

(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  
9 juillet 2009 (09.07.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2009/083125 A1**

(51) Classification internationale des brevets :

*C08L 21/00* (2006.01)      *C08K 3/04* (2006.01)  
*C08L 9/00* (2006.01)      *B60C 1/00* (2006.01)  
*C08L 7/00* (2006.01)      *B60C 11/14* (2006.01)  
*C08L 3/00* (2006.01)      *C08L 91/00* (2006.01)  
*C08K 5/00* (2006.01)      *C08L 57/00* (2006.01)  
*C08K 3/36* (2006.01)

Ltd., 6-1, 1-chome, Fujimi Building, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8176 (JP). **KAPLAN, Benjamin** [FR/US]; 1221 Delicata Lane, Greer, SC 29650 (US). **PAGANO, Salvatore** [FR/JP]; Michelin Research Asia Co., Ltd., 6-1, 1-chome, Fujimi Building, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8176 (JP).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2008/010650

(22) Date de dépôt international :

15 décembre 2008 (15.12.2008)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

0760390      27 décembre 2007 (27.12.2007)      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).

(71) *Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :* **MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.** [CH/CH];  
Route Louis Braille 10, CH-1763 Granges-Paccot (CH).

(72) Inventeurs; et

(75) *Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :* **FUKA-SAWA, Hiroko** [JP/JP]; Michelin Research Asia Co.,

(74) **Mandataire : RIBIERE, Joël**; M.F.P. Michelin, 23, place des Carmes Dechaux, SGD/LG/PI -F35- Ladoux, F-63040 Clermont-Ferrand Cedex 9 (FR).

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

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

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(54) Title: RUBBER COMPOSITION FOR THE TREAD OF A WINTER TYRE

(54) Titre : COMPOSITION DE CAOUTCHOUC POUR BANDE DE ROULEMENT DE PNEUMATIQUE HIVER

(57) **Abstract:** The invention relates to a rubber composition that can be used for the tread of a winter tyre and has a high grip on melting ice, and that comprises at least one dienic elastomer such as natural rubber and/or a polybutadiene, more than 30 pce of a liquid plasticizing agent, between 50 and 150 pce of a reinforcement load such as silica and/or carbon black, and between 4 and 50 pce of wheat semolina. The invention also relates to the use of such a composition for making treads for winter tyres, and to the treads and the tyres themselves.

(57) **Abrégé :** Composition de caoutchouc utilisable comme bande de roulement d'un pneumatique hiver, à adhérence élevée sur glace fondante, comportant au moins un élastomère diénique tel que du caoutchouc naturel et/ou un polybutadiène, plus de 30 pce d'un agent plastifiant liquide, entre 50 et 150 pce d'une charge renforçante telle que silice et/ou noir de carbone et entre 5 et 40 pce de microparticules de semoule de blé. L'invention concerne également l'utilisation d'une telle composition pour la fabrication de bandes de roulement de pneumatiques hiver, ainsi que ces bandes de roulement et pneumatiques eux-mêmes.

WO 2009/083125 A1

**COMPOSITION DE CAOUTCHOUC  
POUR BANDE DE ROULEMENT DE PNEUMATIQUE HIVER**

5 L'invention est relative aux compositions caoutchouteuses utilisables notamment comme bandes de roulement de « pneumatiques hiver » aptes à rouler sur des sols recouverts de glace ou verglas sans être pourvus de clous (aussi appelés pneumatiques "*studless*").

Elle est plus particulièrement relative aux bandes de roulement de pneumatiques hiver  
10 spécifiquement adaptées à un roulage sous des conditions dites de "glace fondante" rencontrées dans un domaine de températures typiquement compris entre -5°C et 0°C. On rappelle en effet que, dans un tel domaine, la pression des pneumatiques au passage d'un véhicule provoque une fusion superficielle de la glace qui se recouvre d'un mince film d'eau nuisible à l'adhérence de ces pneumatiques.

15 Pour éviter les effets néfastes des clous, notamment leur forte action abrasive sur le revêtement du sol lui-même et un comportement routier notablement dégradé sur sol sec, les manufacturiers de pneumatiques ont proposé différentes solutions consistant à modifier la formulation des compositions de caoutchouc elles-mêmes.

