

(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
31 décembre 2003 (31.12.2003)

PCT

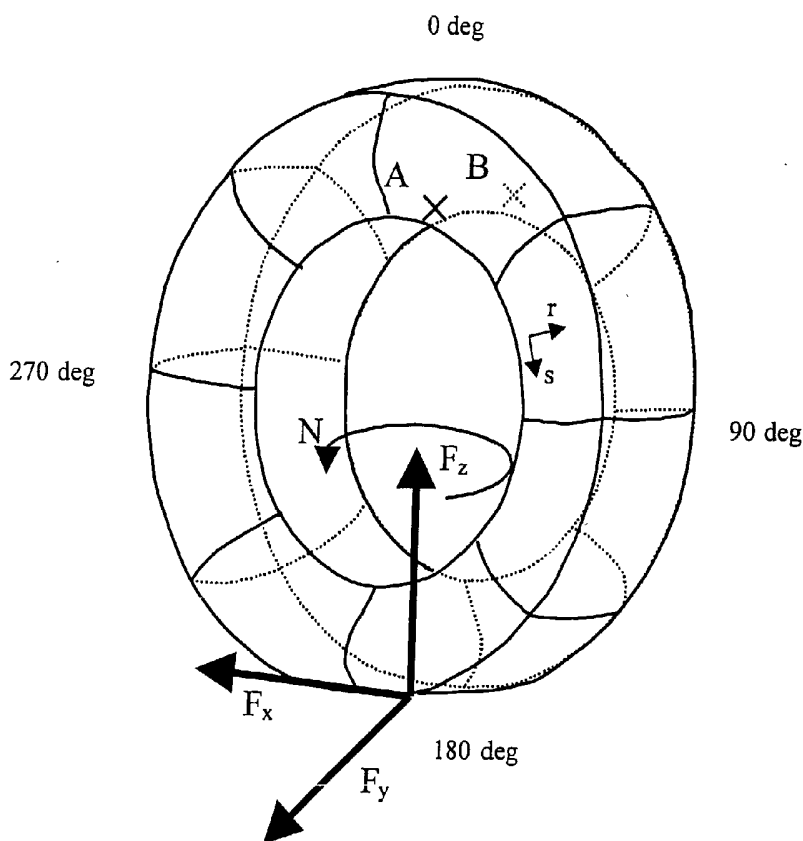
(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/000620 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **B60T 8/00**, G01M 17/02
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/EP2003/006510
- (22) Date de dépôt international : 20 juin 2003 (20.06.2003)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 02/07809 24 juin 2002 (24.06.2002) FR
- (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).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **BERTRAND, David** [FR/FR]; 9, boulevard Paul Cézanne, F-63400 Chamalières (FR).
- (74) Mandataire : **BAUVIR, Jacques**; 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MEASUREMENT OF THE MAXIMUM ADHESION COEFFICIENT BY MEASURING STRESS IN A BEAD OF A TYRE

(54) Titre : MESURE DU COEFFICIENT D'ADHÉRENCE MAXIMAL A PARTIR DE LA MESURE DE CONTRAINTES DANS UN BOURRELET D'UN PNEU



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the adhesion coefficient μ in the contact patch of a tyre on a road surface, whereby several points fixed in space are selected which are situated at different azimuths along the circumference in at least one bead of the tyre. Measurements of the variation in stress at said fixed points when the tyre rolls on the road surface and the measured signals are processed such as to give said adhesion coefficient ?.

(57) Abrégé : Méthode de détermination du coefficient d'adhérence μ dans l'aire de contact d'un pneu sur une chaussée, dans laquelle on sélectionne plusieurs points fixes dans l'espace, situés à des azimuts différents le long de la circonférence dans au moins un bourrelet du pneu, on effectue autant de mesures de variation de contrainte à ces points fixes lorsque le pneu roule sur la chaussée et l'on traite les signaux de mesure de façon à en extraire ledit coefficient d'adhérence μ .

WO 2004/000620 A1



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 eurasién (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, RO, SE, SI, SK,

TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

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.

Mesure du coefficient d'adhérence maximal à partir de la mesure de contraintes dans un bourrelet d'un pneu.

5 La présente invention se rapporte à l'évaluation de l'adhérence d'un véhicule sur une chaussée. Elle concerne plus particulièrement la détermination de caractéristiques d'adhérence entre la chaussée et une roue de véhicule, équipée d'un bandage élastique tel qu'un pneu gonflé ou un bandage élastique non pneumatique qui roule sur la chaussée.

10 La présente invention concerne aussi les divers dispositifs d'assistance électronique utilisés par exemple pour la régulation antiblocage des freins d'un véhicule ou la régulation anti-patinage des roues motrices, le contrôle de trajectoire d'un véhicule ou encore pour d'autres formes de contrôle ou de surveillance comme la pression des pneus. On sait que de tels dispositifs reconstruisent par calcul le coefficient d'adhérence
15 (μ) des pneus sur la chaussée, sans avoir procédé à la moindre mesure ni du coefficient d'adhérence ni des efforts développés dans le contact des pneus au sol. Même si ces dispositifs apportent une assistance remarquable et un surcroît de sécurité, leur fonctionnement gagnerait beaucoup à utiliser une valeur mesurée, ou estimée à partir de mesures réelles effectuées sur le pneu en fonctionnement.

20

C'est pourquoi l'objectif de la présente invention est de proposer une évaluation de l'adhérence d'un véhicule sur une chaussée, plus précisément de ses roues ou pneus ou bandages élastiques, termes considérés comme équivalents dans le contexte de la présente invention. Elle concerne plus particulièrement la détermination de
25 caractéristiques d'adhérence entre la chaussée et une roue de véhicule, équipée d'un bandage élastique tel qu'un pneu gonflé ou un bandage élastique non pneu qui roule sur la chaussée.

Les divers dispositifs d'assistance électronique évoqués ci-dessus profiteraient donc
30 utilement d'indications « en temps réel » sur les conditions d'adhérence susceptibles d'affecter le comportement d'un véhicule, notamment dans le cas où il subit une accélération par effort moteur ou par effort freineur ou par changement de direction de déplacement. L'invention vise à fournir une méthode d'y parvenir de manière efficace.

Dans ce qui suit, on entend par « potentiel d'adhérence maximum » le rapport entre l'effort tangentiel maximal (transversal ou longitudinal ou les deux combinés) et l'effort normal que la roue peut subir. Dans le texte, on le désigne aussi par le terme
5 « coefficient d'adhérence maximal » ou la lettre μ .

On entend par « efforts globaux » les trois composantes de forces F_x , F_y et F_z appliquées au centre de la roue et le couple d'auto-alignement N autour de l'axe Z .

- 10 Dans le but d'estimer le potentiel d'adhérence maximum, il a été proposé d'équiper la bande de roulement d'un pneu, ou certains éléments de la bande de roulement spécialement adaptés, de capteurs destinés à mesurer ou à estimer les efforts générés localement, en particulier en conditions de glissement. Ces approches, quoique fort prometteuses, présentent néanmoins certaines difficultés intrinsèques. Il est en effet
15 difficile de garantir le bon fonctionnement d'un capteur dans cette zone du pneu, en particulier avec l'usure de la bande de roulement, pendant toute la vie du pneu. De plus, les estimations fournies par ces capteurs sont très locales et sensibles à l'état de surface de la chaussée.
- 20 Or comme on cherche en fait à estimer le potentiel d'adhérence maximum de la roue, il faut encore le déterminer à partir du potentiel local mesuré.

L'invention détaillée ici se distingue de ces approches locales. Elle propose d'utiliser une mesure des contraintes générées par les déformations globales du pneu de manière à
25 obtenir une information sur le potentiel d'adhérence maximum de la roue sur le sol. En effet, lorsque le pneu est soumis à une sollicitation, le point d'application des forces appliquées dans l'aire de contact dépend entre autre du coefficient d'adhérence maxi parce que, dès qu'une partie de l'aire de contact de la roue sur la chaussée est en glissement, sa contribution aux efforts tangentiels est saturée à un niveau qui dépend du
30 coefficient d'adhérence. Les déformations du pneu sont elles mêmes sensibles au déplacement de ce point d'application. En particulier, ces déformations créent des

contraintes dans le bourrelet. Ces contraintes, sensibles aux efforts appliqués, sont aussi sensibles au déplacement du point d'application des forces dans l'aire de contact.

La méthode proposée utilise des mesures des contraintes dans le ou les bourrelets en
5 certains azimuts du pneu pour permettre une estimation du coefficient d'adhérence maxi.

Pour fournir une bonne estimation de μ , la méthode nécessite qu'il existe une zone de glissement dans l'aire de contact, qu'elle soit créée par une conception spéciale du pneu
10 ou par un niveau suffisant de sollicitation appliqué au pneu. De manière à obtenir une information fiable même en cas de faible glissement, l'invention propose d'estimer, en plus du potentiel d'adhérence maximal, le pourcentage de potentiel utilisé. Cette grandeur présente en effet l'avantage d'être plus facilement estimée en valeur absolue même pour des sollicitations faibles.

15

La méthode selon l'invention, pour la détermination du coefficient d'adhérence μ dans l'aire de contact d'un pneu sur une chaussée, comporte les étapes suivantes :

- sélectionner plusieurs points fixes dans l'espace (c'est à dire fixes dans le repère lié au véhicule), situés à des azimuts différents le long de la circonférence dans au
20 moins un bourrelet du pneu,
- effectuer autant de mesures de variation de contrainte à ces points fixes lorsque le pneu roule sur la chaussée,
- traiter les signaux de mesure de façon à en extraire ledit coefficient d'adhérence μ .

25 Avantageusement, ledit coefficient d'adhérence μ est déduit d'au moins 5 mesures de contraintes effectuées dans au moins un bourrelet du pneu, en 5 points fixes dans l'espace (c'est à dire fixes dans le repère lié au véhicule), situés à des azimuts différents le long de la circonférence.

