ce qui est appelé ici « bloc de mesure », c'est à dire dans la partie de la bande de roulement dont les propriétés de doivent rien au souci d'effectuer des mesures.

5 La méthode proposé par l'invention comprend alors en outre les étapes suivantes :

- a) disposer un capteur en regard d'une zone de la surface de contact de la bande de roulement extérieure à ou aux blocs de mesure, ledit capteur étant sensible au moins à un paramètre reflétant un effort tangentiel exercé à la surface de ladite zone extérieure ;
- 10 b) produire un premier signal de bande de roulement fonctionnel, représentatif d'un effort tangentiel dans une zone de la surface de contact de la bande de roulement extérieure à ou aux blocs de mesure ;
- c) produire un deuxième signal de bande de roulement fonctionnel, représentatif d'un effort vertical dans une zone de la surface de contact de la bande de roulement extérieure à ou aux éléments de mesure ;
- 15 d) produire une indication caractéristique de l'effort tangentiel appliqué au bandage, à partir de l'intégration dudit premier signal de bande de roulement fonctionnel, entre les instants de début et de fin de contact avec le sol de ladite zone extérieure, et sur toute la largeur du bandage ;
- 20 e) produire une indication caractéristique de l'effort vertical appliqué au bandage, à partir de l'intégration dudit deuxième signal de bande de roulement fonctionnel, entre les instants de début et de fin de contact avec le sol de ladite zone extérieure, et sur toute la largeur du bandage ;
- 25 f) déterminer la "marge d'adhérence disponible" par la différence entre le potentiel d'adhérence de la bande de roulement et le rapport entre lesdits effort tangentiel et effort vertical appliqués à la bande de roulement.

Passons à un autre aspect de l'invention, intéressant en soi. On propose d'estimer la "marge d'adhérence disponible" sans passer par une mesure ou une estimation de l'effort vertical effectivement appliqué au bandage élastique. Pour cela, l'invention propose une méthode de détection d'une caractéristique d'adhérence entre un bandage élastique possédant une bande de roulement déformable et un sol de roulement, comprenant les étapes suivantes :

- 5 a) prévoir dans la bande de roulement au moins un bloc de mesure qui est destiné à entrer en contact avec le sol à chaque tour du bandage, le bloc de mesure comportant, vu sur une face radialement externe de la bande de roulement, une zone centrale et une zone d'encerclement entourant la zone centrale, laquelle est adaptée pour glisser sur le sol à un niveau de sollicitations parallèles à la surface du sol substantiellement plus réduit que le niveau de sollicitations parallèles à la surface du sol au-delà duquel la zone d'encerclement glisse sur le sol ;
- 10 b) disposer un capteur de façon à effectuer une mesure dans ladite zone centrale, ledit capteur étant sensible au moins à un paramètre reflétant un effort tangentiel exercé à la surface de ladite zone centrale ;
- c) produire un premier signal représentatif d'un effort tangentiel dans ladite zone centrale ;
- 15 d) détecter sur ledit premier signal l'instant d'entrée dans l'aire de contact de ladite zone centrale ;
- e) détecter sur ledit premier signal l'instant où le premier signal subit une variation caractéristique d'une perte d'adhérence ; et
- 20 f) produire une indication caractéristique d'une marge d'adhérence disponible à partir d'une fonction du premier signal entre l'instant de détection de l'entrée dans l'aire de contact et l'instant de détection de ladite variation caractéristique.

Avantageusement, ladite fonction du premier signal est le rapport entre la valeur moyenne de la dérivée première dudit signal par rapport au temps et la valeur du signal au point caractéristique d'une perte d'adhérence. En variante, ladite fonction du premier signal est l'intervalle de temps séparant lesdites détections.