20 Ainsi, il a été proposé tout d'abord d'incorporer des particules solides à grande dureté, telle que par exemple du carbure de silicium (voir par exemple US 3 878 147), dont certaines viennent affleurer la surface de la bande de roulement au fur et à mesure de l'usure de cette dernière, et entrent donc en contact avec la glace. De telles particules, aptes à agir en  
25 définitive comme des micro-clous sur de la glace dure, grâce à un effet de "griffe" bien connu, restent relativement agressives vis-à-vis du sol ; elles ne sont pas bien adaptées aux conditions de roulage sur une glace fondante.

D'autres solutions ont donc été proposées, consistant notamment à incorporer des poudres  
30 hydrosolubles dans la composition constitutive de la bande de roulement. De telles poudres se solubilisent plus ou moins au contact de la neige ou de la glace fondue, ce qui permet d'une part la création à la surface de la bande de roulement de pneumatique de porosités susceptibles d'améliorer l'accrochage de la bande de roulement sur le sol et d'autre part la création de gorges jouant le rôle de canaux d'évacuation du film liquide créé entre le pneumatique et le  
35 sol. A titre d'exemples de telles poudres hydrosolubles, on peut citer par exemple l'emploi de poudre de cellulose, d'alcool vinylique ou d'amidon (voir par exemple demandes de brevet JP 3-159803, JP 2002-211203).

40 Dans tous ces exemples, la solubilité à très basse température et dans un temps très court de la poudre utilisée est un facteur essentiel au bon fonctionnement de la bande de roulement. Si la

poudre n'est pas soluble dans les conditions d'utilisation du pneumatique, les fonctions précitées (création de microporosités et de canaux d'évacuation de l'eau) ne sont pas remplies et l'adhérence n'est pas améliorée. Un autre inconvénient connu de ces solutions est qu'elles peuvent pénaliser fortement le renforcement des compositions de caoutchouc (et donc leur résistance à l'usure) ou leur hystérèse (et donc leur résistance au roulement).

Poursuivant leurs recherches, les Demanderesses ont découvert une composition de caoutchouc nouvelle, apte à générer une microrugosité de surface efficace grâce à des microparticules qui ne sont ni à haute dureté ni hydrosolubles, et qui permet d'améliorer l'adhérence sur glace des bandes de roulement et des pneumatiques les comportant, sous conditions de glace fondante, sans pénaliser de manière notable les propriétés de renforcement et d'hystérèse.

Ainsi, un premier objet de l'invention concerne une composition de caoutchouc utilisable comme bande de roulement d'un pneumatique hiver, comportant au moins un élastomère diénique, plus de 30 pce d'un plastifiant liquide, entre 50 et 150 pce d'une charge renforçante, ladite composition étant caractérisée en ce qu'elle comprend en outre entre 5 et 40 pce de microparticules de semoule de blé.

Dans un premier temps, ces microparticules de blé, protubérantes à la surface de la bande de roulement, remplissent la fonction de griffe précédemment décrite sans l'inconvénient d'être abrasives. Puis, dans un second temps, après expulsion progressive de la matrice caoutchouteuse, elles libèrent des microcavités qui jouent le rôle de canal d'évacuation du film d'eau à la surface de la glace ; dans ces conditions, le contact entre la surface de la bande de roulement et la glace n'est plus lubrifié et le coefficient de friction est ainsi amélioré.

L'invention a également pour objet l'utilisation d'une telle composition de caoutchouc pour la fabrication de bandes de roulement de pneumatiques hiver, que ces dernières soient destinées à des pneumatiques neufs comme au rechapage de pneumatiques usagés.

L'invention a également pour objet ces bandes de roulement et ces pneumatiques eux-mêmes lorsqu'ils comportent une composition de caoutchouc conforme à l'invention.

Les pneumatiques de l'invention sont particulièrement destinés à équiper des véhicules à moteur de type tourisme, incluant les véhicules 4x4 (à quatre roues motrices) et véhicules SUV ("*Sport Utility Vehicles*"), des véhicules deux roues (notamment motos) comme des véhicules industriels choisis en particulier parmi camionnettes et "poids-lourd" (i.e., métro, bus, engins de transport routier (camions, tracteurs, remorques)), véhicules hors-la-route tels qu'engins agricoles ou de génie civil.

L'invention ainsi que ses avantages seront aisément compris à la lumière de la description et des exemples de réalisation qui suivent.

## 5 I. MESURES ET TESTS UTILISES

Les bandes de roulement et compositions de caoutchouc constitutives de ces bandes de roulement sont caractérisées, avant et après cuisson, comme indiqué ci-après.