30 La méthode de l'invention est basée sur la constatation du fait que les efforts agissant entre la bande de roulement du pneu et la chaussée provoquent une déformation des flancs des pneus qui sont la cause de l'apparition de contraintes sensibles et

reproductibles dans le bourrelet. Ces contraintes, si l'on parvient à les mesurer isolément lors de la rotation du pneu en temps réel, peuvent permettre de connaître à chaque instant le sens et l'intensité des efforts agissant sur le pneu ainsi que le signe et l'intensité du couple d'auto-alignement exercé par le pneu et le coefficient d'adhérence du pneu sur la chaussée.

Sous un aspect particulier mais intéressant, l'invention propose d'estimer la contrainte de cisaillement dans la direction circonférentielle.

10 La suite de la description explique plus en détails l'invention à l'aide des figures jointes dans lesquelles :

la figure 1 est une perspective d'un pneu sur lequel on définit des conventions utiles à la compréhension de l'invention ;

les figures 2a et 2b montrent l'effet de la composante verticale F_z sur la contrainte σ_{rs} :

- 15
- où la courbe en trait plein correspond à une charge verticale de 400 daN,
 - où la courbe en pointillés correspond à une charge verticale de 500 daN,
 - où la courbe en trait mixte correspond à une charge verticale de 300 daN ;

les figures 3a et 3b montrent l'effet de la composante F_x sur la contrainte σ_{rs} :

- 20
- où la courbe en trait plein correspond à une charge verticale de 400 daN et une absence de force F_x ,
 - où la courbe en pointillés correspond à une charge verticale de 400 daN et une force F_x de -400 daN (Freineur),
 - où la courbe en trait mixte correspond à une charge verticale de 400 daN et une force F_x de 400 daN (Moteur) ;

25 les figures 4a et 4b montrent l'effet de la composante F_y sur la contrainte σ_{rs} :

- où la courbe en trait plein correspond à une charge verticale de 400 daN sans effort F_y ,
- où la courbe en pointillés correspond à une charge verticale de 400 daN avec un effort F_y de 280 daN,
- 30 - où la courbe en traits mixtes correspond à une charge verticale de 400 daN avec un effort F_y de -280 daN ;

la figure 5 montre la déformation du pneumatique lorsqu'un angle de carrossage est appliqué ;

les figures 6a et 6b montrent l'effet du carrossage sur les signaux de contraintes de cisaillement :

- 5 - où la courbe en trait plein correspond à une charge verticale de 400 daN sans effort F_x et F_y et à angle de carrossage nul,
- où la courbe en pointillés correspond à une charge verticale de 400 daN avec un angle de carrossage de 2° ,
- où la courbe en traits mixtes correspond à une charge verticale de 400 daN avec
- 10 un angle de carrossage de 4° ;

la figure 7 est une vue de face d'un pneu schématique permettant d'expliquer l'invention ;

la figure 8 est une vue de côté d'un pneu schématique permettant d'expliquer l'invention ;

- 15 la figure 9 illustre le cisaillement d'une nervure dans l'aire de contact, ainsi que les contraintes associées ;

la figure 10 illustre l'effet du coefficient de frottement sur la répartition des efforts ;

la figure 11 est un bloc diagramme de l'estimation de μ à partir des mesures de déformation ;

- 20 les figures 12, 13 et 14 illustrent un type de capteur utilisable pour mesurer les contraintes de cisaillement et son implantation proposée dans le bourrelet ;

les figures 15 et 16 illustrent une architecture du type réseau de neurones utilisable pour estimer μ avec ou sans la pression en entrée;

- la figure 17 donne les résultats de l'estimation de μ et du pourcentage du potentiel
- 25 d'adhérence utilisé.

La méthode décrite ici s'appuie sur le fait que chaque force appliquée au pneu dans l'aire de contact provoque une déformation des flancs du pneu qui se répercute dans le bourrelet sous forme d'une contrainte de cisaillement . Considérons le cas d'un pneu

- 30 monté sur sa roue et gonflé dans le premier bourrelet duquel on mesure la contrainte de cisaillement dans la direction circonférentielle. En l'absence de forces appliquées sur le

pneu, la contrainte mesurée est constante en fonction de l'angle de rotation de l'ensemble monté.

Lorsque le pneu est soumis à des forces, on observe les effets suivants pour chacune des composantes desdites forces :

- La composante verticale (dénommée F_z) plaque le pneu sur le sol. En créant une aire de contact, elle entraîne un déplacement de la roue par rapport au centre de la ceinture du pneu. Il en résulte une déradialisation qui se traduit par une variation des contraintes de cisaillement dans le bourrelet. Celui-ci est cisailé dans un sens avant l'aire de contact et dans l'autre sens après l'aire de contact comme l'indiquent les figures 2a et 2b.
- La composante horizontale dans la direction de roulage (dénommée F_x) provoque une légère rotation de la roue par rapport à la ceinture du pneumatique. Il en résulte un cisaillement quasi uniforme en azimuth dans un sens ou dans l'autre. Le sens du cisaillement ajouté indique la nature moteur ou freineur de l'effort appliqué. Les figures 3a et 3b montrent l'effet de la composante F_x .
- La composante horizontale dans la direction transverse (dénommée F_y) provoque principalement une différenciation des deux bourrelets. Dans le cas d'une sollicitation par F_y , l'un des flancs est principalement mis en extension. La déradialisation évolue et il en résulte une répartition différente des cisaillements dans le bourrelet. L'autre flanc est mis en contraction et l'effet inverse a lieu dans le bourrelet comme le mettent en évidence les figures 4a et 4b.

Le couple d'auto-alignement N (moment autour de l'axe vertical) n'est pas à proprement parler un autre effort agissant entre la bande de roulement du pneu et la chaussée. Il s'agit plutôt d'une conséquence de la façon dont les composantes F_x , F_y et F_z sont appliquées dans l'aire de contact. Si le point d'application de la résultante ayant pour composantes F_x , F_y et F_z n'est pas le centre de l'aire de contact, cette résultante génère un moment autour de O_z que l'on appelle couple d'auto-alignement. La présence de ce moment se traduit principalement par une rotation de l'aire de contact autour de

Oz. Cet effet a pour conséquence d'induire un cisaillement dans un sens sur le premier flanc et dans l'autre sens sur le second flanc, à proximité de l'aire de contact.

Lorsque qu'une sollicitation qui mêle des composantes F_x , F_y et F_z est appliquée, on observe une superposition des effets énoncés précédemment sur la contrainte de cisaillement dans la direction circonférentielle. Un des avantages de la méthode proposée est de permettre une séparation des contributions de chaque composante de la sollicitation appliquée, de manière à permettre une estimation de chacune de ces composantes.

10

Dans le cas où un angle de carrossage est appliqué au pneumatique, les comportements des deux flancs et donc des deux bourrelets se distinguent. De manière imagée, tout se passe comme si un flanc porte plus de charge que l'autre. La figure 5 illustre ce fonctionnement en comparant une section de la partie du pneu dans l'aire de contact sans carrossage et avec carrossage γ . Il en résulte aussi un léger déplacement latéral de l'aire de contact qui se traduit par une poussée dans la direction Y. Les figures 6a et 6b montrent l'évolution de la contrainte de cisaillement circonférentielle dans les deux bourrelets. Sur le bourrelet surchargé (points A), l'évolution est semblable à celle d'une augmentation de la charge. Sur l'autre bourrelet (points B), on constate une évolution compatible avec une diminution de la charge portée. Cette évolution des signaux correspond à une rotation de l'aire de contact autour de l'axe Ox.

15

20

25

Définissons l'azimut θ comme l'angle auquel on analyse la contrainte de cisaillement dans le bourrelet. L'origine de l'azimut est prise à l'opposé du centre de l'aire de contact. Le centre de l'aire de contact a donc l'azimut 180° .

30

La rigidité apparente d'un pneumatique provient à la fois de son fonctionnement pneumatique (de sa pression de gonflage) et de sa rigidité structurelle (rigidité de son architecture). Les signaux de contrainte de cisaillement mesurés contiennent eux aussi une composante pneumatique et une composante structurelle. Par exemple, les signaux de cisaillement d'un pneu gonflé à 2 bars et chargé à 400 daN suivant Z ne sont pas identiques à ceux délivrés par le même pneu à 2.5 bars et chargé à 500 daN. Cette

différence correspond à la contribution structurelle et peut permettre d'estimer la pression de gonflage du pneumatique.

Dans le cas où la pression de gonflage varie, les liens qui relient les efforts appliqués et les signaux de cisaillement sont quantitativement modifiés, mais sans que leur nature ne soit changée. Ainsi, la méthode peut être expliquée d'abord dans le cas d'une pression de gonflage supposée constante dans un but de simplicité. De même, nous considérons dans la suite que le carrossage est constant et nul pour rendre l'explication plus claire et ne mentionnons que les cas les plus intéressants vis à vis de ce paramètre.

10

L'invention repose sur la remarque suivante : Considérons un pneu simplifié muni d'une nervure unique continue. Les figures 7 et 8 représentent un tel pneu. Dans la zone de l'aire de contact, la nervure est soumise à une contrainte verticale qui la plaque contre le sol. On parle souvent de mise à plat, dans l'empreinte du pneu sur le sol. En l'absence de dérive du pneu, une droite formée par des points de repère pris sur la nervure de façon à ce qu'ils soient alignés dans l'empreinte de contact avec le sol sont ensuite, lors de la rotation du pneu, compris dans un plan qui contient ladite droite définie lorsque les points étaient dans l'empreinte de contact. Si l'on applique un angle de dérive au pneu en roulage, le plan contenant lesdits points de repère lorsqu'ils sont suffisamment éloignés de l'empreinte de contact au sol forme un angle égal à l'angle de dérive avec les points de repère lorsqu'ils sont alignés dans l'empreinte de contact avec le sol. Sur la figure 9, on peut observer en trait plein la nervure vu de dessus sans dérive et en pointillés la nervure avec une dérive imposée. Plus on s'enfonce dans l'aire de contact, plus la nervure est cisailée et plus la contrainte latérale qui s'applique est grande. Si l'angle de dérive est suffisant, il existe dans l'aire de contact un point G_1 où le rapport de cette contrainte latérale sur la contrainte verticale devient supérieur au potentiel d'adhérence maximum μ_1 , la nervure se met à glisser. Cette situation est représentée en trait mixte sur la figure 9.