25

Enfin, en variante, l'invention propose une méthode de détection d'une caractéristique d'adhérence entre un bandage élastique possédant une bande de roulement déformable et un sol de roulement, comprenant les étapes suivantes :

- 5 a) prévoir dans la bande de roulement au moins un bloc de mesure qui est destiné à entrer en contact avec le sol à chaque tour du bandage, le bloc de mesure comportant, vu sur une face radialement externe de la bande de roulement, une zone centrale et une zone d'encerclement entourant la zone centrale, laquelle est adaptée pour glisser sur le sol à un niveau de sollicitations parallèles à la surface du sol substantiellement plus réduit que le niveau de sollicitations parallèles à la surface du sol au-delà duquel la zone d'encerclement glisse sur le sol ;
- 10 b) disposer un capteur de façon à effectuer une mesure dans ladite zone centrale, ledit capteur étant sensible au moins à un paramètre reflétant un effort tangentiel exercé à la surface de ladite zone centrale ;
- c) disposer un capteur en regard d'une zone de la surface de contact de la bande de roulement extérieure à ou aux éléments de mesure, ledit capteur étant
- 15 sensible au moins à un paramètre reflétant un effort tangentiel exercé à la surface de ladite zone extérieure ;
- d) produire un premier signal, représentatif d'un effort tangentiel dans ladite zone centrale ;
- e) produire un deuxième signal, représentatif d'un effort tangentiel dans ladite
- 20 zone extérieure ;
- f) produire une indication caractéristique d'une marge d'adhérence disponible à partir d'une comparaison desdits premier et deuxième signaux.

25 Le potentiel d'adhérence du bandage élastique sur la chaussée conditionne directement le niveau maximal des efforts de guidage, de freinage et de motricité qui peuvent être transmis au véhicule. Il est un élément déterminant de la mobilité et de la tenue de route des véhicules.

Des études statistiques menées dans plusieurs pays montrent qu'il existe une relation indéniable entre ce potentiel d'adhérence et le risque d'accidents sur chaussée mouillée :

30 plus le niveau du potentiel d'adhérence sur chaussée mouillée est faible et plus le risque d'accident est élevé. La sécurité des usagers dépend donc étroitement du potentiel d'adhérence.

Un enjeu important pour la sécurité est de pouvoir évaluer le niveau du potentiel d'adhérence du bandage élastique le plus tôt possible avant d'atteindre la limite d'adhérence, car la possibilité d'éviter un accident en cas d'une adhérence insuffisante sera d'autant plus grande que les actions pour adapter les conditions de roulage du véhicule seront réalisées tôt.

Le principe de conception du bandage élastique présenté ici représente un intérêt important de ce point de vue. En effet, il permet d'évaluer le niveau du potentiel d'adhérence même lorsque le bandage est en roulage libre, ce qui revient à dire qu'il est possible de déterminer ce potentiel dans toutes les conditions de roulage du véhicule, depuis la situation de roulage en ligne droite à vitesse constante jusqu'aux situations de freinage et d'accélération maximaux, ou de virages pris à la limite d'adhérence. Le potentiel d'adhérence disponible peut ainsi être évalué en permanence.

A partir des mesures exposées, il est également possible de connaître la part du potentiel d'adhérence effectivement utilisée.

Le tableau suivant illustre des applications permises par la connaissance de ces informations.