10

### I-1. Plasticité Mooney

On utilise un consistomètre oscillant tel que décrit dans la norme française NF T 43-005 (Novembre 1980). La mesure de plasticité Mooney se fait selon le principe suivant : la composition à l'état cru (i.e., avant cuisson) est moulée dans une enceinte cylindrique chauffée à 100°C. Après une minute de préchauffage, le rotor tourne au sein de l'éprouvette à 2 tours/minute et on mesure le couple utile pour entretenir ce mouvement après 4 minutes de rotation. La plasticité Mooney (ML 1+4) est exprimée en "unité Mooney" (UM, avec 1 UM = 0,83 Newton.mètre).

20

### I-2. Temps de grillage

Les mesures sont effectuées à 130°C, conformément à la norme française NF T 43-005. L'évolution de l'indice consistométrique en fonction du temps permet de déterminer le temps de grillage des compositions de caoutchouc, apprécié conformément à la norme précitée par le paramètre T5 (cas d'une grand rotor), exprimé en minutes, et défini comme étant le temps nécessaire pour obtenir une augmentation de l'indice consistométrique (exprimée en UM) de 5 unités au dessus de la valeur minimale mesurée pour cet indice.

### 30 I-3. Rhéométrie

Les mesures sont effectuées à 150°C avec un rhéomètre à chambre oscillante, selon la norme DIN 53529 - partie 3 (juin 1983). L'évolution du couple rhéométrique en fonction du temps décrit l'évolution de la rigidification de la composition par suite de la réaction de vulcanisation. Les mesures sont traitées selon la norme DIN 53529 - partie 2 (mars 1983) :  $T_i$  est le délai d'induction, c'est-à-dire le temps nécessaire au début de la réaction de vulcanisation ;  $T_\alpha$  (par exemple  $T_{90}$ ) est le temps nécessaire pour atteindre une conversion de  $\alpha\%$ , c'est-à-dire  $\alpha\%$  (par exemple 90%) de l'écart entre les couples minimum et maximum.

#### I-4. Essais de traction

Ces essais de traction permettent de déterminer les contraintes d'élasticité et les propriétés à la rupture. Sauf indication différente, ils sont effectués conformément à la norme française NF T 46-002 de septembre 1988. On mesure en seconde élongation (i.e., après un cycle d'accommodation au taux d'extension prévu pour la mesure elle-même) les modules sécants nominaux (ou contraintes apparentes, en MPa) à 10% d'allongement (notés M10), 100% d'allongement (notés M100) et 300% d'allongement (notés M300). Les contraintes à la rupture (en MPa) et les allongements à la rupture (en %) sont également mesurés. Toutes ces mesures de traction sont effectuées dans les conditions normales de température ( $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ) et d'hygrométrie ( $50 \pm 5\%$  d'humidité relative), selon la norme française NF T 40-101 (décembre 1979).

#### I-5. Dureté Shore A

La dureté Shore A des compositions après cuisson est appréciée conformément à la norme ASTM D 2240-86.

#### I-6. Propriétés dynamiques

Les propriétés dynamiques sont mesurées sur un viscoanalyseur (Metravib VA4000), selon la norme ASTM D5992-96. On enregistre la réponse d'un échantillon de composition vulcanisée (éprouvette cylindrique de 4 mm d'épaisseur et de 400 mm<sup>2</sup> de section), soumis à une sollicitation sinusoïdale en cisaillement simple alterné, à la fréquence de 10Hz, à une température de 0°C. On effectue un balayage en amplitude de déformation de 0,1% à 50% (cycle aller), puis de 50% à 1% (cycle retour). Les résultats exploités sont le facteur de perte  $\tan(\delta)$ ; pour le cycle retour, on indique la valeur maximale de  $\tan(\delta)$  observée (notée  $\tan(\delta)_{\max}$ ) entre les valeurs à 0,15% et à 50% de déformation (effet Payne).

#### I-7. Tests sur pneumatiques

##### A) Freinage sur glace:

Les pneumatiques sont montés sur un véhicule automobile ("Toyota Camry") équipé d'un système de freinage anti-blocage (système ABS) et d'un système antipatinage à l'accélération (système TCS pour *Traction Control System*). On mesure la distance nécessaire pour passer de 20 à 5 km/h lors d'un freinage longitudinal brutal (ABS activé) sur une piste recouverte de glace. Une valeur supérieure à celle du témoin, arbitrairement fixée à 100, indique un résultat amélioré c'est-à-dire une distance de freinage plus courte.