30 La force latérale F_{y1} générée par le pneu est égale à l'intégrale dans l'aire de contact de la contrainte latérale.

Si le pneu roule sur une surface où le potentiel d'adhérence maxi μ_2 est plus faible que μ_1 , il est nécessaire d'augmenter l'angle de dérive pour que le pneu génère la même force de poussée F_y . La zone de glissement commence désormais au point G_2 plus proche de l'entrée de l'aire de contact. La figure 10 permet de comparer les deux situations.

Entre ces deux configurations, les efforts latéraux sont les mêmes (même aire sous la courbe) mais le point d'application de la force F_y s'est déplacé. Plus le potentiel d'adhérence maxi diminue, c'est à dire plus le coefficient d'adhérence diminue, plus le point d'application de la force latérale se déplace vers l'entrée de l'aire de contact.

Une conséquence est que pour le même effort latéral F_y , le couple d'auto-alignement N a une valeur différente. Entre les deux situations, les effets sur les contraintes associés à F_y sont identiques mais ceux liés à N diffèrent en raison d'un déplacement du point d'application de la force. On va exploiter ces différences de contraintes dans le bourrelet pour estimer le coefficient d'adhérence maxi.

On vient d'établir un lien entre les contraintes dans le bourrelet du pneu d'une part, les efforts globaux appliqués au pneu d'autre part et le coefficient d'adhérence maxi. Toutefois, pour disposer d'autant d'informations que possible pour estimer le coefficient d'adhérence sur l'ensemble du domaine de sollicitation, on estime μ directement à partir des mesures de contraintes réalisées dans les bourrelets du pneu, sans passer par une estimation des efforts à partir desquels on rechercherait ensuite à estimer μ (figure 11).

En particulier, il est possible d'utiliser la mesure de la contrainte de cisaillement circonférentiel dans le bourrelet pour estimer le potentiel d'adhérence maxi.

La mesure de la contrainte de cisaillement dans le bourrelet 1 d'un côté ou des deux côtés du pneumatique peut se faire de n'importe quelle manière, par un dispositif externe ou un dispositif interne au pneu. A titre d'exemple, on décrit ici pour réaliser la mesure de la contrainte de cisaillement circonférentiel dans le bourrelet 1 l'utilisation

d'un ou de capteurs 3 placés dans le pneu dans une zone 2 d'ancrage de la carcasse, et sont donc entraînés en rotation par le pneu.

Ce ou ces capteurs 3 intégrés au pneu et mesurant localement la contrainte de cisaillement circonférentiel du ou des bourrelets peuvent faire appel à n'importe quel principe physique de mesure. Il peut par exemple s'agir d'un corps d'épreuve 30 équipé de jauges de contraintes 31, par exemple résistives. Une déformation du corps d'épreuve se traduit par une modification de la résistance des jauges de contraintes 31 collées à sa surface (figures 12, 13 et 14). Les deux jauges 31 placées de part et d'autre du corps d'épreuve 30 fournissent alors par l'intermédiaire d'un pont de Wheatstone un signal fortement lié à la contrainte de cisaillement. S'il est actif, le capteur 3 peut être alimenté soit par le véhicule par téléalimentation soit par une batterie embarquée sur la roue ou dans le pneu ou par tout autre moyen. Tout est aussi possible en ce qui concerne la transmission de l'information vers le véhicule, par voie radio ou autre. Le capteur 3 en lui même doit pouvoir fournir une information en continu ou avec une fréquence de rafraîchissement suffisamment rapide par rapport à la période de rotation de la roue.

Cette approche utilisant un capteur 3 intégré au pneu a l'avantage de permettre une connaissance de la contrainte de cisaillement dans le bourrelet d'un côté ou des deux côtés, à tous les azimuts du pneumatique puisque un capteur 3, entraîné par le pneu, explore l'ensemble des azimuts lors d'une rotation de la roue.

Une alternative pour augmenter la précision ou la robustesse de la méthode consiste à utiliser une mesure multi-dimensionnelle à la place d'une mesure mono-dimensionnelle. Par exemple et de manière non limitative, on peut utiliser à la fois une contrainte de cisaillement circonférentiel et une contrainte de cisaillement transversal, les deux grandeurs étant mesurées de manière préférée mais non limitative simultanément par le même capteur bi-dimensionnel au même endroit.

L'utilisation de ces deux contraintes permet de rendre une configuration dans laquelle un seul bourrelet est équipé de capteur(s) aussi robuste sur le plan de la performance et précise qu'une configuration dans laquelle les deux bourrelets sont équipés.

Dans ce cas, les entrées de la fonction de transfert sont constituées d'un panachage de mesures de l'une ou l'autre ou des différents types de contraintes à différents azimuts. Hormis cette différence, on utilise exactement la même démarche de détermination de la
5 fonction de transfert. Cette approche peut s'avérer très intéressante car sur le plan de la réalisation du produit final, il peut être beaucoup plus simple et moins coûteux de n'équiper qu'un seul bourrelet même si le capteur est lui-même plus cher à fabriquer.

De manière à capturer convenablement les évolutions de la contrainte de cisaillement
10 circonférentiel, les mesures doivent être réalisées en des azimuts bien choisis. En particulier et à titre d'exemple non limitatif, on peut indiquer les cas suivants :

- Mesure en trois azimuts sur les deux flancs. Un azimut choisi en entrée d'aire de contact (par exemple entre 100° et 150° d'azimut), une mesure à 180° (centre de l'aire de contact) et une mesure en sortie d'aire de contact à l'azimut symétrique de
15 celui utilisé en entrée. Ceci donne un total de six valeurs de contraintes de cisaillement à partir desquelles il est possible d'estimer le coefficient d'adhérence maxi.
- Mesure en sept azimuts sur un unique flanc. Les trois premiers sont situés en entrée d'aire de contact, le quatrième à 180° au centre de l'aire de contact et les trois
20 derniers symétriques des trois premiers par rapport au centre de l'aire de contact.

Pour établir la fonction de transfert entre les mesures de contraintes de cisaillement en plusieurs azimuts et le coefficient d'adhérence maxi, on peut par exemple utiliser un réseau de neurones, du type perceptron à une couche cachée, utilisé en tant
25 qu'approximateur. La figure 15 schématise ce type de réseau de neurones. Toute autre fonction mathématique permettant ce type d'approximation est bien sur utilisable.

De nombreux systèmes de mesure de la pression des pneumatiques sont désormais disponibles et rendent possible la mesure de celle-ci en cours de roulage. Si un tel
30 système est disponible, la pression peut être utilisée comme entrée supplémentaire de la fonction de transfert comme indiqué par la figure 16. Bien sur, d'autres grandeurs peuvent être introduites en entrée de la fonction de transfert de manière à en améliorer

les performances (par exemple et sans limitation, le carrossage, la vitesse du véhicule ...).

- 5 Dans le cas où l'on utilise un réseau de neurones pour réaliser la fonction de transfert. La démarche suivie pour construire la fonction est la suivante :

La première étape consiste à réaliser une base de données contenant les valeurs des contraintes de cisaillement aux azimuts choisis (ou toute valeur représentative) qui
10 représenteront les entrées de la fonction de transfert, et contenant les valeurs de μ . Il est possible de construire une telle base de données soit à l'aide d'une machine de mesure (l'avantage est de pouvoir solliciter le pneu par des forces F_x , F_y , F_z indépendantes et de faire varier le coefficient d'adhérence de manière bien contrôlée) soit sur véhicule en utilisant par exemple une roue dynamométrique (pour mesurer les efforts) et en roulant
15 sur différents sols.

Dans le cas où l'utilisation future du système doit se faire dans des conditions de carrossage et/ou de pression variable, il est indispensable que la base de données utilisée à cette étape contienne des angles de carrossage et des pressions représentatives des
20 conditions d'utilisation futures.

Dans un second temps, on recherche une fonction de transfert à l'aide de cette base de données, μ étant la sortie de la fonction de transfert. Dans le cas où on utilise un réseau de neurones, c'est la phase d'apprentissage.
25

La troisième étape consiste à vérifier que la fonction de transfert obtenue fonctionne correctement dans tout le domaine désiré, c'est à dire à vérifier qu'elle est généralisable.

Dans tous les cas, la méthode proposée pour estimer le coefficient d'adhérence maxi
30 nécessite de solliciter le pneu par des efforts F_x , F_y ou les deux combinés. En effet, il est absolument nécessaire qu'il existe une zone de glissement dans l'aire de contact pour que la démarche présentée s'applique. Grâce à cette méthode, on est certain

d'avoir une estimation de la limite d'adhérence avant de l'atteindre. Toutefois, lorsque le pneu est très peu sollicité, l'estimation est imprécise ou fautive (absence de glissement de l'aire de contact). Pour cette raison, il est proposé de s'intéresser au pourcentage de potentiel d'adhérence utilisé défini de la façon suivante :

5

$$p_u = \frac{\mu_{\text{utilisé}}}{\mu} = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{\mu \cdot F_z}$$

L'approche proposée ici consiste à déterminer directement le pourcentage p_u à partir des mesures de contraintes de cisaillement. Comme pour la détermination de μ , on peut
10 procéder de la façon expliquée dans les paragraphes suivants.