DESTINATAIRE DE L'INFORMATION			
INFORMATIONS SAISIES	CONDUCTEUR	VEHICULE	AUTRES USAGERS & GESTIONNAIRES ROUTES
POTENTIEL ADHERENCE	<ul style="list-style-type: none"> • Informer des variations de niveau de potentiel adhérence • Comparer le potentiel instantané à une population statistique des niveaux d'adhérence et informer de la position de ce potentiel instantané par rapport à cette population (niveau fort, moyen, faible, très faible) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adapter la stratégie de pilotage de systèmes actifs (antiblocage, antipatinage, contrôle de trajectoire) • Assister le conducteur, corriger des commandes, lorsque ces commandes apparaissent inadéquates ou lorsqu'une action correctrice apparaît nécessaire compte tenu de la réponse prévue du véhicule 	<ul style="list-style-type: none"> • Informer les autres usagers du niveau d'adhérence disponible en tout point du réseau (en association avec un système de repérage de position) • Fournir aux organismes chargés de l'entretien du réseau des données temps réel permettant une gestion optimale de l'entretien
MARGE D'ADHERENCE DISPONIBLE	<p>Informer le conducteur du taux d'utilisation du potentiel et l'alerter à l'approche de la limite d'adhérence</p>	<p>Réguler des systèmes actifs (antiblocage, antipatinage, contrôle de trajectoire)</p>	<p>Alerter les gestionnaires des réseaux routiers des points où la limite d'adhérence est le plus souvent approché</p>

A partir de la seule connaissance du potentiel d'adhérence disponible, ou d'une information directement corrélée au potentiel d'adhérence, il est possible :

- d'informer le conducteur du véhicule :

5 ⇒ lorsque des variations du niveau d'adhérence surviennent : par exemple, si le potentiel diminue, au delà d'un certain niveau de variation, une alerte peut être délivrée au conducteur sous une forme sonore ou visuelle pour l'inciter à adapter sa conduite et à accroître sa vigilance ;

10 ⇒ sur le niveau relatif d'adhérence dont il dispose à un instant donné en comparaison à une base statistique des niveaux d'adhérence rencontrés : l'information prélevée en continu, lorsque le véhicule roule, peut alimenter une base de données implantée dans un système informatique lié au véhicule ou extérieur au véhicule (base de données centralisée avec laquelle le véhicule communiquerait) ; de plus, cette information peut être comparée à la

15 population statistique déjà stockée dans la base de données pour déterminer à quel percentile de la population elle correspond ; ce résultat peut être converti en une information simple délivrée au conducteur (par exemple par l'indication d'un niveau conventionnel qualifiant l'adhérence disponible : fort, moyen, faible, très faible) ;

20

- d'agir sur le véhicule :

25 ⇒ en adaptant la stratégie de pilotage de systèmes du véhicule tels que les systèmes d'antiblocage de roues, d'antipatinage et de contrôle actif de trajectoire : ces systèmes pourraient disposer de stratégies différentes selon le niveau d'adhérence et prédéfinies par construction ; en fonction du niveau instantané d'adhérence, la stratégie de pilotage la plus adaptée pourrait être mise en œuvre ;

30 ⇒ en permettant la détermination des commandes optimales à appliquer à un organe du véhicule : des simulations numériques en temps réel peuvent maintenant être réalisées dans les véhicules ; connaissant le niveau

d'adhérence, il est possible de rechercher la commande à appliquer à un organe (frein par exemple) pour que la réponse soit optimale ; il est aussi possible de prédire par simulation quelle sera la réponse du véhicule aux commandes exercées par le conducteur et de corriger en conséquence ses commandes ou de
5 l'assister dans le cas où les commandes apparaîtraient inadaptées ;

- d'informer les autres usagers de la route et les organismes chargés de la gestion du réseau routier, en communiquant ces informations à des bases centrales de données ; les moyens actuels de communication et de localisation des mobiles (système GPS
10 par exemple) permettent d'associer à chaque information sur le potentiel d'adhérence fournie par un véhicule la localisation précise de la portion routière correspondante et de transmettre ces informations à un système centralisé ; partant de ces informations, il est possible :
 - ⇒ d'informer les autres usagers de la route, et leurs véhicules, du niveau disponible
15 en un point donné avant même qu'ils n'aient atteint ce point, ce qui permet d'anticiper encore plus les actions correctives éventuellement nécessaires au niveau des commandes des véhicules ;
 - ⇒ de fournir aux gestionnaires du réseau routier des informations statistiques précises et en temps réel sur le niveau d'adhérence, rendant ainsi inutiles les
20 opérations régulières de mesure de l'adhérence réalisées dans certains pays pour surveiller leur réseau routier.