**B) Accélération sur glace:**

On mesure le temps nécessaire pour passer de 5 à 20 km/h lors d'une accélération à plein régime, sous le contrôle du système TCS activé. Une valeur supérieure à celle du témoin, arbitrairement fixée à 100, indique un résultat amélioré c'est-à-dire une accélération plus rapide.

**II. DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION**

La composition de caoutchouc de l'invention est à base d'au moins un élastomère diénique, un système plastifiant, une charge renforçante et des microparticules de semoule de blé, composants qui sont décrits en détail ci-après.

Dans la présente description, sauf indication expresse différente, tous les pourcentages (%) indiqués sont des % en masse. D'autre part, tout intervalle de valeurs désigné par l'expression "entre a et b" représente le domaine de valeurs allant de plus de a à moins de b (c'est-à-dire bornes a et b exclues) tandis que tout intervalle de valeurs désigné par l'expression "de a à b" signifie le domaine de valeurs allant de a jusqu'à b (c'est-à-dire incluant les bornes strictes a et b).

**II-1. Elastomère diénique**

Par élastomère ou caoutchouc "diénique", on rappelle que doit être entendu un élastomère issu au moins en partie (i.e. un homopolymère ou un copolymère) de monomères diènes (monomères porteurs de deux doubles liaisons carbone-carbone, conjuguées ou non).

Les élastomères diéniques peuvent être classés de manière connue en deux catégories : ceux dits "essentiellement insaturés" et ceux dits "essentiellement saturés". Par exemple, les caoutchoucs butyl et les copolymères de diènes et d'alpha-oléfines type EPDM entrent dans la catégorie des élastomères diéniques essentiellement saturés, ayant un taux de motifs d'origine diénique qui est faible ou très faible, toujours inférieur à 15% (% en moles). A contrario, par élastomère diénique essentiellement insaturé, on entend un élastomère diénique issu au moins en partie de monomères diènes conjugués, ayant un taux de motifs ou unités d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 15% (% en moles). Dans la catégorie des élastomères diéniques "essentiellement insaturés", on entend en particulier par élastomère diénique "fortement insaturé" un élastomère diénique ayant un taux de motifs d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 50%.

On préfère utiliser au moins un élastomère diénique du type fortement insaturé, en particulier un élastomère diénique choisi dans le groupe constitué par les polybutadiènes (BR), les polyisoprènes de synthèse (IR), le caoutchouc naturel (NR), les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène (autres que IIR) et les mélanges de ces élastomères. De tels

5 copolymères sont plus préférentiellement choisis dans le groupe constitué par les copolymères de butadiène-styrène (SBR), les copolymères d'isoprène-butadiène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR), les copolymères d'isoprène-butadiène-styrène (SBIR) et les mélanges de tels copolymères.

10 Les élastomères peuvent être par exemple à blocs, statistiques, séquencés, microséquencés, et être préparés en dispersion ou en solution ; ils peuvent être couplés et/ou étoilés ou encore fonctionnalisés avec un agent de couplage et/ou d'étoilage ou de fonctionnalisation. Pour un couplage à du noir de carbone, on peut citer par exemple des groupes fonctionnels

15 comprenant une liaison C-Sn ou des groupes fonctionnels aminés tels que benzophénone par exemple ; pour un couplage à une charge inorganique renforçante telle que silice, on peut citer par exemple des groupes fonctionnels silanol ou polysiloxane ayant une extrémité silanol (tels que décrits par exemple dans US 6 013 718), des groupes alkoxysilanes (tels que décrits par exemple dans US 5 977 238), des groupes carboxyliques (tels que décrits par exemple dans US 6 815 473 ou US 2006/0089445) ou encore des groupes polyéthers (tels que décrits par

20 exemple dans US 6 503 973). A titre d'autres exemples de tels élastomères fonctionnalisés, on peut citer également des élastomères (tels que SBR, BR, NR ou IR) du type époxydés.