La première étape consiste à réaliser une base de données contenant les valeurs des contraintes de cisaillement aux azimuts choisis (ou toute valeur représentative) qui représenteront les entrées de la fonction de transfert, et contenant p_u (sortie de la
15 fonction de transfert) pour un ensemble de sollicitations. Il est possible de construire une telle base de données soit à l'aide d'une machine de mesure (l'avantage est de pouvoir solliciter le pneu par des forces F_x , F_y , F_z indépendantes et de faire varier le coefficient d'adhérence) soit sur véhicule en utilisant par exemple une roue dynamométrique (pour mesurer les efforts) et en roulant sur différents sols.

20

Dans un second temps, on recherche une fonction de transfert à l'aide de cette base de données, p_u étant la sortie de la fonction de transfert. Dans le cas où on utilise un réseau de neurones, c'est la phase d'apprentissage.

25 La troisième étape consiste à vérifier que la fonction de transfert obtenue fonctionne correctement dans tout le domaine désiré, c'est à dire à vérifier qu'elle est généralisable.

Le pourcentage proposé présente l'intérêt d'être plus facilement correctement estimé en grandeur absolue quelle que soit la sollicitation, même faible, appliquée au pneu. On
30 l'obtient de manière directe par exemple par un réseau de neurones en appliquant la démarche présentée pour l'estimation de μ . La figure 17 présente un exemple de

reconstruction du potentiel d'adhérence maxi et du pourcentage de potentiel utilisé. Le couple moteur ou freineur (glissement lié à F_x) et la force transversale (dérive liée à F_y) varient au cours du temps ainsi que le sol sur lequel roule le véhicule. La charge F_z est imposée. Lorsque la sollicitation du pneu est faible (F_x et F_y faibles simultanément) au voisinage de 4 s, la qualité de l'estimation du potentiel d'adhérence maxi chute. L'estimation du pourcentage de potentiel utilisé reste quant à elle tout à fait correcte.

Dans le cadre d'une utilisation par un système embarqué dans un véhicule (système de type ESP ou ABS), il est intéressant de disposer d'une grandeur définie sur tout le domaine d'utilisation. Il est par exemple envisageable d'utiliser le pourcentage de potentiel d'adhérence utilisé (μ_u) pour affiner les mécanismes de régulation des systèmes ABS ou ESP.

REVENDICATIONS

1. Méthode de détermination du coefficient d'adhérence μ dans l'aire de contact d'un pneu sur une chaussée, dans laquelle on sélectionne plusieurs points fixes dans l'espace, situés à des azimuts différents le long de la circonférence dans au moins un bourrelet du pneu, on effectue autant de mesures de variation de contrainte à ces points fixes lorsque le pneu roule sur la chaussée et l'on traite les signaux de mesure de façon à en extraire ledit coefficient d'adhérence μ .
2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit coefficient d'adhérence μ est déduit d'au moins 5 mesures de variation de contrainte de cisaillement effectuées dans au moins un bourrelet du pneu, en 5 points fixes dans l'espace, situés à des azimuts différents le long de la circonférence.
3. Méthode selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la mesure de la contrainte de cisaillement est effectuée par au moins un capteur intégré dans un bourrelet du pneu, le signal délivré par ledit capteur étant traité pour relever sa valeur en plusieurs azimuts correspondant auxdits points fixes.
4. Méthode selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la mesure de la contrainte de cisaillement est effectuée par autant de capteurs que d'azimuts à observer, les capteurs étant externes au pneu et disposés dans l'espace fixe.
5. Méthode selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que l'on effectue une mesure en trois azimuts sur chacun des deux flancs, à un azimut choisi en entrée d'aire de contact, à 180° et à un azimut choisi en sortie d'aire de contact, azimut symétrique de celui utilisé en entrée.
6. Méthode selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce l'on effectue une mesure en sept azimuts sur un seul flanc, les trois premiers azimuts étant situés en

entrée d'aire de contact, le quatrième à 180° au centre de l'aire de contact et les trois derniers symétriques des trois premiers par rapport au centre de l'aire de contact.

7. Méthode selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que l'on établit une
5 fonction de transfert entre les mesures et le coefficient d'adhérence maxi par les étapes suivantes :
- réaliser une base de données contenant les valeurs des contraintes de cisaillement aux azimuts choisis, et les valeurs de μ associées, l'ensemble des valeurs étant relevées expérimentalement.
 - 10 • rechercher une fonction de transfert à l'aide de cette base de données, μ étant la sortie de la fonction de transfert.
8. Méthode selon la revendication 7, utilisant un réseau de neurones du type perceptron à une couche cachée, utilisé en tant qu'approximateur.
- 15 9. Méthode selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'on estime la contrainte de cisaillement par la mesure de la flexion d'un corps d'épreuve inséré dans le bourrelet.
- 20 10. Méthode selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que l'on estime la contrainte de cisaillement par la mesure de la flexion d'un corps d'épreuve à l'aide de jauges de déformation.
11. Méthode selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que l'on détermine
25 le pourcentage de potentiel d'adhérence utilisé défini par
$$p_u = \frac{\mu_{\text{utilisé}}}{\mu} = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{\mu \cdot F_z}$$
 en procédant de la façon suivante :
- réaliser une base de données contenant les valeurs des contraintes de cisaillement aux azimuts choisis, pour un ensemble de sollicitations du pneu,
 - rechercher une fonction de transfert à l'aide de cette base de données, p_u étant la
30 sortie de la fonction de transfert, les valeurs des contraintes de cisaillement étant les entrées de la fonction de transfert,

- vérifier que la fonction de transfert obtenue fonctionne correctement dans tout le domaine de sollicitations désiré.