Si cette information sur le potentiel d'adhérence disponible est complétée de l'information sur le niveau d'adhérence effectivement utilisé, il est possible en plus :

- 25 • d'informer le conducteur sur le taux d'utilisation de ce potentiel disponible et de l'alerter à l'approche de la limite d'adhérence ;
- de réguler des systèmes du véhicule (systèmes antiblocage de roues ou antipatinage, par exemple) directement à partir de la différence entre le potentiel disponible et le potentiel utilisé ;
- 30 • de fournir aux personnes en charge de la gestion du réseau routier des informations

- 27 -

statistiques permettant de détecter les points du réseau où la limite d'adhérence est le plus souvent approchée et où le risque d'accident peut être important de ce fait, avant même que ce risque ne se soit exprimé au travers des statistiques d'accidents.

5 On peut par exemple procéder à une mesure comme expliqué par le document de brevet DE 3937966 A1. On a vu qu'un élément magnétique peut être incorporé dans la zone centrale d'un élément de mesure, à un endroit tel que cet élément subisse un déplacement relatif par rapport à des capteurs à effet Hall placés dans la bande de roulement lorsque ledit élément de mesure est soumis à un effort tangentiel ou à un effort normal. Les capteurs à effet Hall sont disposés de façon à mesurer le déplacement de l'élément magnétique au minimum sous l'effet d'un effort tangentiel appliqué à la surface d'un élément de mesure, voire à mesurer en plus son déplacement, de façon distincte.

15 En variante, on pourrait aussi effectuer une mesure comme enseigné par le brevet US 5 864 056 ou US 5 502 433.

Les signaux ainsi mesurés sont envoyés à une unité de calcul qui détermine le potentiel d'adhérence et la marge d'adhérence disponible selon l'une des méthodes proposées. Notons que la technologie actuelle permet la transmission, de préférence la télétransmission de signaux depuis une ou plusieurs unités de mesure implantées dans la bande de roulement et le véhicule proprement dit, que ce n'est pas l'objet de cette invention que de traiter de cet aspect, qui est relativement indépendant des aspects de mesures qui sont traités ici.

25 Ces informations calculées sont adressées elles-mêmes, par exemple à un dispositif permettant d'informer le conducteur, ou bien sont envoyées, par exemple par voie hertzienne, à un système extérieur au véhicule, permettant de centraliser les informations relatives au potentiel d'adhérence du sol et destiné à informer tous les usagers de la route, ou bien encore sont utilisées pour réguler des systèmes ou des organes du véhicule sur lequel le bandage élastique est monté.

REVENDICATIONS

1) Bandage élastique comportant une bande de roulement (1, 101) qui comporte au moins un bloc de mesure (3, 103) de l'adhérence dudit bandage sur un sol de roulage, ledit bloc de mesure (3, 103) étant destiné à entrer en contact avec ledit sol à chaque tour dudit bandage, caractérisé en ce que ledit bloc de mesure (3, 103) comporte, vu sur une face radialement externe (5, 105) de ladite bande de roulement (1, 101), une zone centrale (10, 110) et une zone d'encerclement (20, 120) entourant ladite zone centrale (10, 110), un capteur (40, 140) sensible à au moins un effort tangentiel exercé sur le sommet radialement externe (11, 111) de ladite zone centrale (10, 110) étant prévu en regard dudit sommet (11, 111), ladite zone centrale (10, 110) et ladite zone d'encerclement (20, 120) satisfaisant aux deux conditions :

a) $R_{zz_c} < R_{zz_e}$

b) (i) $R_{xz_c} / R_{zz_c} > R_{xz_e} / R_{zz_e}$ ou (ii) $R_{yz_c} / R_{zz_c} > R_{yz_e} / R_{zz_e}$, où :

x, y et z représentent respectivement les directions circonférentielle, axiale et radiale pour ledit bandage,