A titre préférentiel conviennent les polybutadiènes et en particulier ceux ayant une teneur en unités -1,2 comprise entre 4% et 80% ou ceux ayant une teneur en cis-1,4 supérieure à 80%,

25 les polyisoprènes, les copolymères de butadiène-styrène et en particulier ceux ayant une teneur en styrène comprise entre 5% et 50% en poids et plus particulièrement entre 20% et 40%, une teneur en liaisons -1,2 de la partie butadiénique comprise entre 4% et 65% , une teneur en liaisons trans-1,4 comprise entre 20% et 80%, les copolymères de butadiène-isoprène et notamment ceux ayant une teneur en isoprène comprise entre 5% et 90% en poids et une

30 température de transition vitreuse ("Tg" - mesurée selon ASTM D3418-82) de -40°C à -80°C, les copolymères isoprène-styrène et notamment ceux ayant une teneur en styrène comprise entre 5% et 50% en poids et une Tg comprise entre -25°C et -50°C.

Dans le cas des copolymères de butadiène-styrène-isoprène conviennent notamment ceux

35 ayant une teneur en styrène comprise entre 5% et 50% en poids et plus particulièrement comprise entre 10% et 40%, une teneur en isoprène comprise entre 15% et 60% en poids et plus particulièrement entre 20% et 50%, une teneur en butadiène comprise entre 5% et 50% en poids et plus particulièrement comprise entre 20% et 40%, une teneur en unités -1,2 de la partie butadiénique comprise entre 4% et 85%, une teneur en unités trans -1,4 de la partie

40 butadiénique comprise entre 6% et 80%, une teneur en unités -1,2 plus -3,4 de la partie

isoprénique comprise entre 5% et 70% et une teneur en unités trans -1,4 de la partie isoprénique comprise entre 10% et 50%, et plus généralement tout copolymère butadiène-styrène-isoprène ayant une Tg comprise entre -20°C et -70°C.

- 5 Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel de l'invention, l'élastomère diénique est choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les polybutadiènes ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, les copolymères de butadiène-styrène et les mélanges de ces élastomères.
- 10 Selon un mode de réalisation plus particulier et préférentiel, l'élastomère diénique utilisé est majoritairement, c'est-à-dire pour plus de 50 pce (pour rappel, "pce" signifiant parties en poids pour cent parties d'élastomère), du caoutchouc naturel (NR) ou un polyisoprène de synthèse (IR). Plus préférentiellement, ledit caoutchouc naturel ou polyisoprène de synthèse
- 15 est alors utilisé en coupage avec un polybutadiène (BR) ayant un taux de liaisons cis-1,4 qui est de préférence supérieur à 90%.

Selon un autre mode de réalisation particulier et préférentiel, l'élastomère diénique utilisé est majoritairement, c'est-à-dire pour plus de 50 pce, un polybutadiène (BR) ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%. Plus préférentiellement, ledit polybutadiène est alors utilisé en

20 coupage avec du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse.

Selon un autre mode de réalisation particulier et préférentiel, l'élastomère diénique utilisé est un coupage (mélange) binaire de NR (ou IR) et de BR, ou un coupage ternaire de NR (ou IR), BR et SBR. De préférence, dans le cas de tels coupages, la composition comporte entre 25 et

25 75 pce de NR (ou IR) et entre 75 et 25 pce de BR, auxquels peut être associé ou non un troisième élastomère (coupage ternaire) à un taux inférieur à 30 pce, notamment inférieur à 20 pce. Ce troisième élastomère est de préférence un élastomère SBR, notamment un SBR solution (dit "SSBR"). Plus préférentiellement encore, dans le cas d'un tel coupage, la composition comporte de 35 à 65 pce de NR (ou IR) et de 65 à 35 pce de BR. Le BR utilisé

30 est de préférence un BR ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, plus préférentiellement supérieur à 95%.

Aux élastomères diéniques des bandes de roulement selon l'invention pourraient être associés, en quantité minoritaire, des élastomères synthétiques autre que diéniques, voire des polymères

35 autres que des élastomères, par exemple des polymères thermoplastiques.

## II-2. Système plastifiant

La composition de caoutchouc de l'invention a pour autre caractéristique essentielle de

40 comporter au moins 30 pce d'un agent plastifiant liquide (à 23°C) dont la fonction est de



ramollir la matrice en diluant l'élastomère et la charge renforçante ; sa Tg est par définition inférieure à -20°C, de préférence inférieure à -40°C.

Toute huile d'extension, qu'elle soit de nature aromatique ou non-aromatique, tout agent plastifiant liquide connu pour ses propriétés plastifiantes vis-à-vis d'élastomères diéniques, est utilisable ; conviennent particulièrement les plastifiants liquides choisis dans le groupe constitué par les huiles naphthéniques, les huiles paraffiniques, les huiles MES, les huiles TDAE, les plastifiants esters et les mélanges de ces composés.