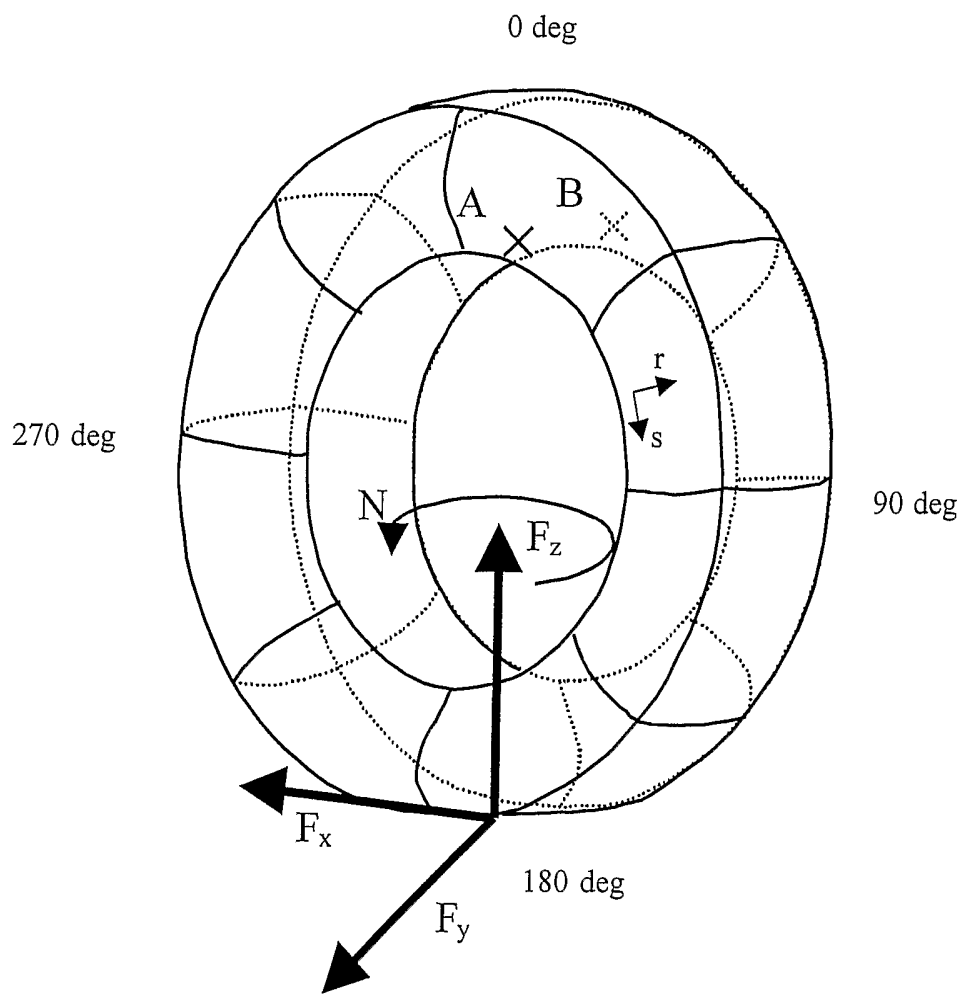


Figure 1

Contraintes de cisaillement au point A

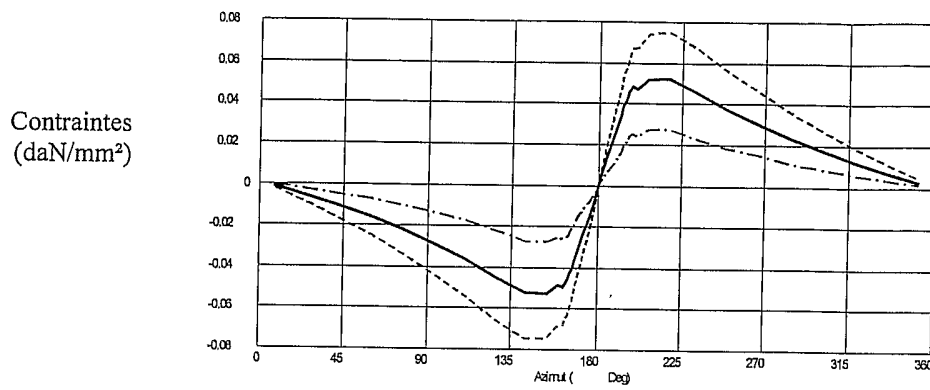


Figure 2a

Contraintes de cisaillement au point B

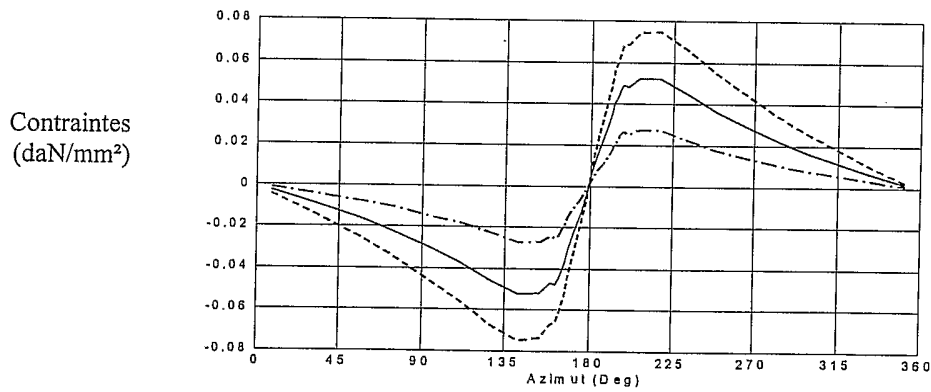


Figure 2b

Contraintes de cisaillement au point A

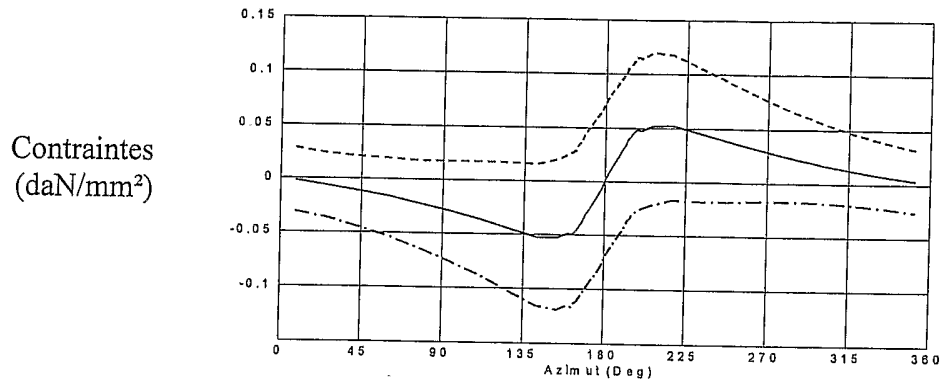


Figure 3a

Contraintes de cisaillement au point B

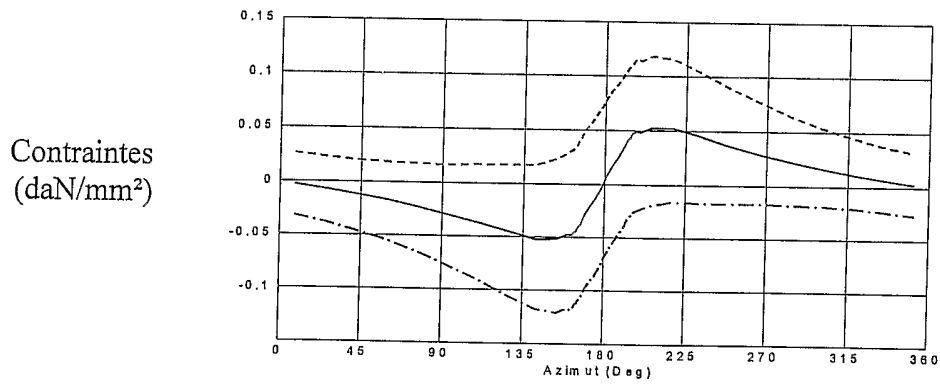


Figure 3b

Contraintes de cisaillement au point A

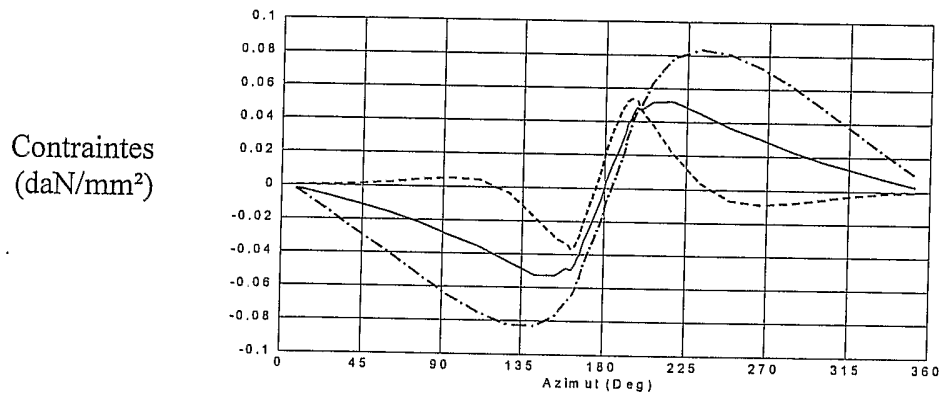


Figure 4a

Contraintes de cisaillement au point B

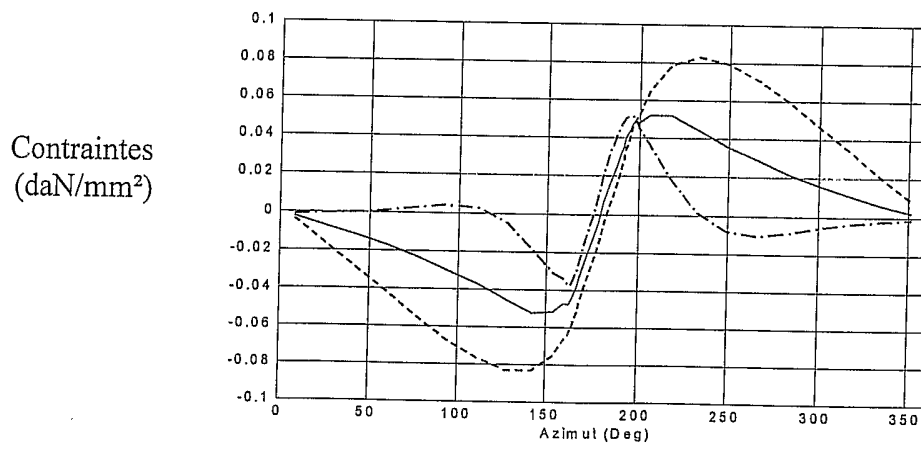


Figure 4b

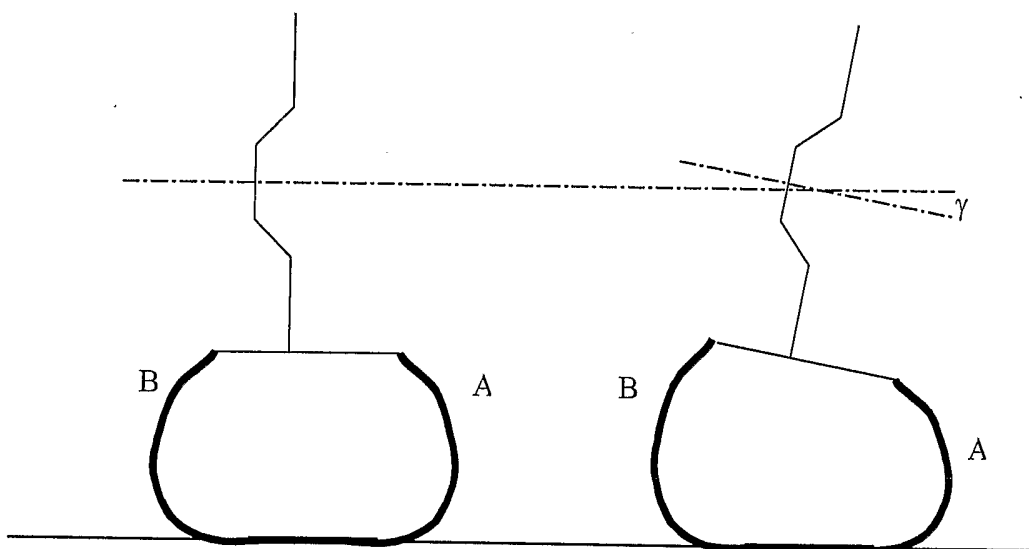


Figure 5

Contraintes de cisaillement au point A

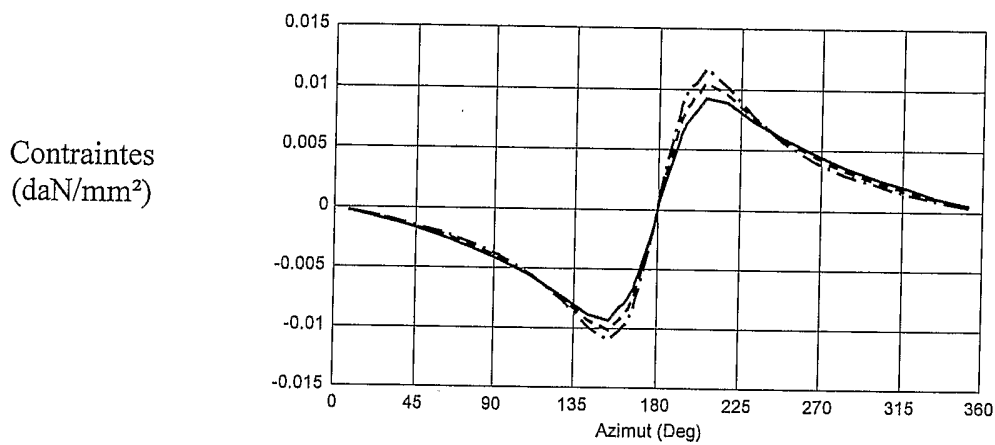


Figure 6a

Contraintes de cisaillement au point B

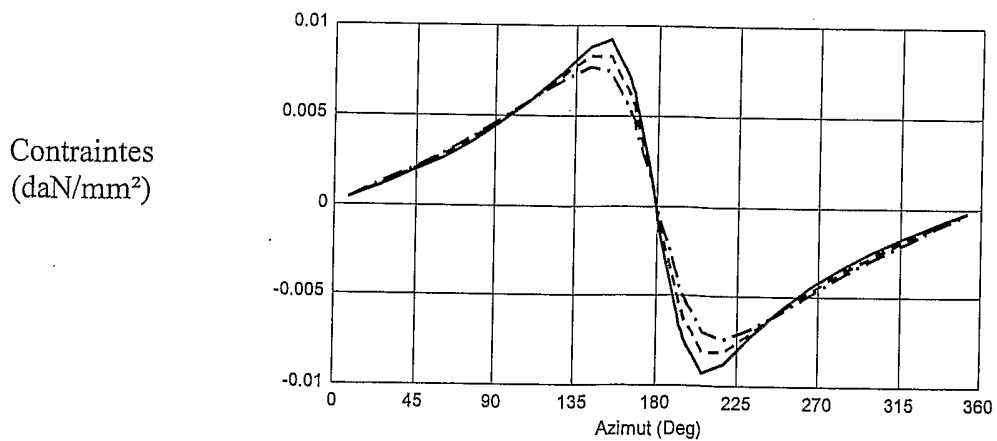


Figure 6b

Figure 7

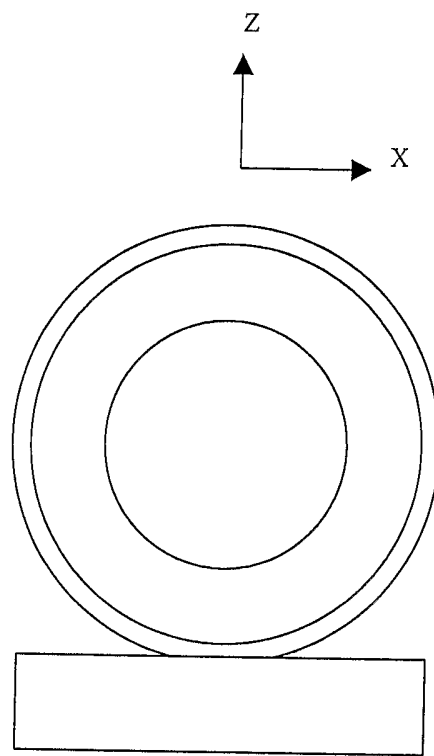
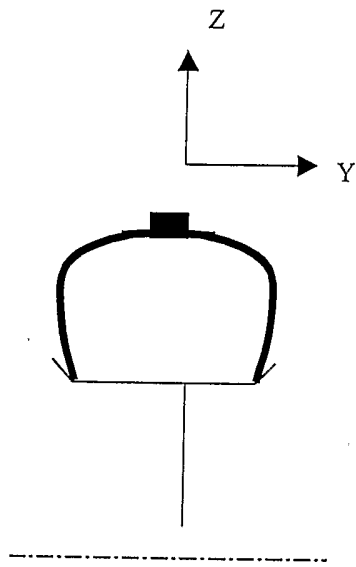