R_{zz_c} et R_{zz_e} représentent respectivement les rigidités de ladite zone centrale (10, 110) et de ladite zone d'encerclement (20, 120) à un effort orienté perpendiculairement à ladite face radialement externe (5, 105),

R_{xz_c} et R_{xz_e} représentent respectivement les rigidités de ladite zone centrale (10, 110) et de ladite zone d'encerclement (20, 120) à un effort orienté tangentielllement à ladite face radialement externe (5, 105) dans ladite direction circonférentielle (X) du bandage, et

R_{yz_c} et R_{yz_e} représentent respectivement les rigidités de ladite zone centrale (10, 110) et de ladite zone d'encerclement (20, 120) à un effort orienté tangentielllement à ladite face radialement externe (5, 105) dans ladite direction axiale (Y) du bandage.

2) Bandage élastique selon la revendication 1, dans lequel ladite bande de roulement (1, 101) comporte des blocs de sculpture (2, 102) séparés les uns des autres par des rainures (6, 106), caractérisé en ce que ladite zone d'encerclement (20, 120) est séparée de ladite zone centrale (10, 110) par des lamelles (30 à 32, 130 à 132) et/ou incision(s) (33, 133) qui présentent une largeur réduite par rapport à celle desdites rainures (6, 106) et qui

sont prévues pour découpler le matériau de ladite zone centrale (10, 110) par rapport à celui de ladite zone d'encerclement (20, 120).

3) Bandage élastique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'aire du
5 sommet (11, 111) de ladite zone centrale (10, 110) est inférieure à 20 % de l'aire de la face radialement externe de ladite zone d'encerclement (20, 120).

4) Bandage élastique selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il satisfait en outre à la condition suivante :

10 a^{bis}) $R_{zz_c} / < 0,2 \cdot R_{zz_e}$.

5) Bandage élastique selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il satisfait en outre à la condition suivante :

15 b^{bis}) (i) $R_{xz_c} / R_{zz_c} > 1,5 \cdot R_{xz_e} / R_{zz_e}$ ou (ii) $R_{yz_c} / R_{zz_c} > 1,5 \cdot R_{yz_e} / R_{zz_e}$.

6) Bandage élastique selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite zone centrale présente un potentiel d'adhérence qui est plus réduit que celui de ladite zone d'encerclement.

20 7) Bandage élastique selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite zone centrale (10, 110) est constituée d'une composition de caoutchouc cellulaire.

8) Bandage élastique selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite zone centrale (10, 110) présente un caractère orthotrope et est constituée de couches
25 composites (16, 116) qui sont superposées dans la direction axiale (Y) dudit bandage, dans le cas où ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (i), ou dans la direction circonférentielle (X) dudit bandage, dans le cas où ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (ii), lesdites couches (16, 116) étant chacune à base d'une composition de caoutchouc dans laquelle sont orientés sensiblement
30 perpendiculairement ou parallèlement au plan circonférentiel médian (P) dudit bandage des renforts métalliques ou textiles (17, 117).

- 9) Bandage élastique selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdites couches composites (16, 116) deux à deux adjacentes comportent respectivement des fibres textiles (17, 117) qui sont orientées selon des angles opposés ($\pm \alpha$) avec la direction
5 circonférentielle (X) ou axiale (Y) dudit bandage.
- 10) Bandage élastique selon la revendication 9, caractérisé en ce que lesdits angles ($\pm \alpha$) sont sensiblement compris entre $\pm 20^\circ$ et $\pm 45^\circ$.
- 10 11) Bandage élastique selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite zone centrale (10) admet sensiblement comme élément de symétrie le plan circonférentiel médian (P) dudit bandage, et en ce que ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (i).
- 15 12) Bandage élastique selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite zone centrale (10) présente une forme allongée dans ladite direction circonférentielle (X) dudit bandage.
- 13) Bandage élastique selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit sommet (11)
20 de ladite zone centrale (10), laquelle est en forme de parallépipède, a ses côtés (12 à 15) respectivement en regard de quatre éléments de sculpture parallépipédiques (21 à 24) formant ladite zone d'encerclement (20).
- 14) Bandage élastique selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'une au moins
25 des faces latérales de ladite zone centrale (10) qui s'étend à partir d'un petit côté (14, 15) dudit sommet (11) est inclinée d'un angle allant de -45° à $+45^\circ$ par rapport à un plan perpendiculaire audit sommet (11) contenant ledit petit côté (14, 15).
- 15) Bandage élastique selon la revendication 13 ou 14 dans lequel ladite bande de
30 roulement (1) comporte des blocs de sculpture (2) séparés les uns des autres par des

- rainures (6), caractérisé en ce que ladite zone d'encerclement (20) est séparée de ladite zone centrale (10) par des lamelles (30 à 32) ou incision(s) (33) qui présentent une largeur substantiellement réduite par rapport à celle desdites rainures (6) et qui sont prévues pour découpler le matériau de ladite zone centrale (10) par rapport à celui de ladite zone d'encerclement (20), chaque grand côté (12, 13) dudit sommet (11) étant relié à l'un desdits éléments de sculpture (21, 22) situé en regard par l'une desdites lamelles (30, 31) et l'un au moins des petits côtés (15) dudit sommet (11) étant relié à l'élément de sculpture (24) en regard par l'une desdites incision(s) (33).
- 5
- 16) Bandage élastique selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite zone centrale (110) est localisée dans la zone de l'épaule dudit bandage, et en ce que ladite condition b) est satisfaite par ladite inégalité (ii).
- 10
- 17) Bandage élastique selon la revendication 16, caractérisé en ce que ladite zone centrale (110) présente une forme allongée dans la direction axiale (Y) dudit bandage.
- 15
- 18) Bandage élastique selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite zone centrale est de forme parallélépipédique, et en ce que l'une au moins des faces latérales de ladite zone centrale (110) qui s'étend à partir d'un petit côté (114, 115) dudit sommet (111) est inclinée d'un angle allant de -45° à $+45^\circ$ par rapport à un plan perpendiculaire audit sommet (111) contenant ledit petit côté (14, 15).
- 20
- 19) Bandage élastique selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que ladite zone centrale (110), de forme parallélépipédique, est logée entre les ailes (121a et 121b) d'un premier élément de sculpture (121) de ladite zone d'encerclement (120) de section sensiblement en « U » dans un plan perpendiculaire à la direction radiale (Z) dudit bandage, lesdites ailes (121a et 121b) s'étendant parallèlement à ladite direction axiale (Y) et ayant leurs extrémités respectives pratiquement alignées avec l'un des petits côtés (114) dudit sommet (111) de ladite zone centrale (110), lequel petit côté (114) fait face à un second élément de sculpture (122) parallélépipédique de ladite zone d'encerclement (120).
- 25
- 30

20) Bandage élastique selon la revendication 19 dans lequel ladite bande de roulement (101) comporte des blocs de sculpture (102) séparés les uns des autres par des rainures (106), caractérisé en ce que ladite zone d'encerclement (120) est séparée de ladite zone centrale (110) par des lamelles (130 à 132) ou incision(s) (133) qui présentent une
5 largeur substantiellement réduite par rapport à celle desdites rainures (106) et qui sont prévues pour découpler le matériau de ladite zone centrale (110) par rapport à celui de ladite zone d'encerclement (120), l'autre petit côté (115) dudit sommet (111) qui fait face à l'âme (121c) dudit premier élément de sculpture (121) en « U » étant relié à ce
10 dernier par une lamelle (132), alors que ledit petit côté (114) aligné avec les extrémités desdites ailes est relié audit second élément de sculpture (122) par une incision (133).