Figure 8

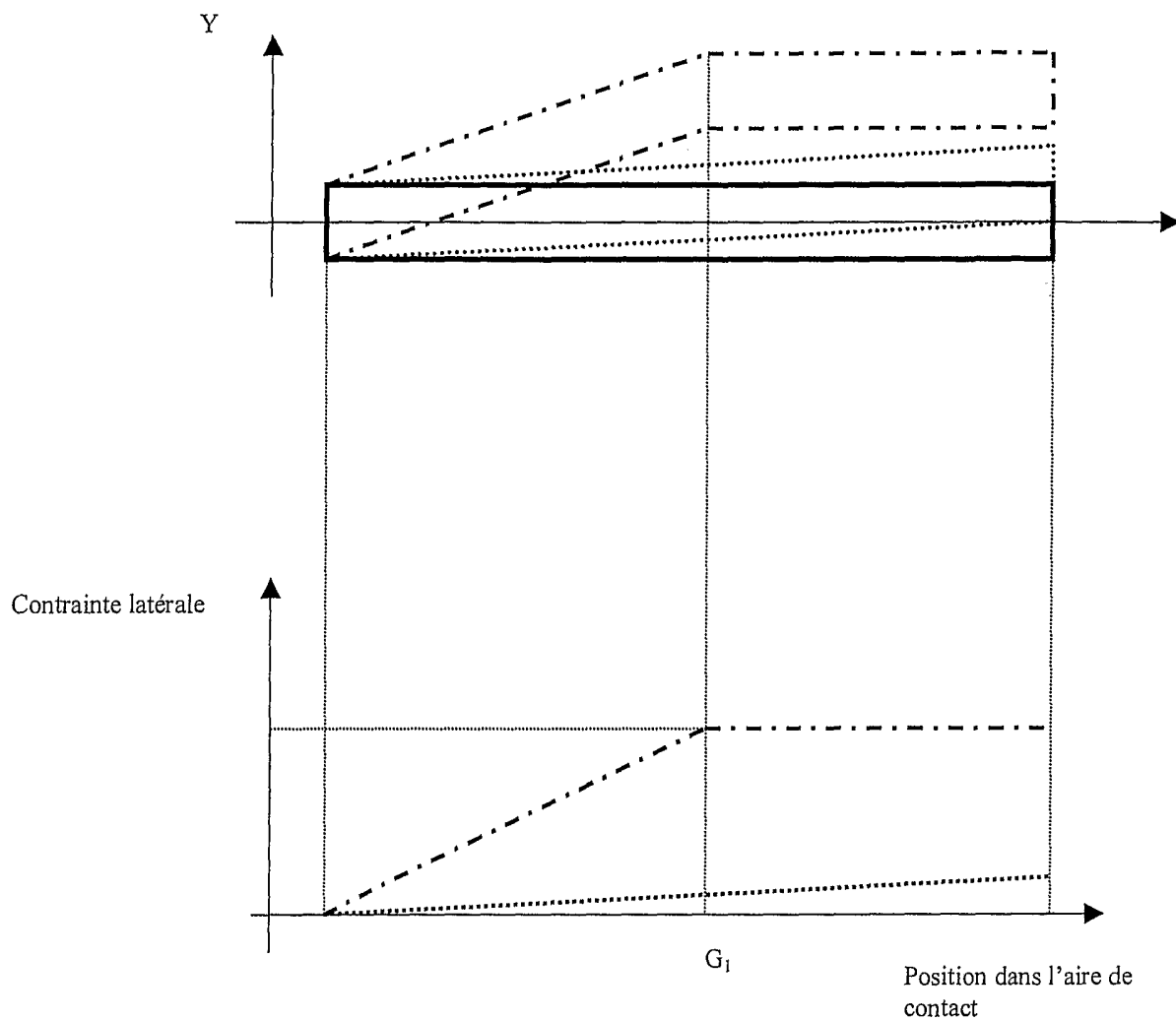


Figure 9

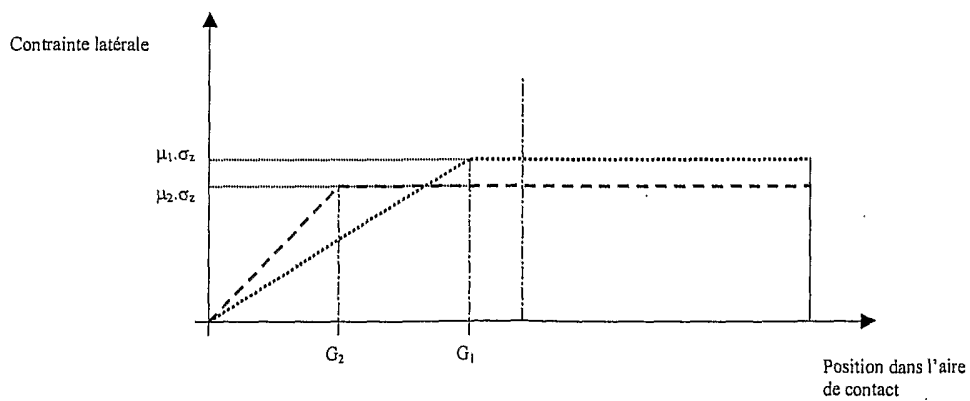


Figure 10

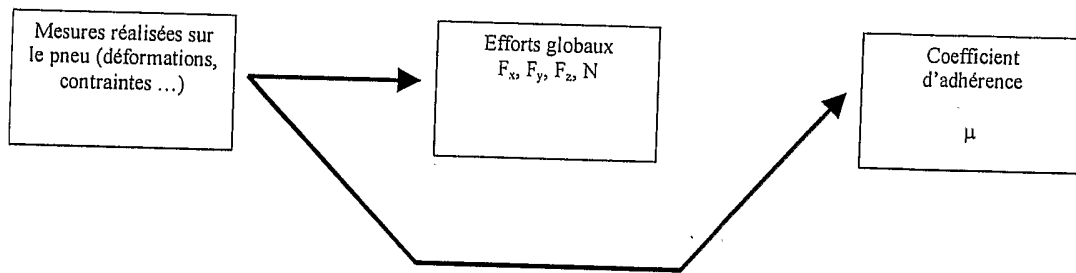


Figure 11

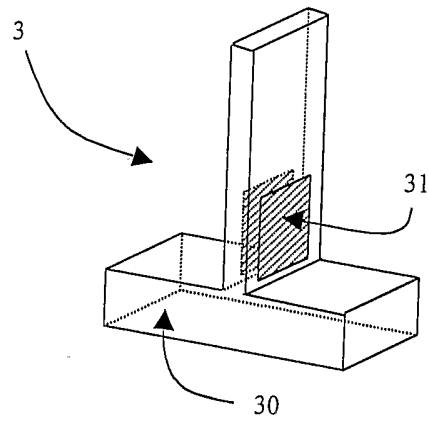


Figure 12

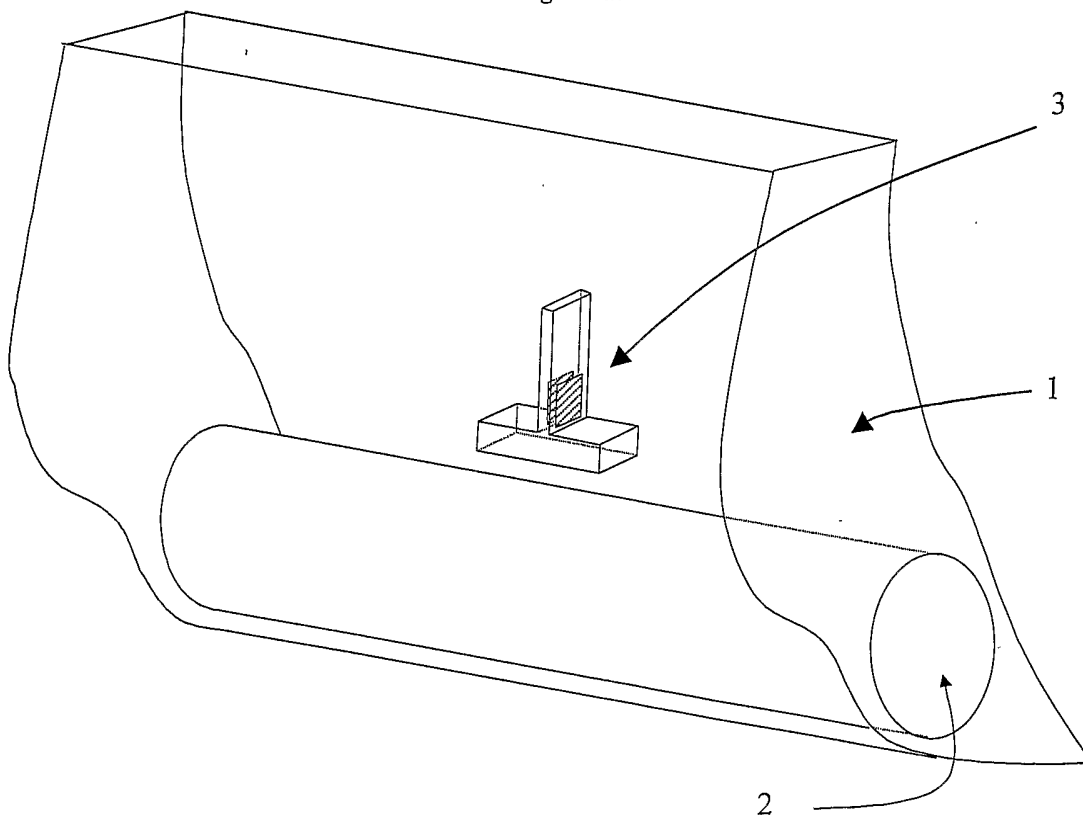


Figure 13

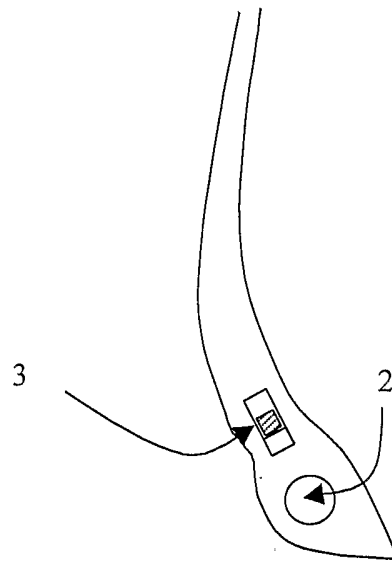


Figure 14

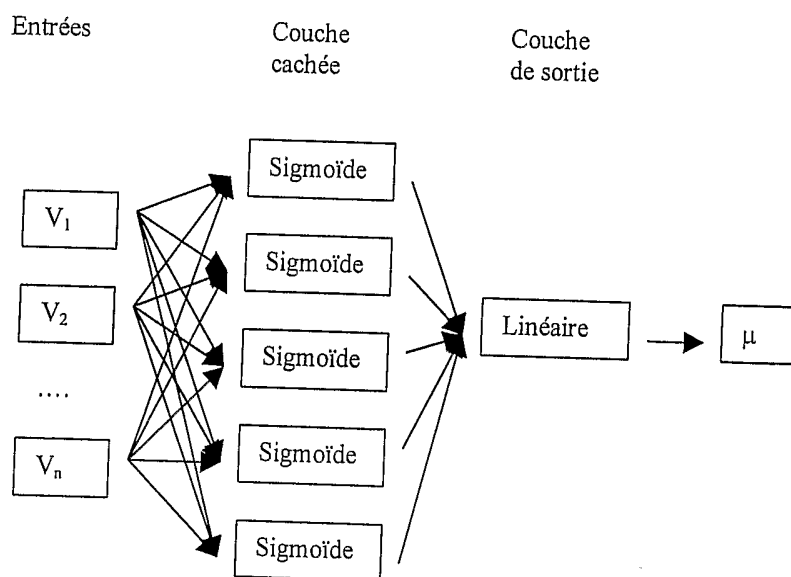


Figure 15

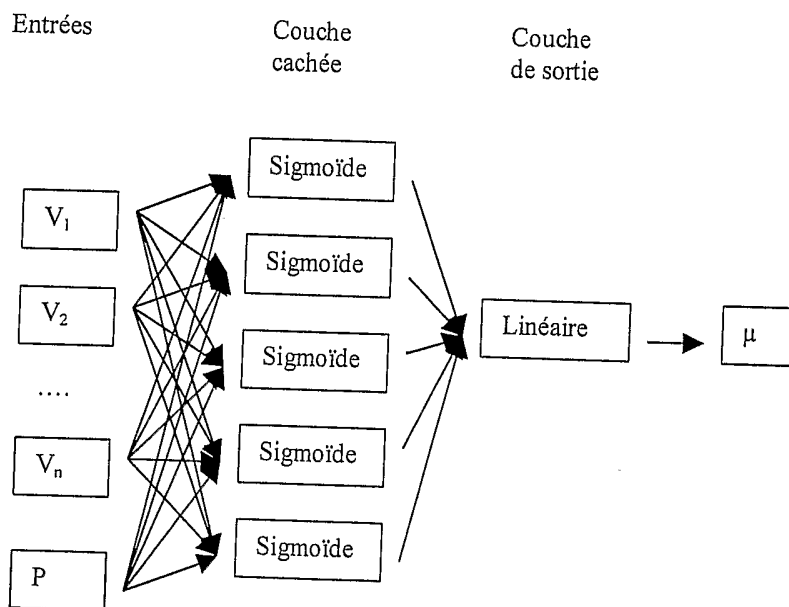


Figure 16

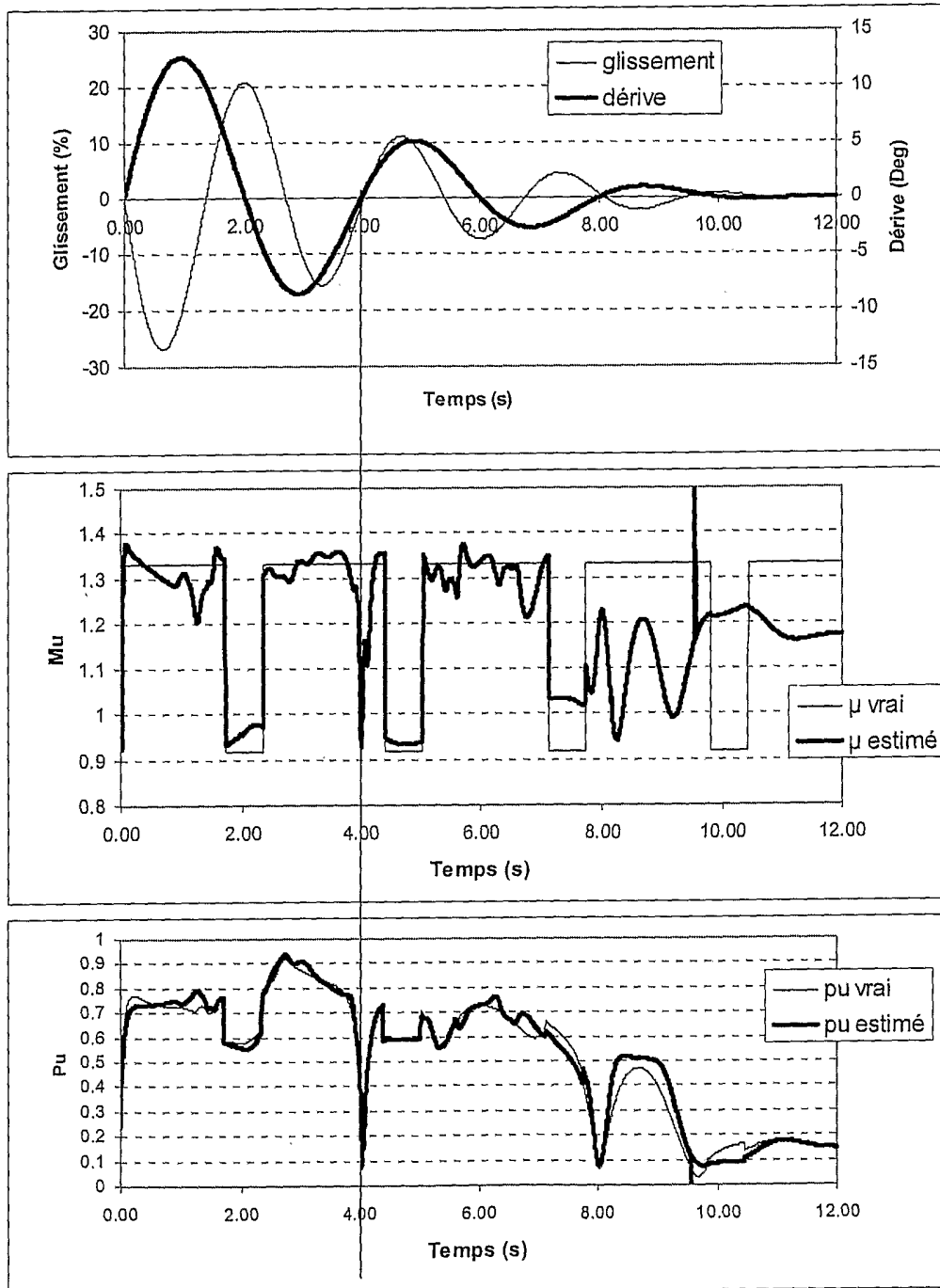


Figure 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/06510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60T8/00 G01M17/02