21) Bandage élastique selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit capteur (40, 140) sensible à au moins un effort tangentiel est un capteur de force
15 comportant une tige rigide destinée à être sollicitée par une force et une tête, ladite tête comportant un élément solidaire de la tige destiné à être déformé ou contraint lorsque ladite tige est sollicitée, ledit élément portant des moyens de mesure de la déformation ou la contrainte et comportant des points d'ancrage qui ont une position par rapport à
20 ladite tige au repos et qui conservent sensiblement cette position, lorsque ladite tige est sollicitée, lesdits points d'ancrage étant discrets ou bien continus sur le bord dudit élément déformable.

22) Bandage élastique selon la revendication 21, caractérisé en ce que ledit élément déformable est une membrane pleine, telle qu'une membrane circulaire.

25

23) Bandage élastique selon la revendication 22, caractérisé en ce que ledit élément déformable comporte des bras rayonnants reliés entre eux dans une partie centrale au niveau de laquelle est fixée ladite tige, lesdits points d'ancrage étant situés aux
30 extrémités desdits bras.

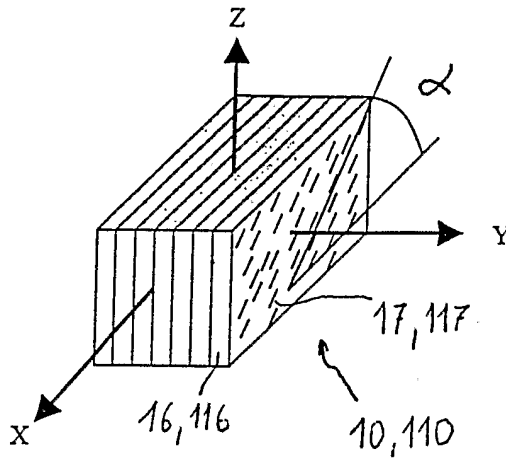


Fig. 7

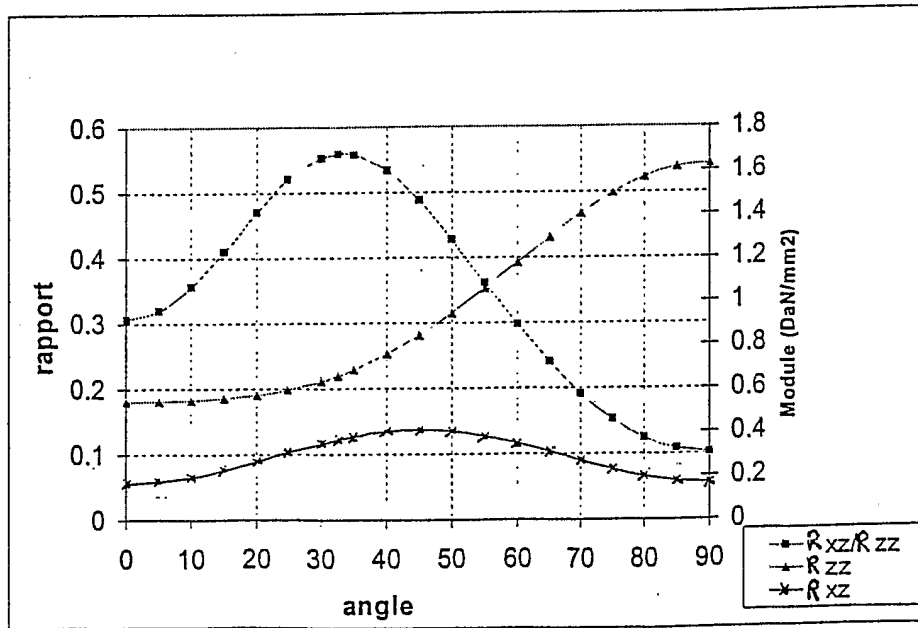


Fig. 8