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)
IPC 7 G01M B60T G01L

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 095 794 A (BRIDGESTONE CORP) 2 May 2001 (2001-05-02) claims 1-36 -----	1-11
A	US 6 266 600 B1 (MIYAZAKI NAGAO) 24 July 2001 (2001-07-24) claims 1-4 -----	1
A	WO 01 36241 A (GELOSA ELDA ;PIRELLI (IT); MISANI PIERO (IT); MANCOSU FEDERICO (IT)) 25 May 2001 (2001-05-25) claims 1-7 -----	1-11
A	US 5 964 265 A (BECHERER THOMAS) 12 October 1999 (1999-10-12) column 1 - column 2 -----	1
	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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

20 October 2003

Date of mailing of the international search report

10/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dietrich, A.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/06510

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 715 662 A (VAN ZANTEN ANTON ET AL) 29 December 1987 (1987-12-29) claims 1-13	1-11
A	US 3 852 993 A (DOBYCHIN M ET AL) 10 December 1974 (1974-12-10) column 8 - column 12	1
A	DE 44 35 448 A (VOLKSWAGENWERK AG) 20 April 1995 (1995-04-20) claims 1-5	1
A	US 5 864 056 A (BELL LARRY D ET AL) 26 January 1999 (1999-01-26) claims 1-14	1
A	US 4 862 368 A (KOST FRIEDRICH ET AL) 29 August 1989 (1989-08-29) claims 1-23	1
A	US 6 338 270 B1 (MANCOSU FEDERICO ET AL) 15 January 2002 (2002-01-15) claims 1-11	1-11
A,P	US 2002/157746 A1 (MERINO-LOPEZ JOSE ET AL) 31 October 2002 (2002-10-31) claims 1-29	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/06510

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1095794	A	02-05-2001	JP 2001121540 A	08-05-2001
			EP 1095794 A2	02-05-2001
			US 6564625 B1	20-05-2003
US 6266600	B1	24-07-2001	US 5938713 A	17-08-1999
			US 2002120383 A1	29-08-2002
			DE 68925713 D1	28-03-1996
			DE 68925713 T2	10-10-1996
			EP 0363570 A1	18-04-1990
			JP 3220056 A	27-09-1991
			US 2003182045 A1	25-09-2003
			US 5892139 A	06-04-1999
WO 0136241	A	25-05-2001	AU 1146501 A	30-05-2001
			BR 0015627 A	30-07-2002
			CN 1399599 T	26-02-2003
			WO 0136241 A1	25-05-2001
			EP 1230115 A1	14-08-2002
			JP 2003514707 T	22-04-2003
			US 2002166373 A1	14-11-2002
US 5964265	A	12-10-1999	DE 19646235 C1	02-04-1998
			EP 0841550 A2	13-05-1998
US 4715662	A	29-12-1987	DE 3446016 A1	19-06-1986
			DE 3464868 D1	27-08-1987
			WO 8502592 A1	20-06-1985
			EP 0152602 A1	28-08-1985
			JP 61500724 T	17-04-1986
US 3852993	A	10-12-1974	NONE	
DE 4435448	A	20-04-1995	DE 4435448 A1	20-04-1995
US 5864056	A	26-01-1999	NONE	
US 4862368	A	29-08-1989	DE 3618691 A1	04-12-1986
			DE 3667945 D1	08-02-1990
			WO 8607321 A1	18-12-1986
			EP 0226627 A1	01-07-1987
			JP 63500368 T	12-02-1988
US 6338270	B1	15-01-2002	US 2002014114 A1	07-02-2002
			US 2001020386 A1	13-09-2001
			EP 0949496 A1	13-10-1999
			JP 11321253 A	24-11-1999
US 2002157746	A1	31-10-2002	FR 2797496 A1	16-02-2001
			FR 2803248 A1	06-07-2001
			FR 2820501 A1	09-08-2002
			BR 0002924 A	17-10-2000
			CA 2315947 A1	10-02-2001
			EP 1076235 A1	14-02-2001
			JP 2002082004 A	22-03-2002
			BR 0200324 A	29-10-2002
			CA 2370459 A1	07-08-2002
			EP 1231120 A1	14-08-2002
			JP 2002331813 A	19-11-2002

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/EP 03/06510

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B60T8/00 G01M17/02

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)
CIB 7 G01M B60T G01L

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 réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 095 794 A (BRIDGESTONE CORP) 2 mai 2001 (2001-05-02) revendications 1-36	1-11
A	US 6 266 600 B1 (MIYAZAKI NAGAO) 24 juillet 2001 (2001-07-24) revendications 1-4	1
A	WO 01 36241 A (GELOSA ELDA ;PIRELLI (IT); MISANI PIERO (IT); MANCOSU FEDERICO (IT)) 25 mai 2001 (2001-05-25) revendications 1-7	1-11
A	US 5 964 265 A (BECHERER THOMAS) 12 octobre 1999 (1999-10-12) colonne 1 - colonne 2	1
	----- -/--	

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

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

20 octobre 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10/11/2003

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, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Dietrich, A.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/EP 03/06510

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 715 662 A (VAN ZANTEN ANTON ET AL) 29 décembre 1987 (1987-12-29) revendications 1-13	1-11
A	US 3 852 993 A (DOBYCHIN M ET AL) 10 décembre 1974 (1974-12-10) colonne 8 - colonne 12	1
A	DE 44 35 448 A (VOLKSWAGENWERK AG) 20 avril 1995 (1995-04-20) revendications 1-5	1
A	US 5 864 056 A (BELL LARRY D ET AL) 26 janvier 1999 (1999-01-26) revendications 1-14	1
A	US 4 862 368 A (KOST FRIEDRICH ET AL) 29 août 1989 (1989-08-29) revendications 1-23	1
A	US 6 338 270 B1 (MANCOSU FEDERICO ET AL) 15 janvier 2002 (2002-01-15) revendications 1-11	1-11
A,P	US 2002/157746 A1 (MERINO-LOPEZ JOSE ET AL) 31 octobre 2002 (2002-10-31) revendications 1-29	1-11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux nombres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP 03/06510

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1095794	A	02-05-2001	JP 2001121540 A EP 1095794 A2 US 6564625 B1	08-05-2001 02-05-2001 20-05-2003
US 6266600	B1	24-07-2001	US 5938713 A US 2002120383 A1 DE 68925713 D1 DE 68925713 T2 EP 0363570 A1 JP 3220056 A US 2003182045 A1 US 5892139 A	17-08-1999 29-08-2002 28-03-1996 10-10-1996 18-04-1990 27-09-1991 25-09-2003 06-04-1999
WO 0136241	A	25-05-2001	AU 1146501 A BR 0015627 A CN 1399599 T WO 0136241 A1 EP 1230115 A1 JP 2003514707 T US 2002166373 A1	30-05-2001 30-07-2002 26-02-2003 25-05-2001 14-08-2002 22-04-2003 14-11-2002
US 5964265	A	12-10-1999	DE 19646235 C1 EP 0841550 A2	02-04-1998 13-05-1998
US 4715662	A	29-12-1987	DE 3446016 A1 DE 3464868 D1 WO 8502592 A1 EP 0152602 A1 JP 61500724 T	19-06-1986 27-08-1987 20-06-1985 28-08-1985 17-04-1986
US 3852993	A	10-12-1974	AUCUN	
DE 4435448	A	20-04-1995	DE 4435448 A1	20-04-1995
US 5864056	A	26-01-1999	AUCUN	
US 4862368	A	29-08-1989	DE 3618691 A1 DE 3667945 D1 WO 8607321 A1 EP 0226627 A1 JP 63500368 T	04-12-1986 08-02-1990 18-12-1986 01-07-1987 12-02-1988
US 6338270	B1	15-01-2002	US 2002014114 A1 US 2001020386 A1 EP 0949496 A1 JP 11321253 A	07-02-2002 13-09-2001 13-10-1999 24-11-1999
US 2002157746	A1	31-10-2002	FR 2797496 A1 FR 2803248 A1 FR 2820501 A1 BR 0002924 A CA 2315947 A1 EP 1076235 A1 JP 2002082004 A BR 0200324 A CA 2370459 A1 EP 1231120 A1 JP 2002331813 A	16-02-2001 06-07-2001 09-08-2002 17-10-2000 10-02-2001 14-02-2001 22-03-2002 29-10-2002 07-08-2002 14-08-2002 19-11-2002