A titre de plastifiants esters, on peut citer notamment des triesters de glycérol, de préférence constitués majoritairement (pour plus de 50 %, plus préférentiellement pour plus de 80 % en poids) d'un acide gras insaturé en C<sub>18</sub>, c'est-à-dire choisi dans le groupe constitué par l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide linolénique et les mélanges de ces acides. Plus préférentiellement, qu'il soit d'origine synthétique ou naturelle (cas par exemple d'huiles végétales de tournesol ou de colza), l'acide gras utilisé est constitué pour plus de 50% en poids, plus préférentiellement encore pour plus de 80% en poids d'acide oléique. De tels triesters (trioléates) à fort taux d'acide oléique sont bien connus, ils ont été décrits par exemple dans la demande WO 02/088238, à titre d'agents plastifiants dans des bandes de roulement pour pneumatiques.

Le taux de plastifiant liquide dans la composition de l'invention est de préférence supérieur à 40 pce, plus préférentiellement compris dans un domaine de 50 à 100 pce.

Selon un autre mode de réalisation préférentiel, les compositions de l'invention peuvent comporter aussi, à titre de plastifiant solide (à 23°C), une résine hydrocarbonée présentant une Tg supérieur à +20°C, de préférence supérieure à +30°C, telles que décrites par exemple dans les demandes WO 2005/087859, WO 2006/061064 et WO 2007/017060.

Les résines hydrocarbonées sont des polymères bien connus de l'homme du métier, miscibles donc par nature dans les compositions d'élastomère(s) diénique(s) lorsqu'elles sont qualifiées en outre de "plastifiantes". Elles ont été décrites par exemple dans l'ouvrage intitulé "*Hydrocarbon Resins*" de R. Mildenberg, M. Zander et G. Collin (New York, VCH, 1997, ISBN 3-527-28617-9) dont le chapitre 5 est consacré à leurs applications, notamment en caoutchouterie pneumatique (5.5. "*Rubber Tires and Mechanical Goods*"). Elles peuvent être aliphatiques, aromatiques ou encore du type aliphatique/aromatique c'est-à-dire à base de monomères aliphatiques et/ou aromatiques. Elles peuvent être naturelles ou synthétiques, à base ou non de pétrole (si tel est le cas, connues aussi sous le nom de résines de pétrole). Elles sont préférentiellement exclusivement hydrocarbonées, c'est-à-dire qu'elles ne comportent que des atomes de carbone et d'hydrogène.

De préférence, la résine plastifiante hydrocarbonée présente au moins une, plus préférentiellement l'ensemble, des caractéristiques suivantes :

- une Tg supérieure à 20°C ;
- 5 - une masse moléculaire moyenne en nombre (Mn) comprise entre 400 et 2000 g/mol ;
- un indice de polymolécularité (Ip) inférieur à 3 (rappel :  $Ip = Mw/Mn$  avec Mw masse moléculaire moyenne en poids).

La Tg est mesurée de manière connue par DSC (*Differential Scanning Calorimetry*), selon la  
10 norme ASTM D3418 (1999). La macrostructure (Mw, Mn et Ip) de la résine hydrocarbonée est déterminée par chromatographie d'exclusion stérique (SEC) : solvant tétrahydrofurane ; température 35°C ; concentration 1 g/l ; débit 1 ml/min ; solution filtrée sur filtre de porosité 0,45 µm avant injection ; étalonnage de Moore avec des étalons de polystyrène ; jeu de 3 colonnes "WATERS" en série ("STYRAGEL" HR4E, HR1 et HR0.5) ; détection par  
15 réfractomètre différentiel ("WATERS 2410") et son logiciel d'exploitation associé ("WATERS EMPOWER").

Selon un mode de réalisation particulièrement préférentiel, la résine plastifiante hydrocarbonée est choisie dans le groupe constitué par les résines d'homopolymère ou copolymère de  
20 cyclopentadiène (en abrégé CPD) ou dicyclopentadiène (en abrégé DCPD), les résines d'homopolymère ou copolymère terpène, les résines d'homopolymère ou copolymère de coupe C5, et les mélanges de ces résines. Parmi les résines de copolymères ci-dessus sont préférentiellement utilisées celles choisies dans le groupe constitué par les résines de copolymère (D)CPD/ vinylaromatique, les résines de copolymère (D)CPD/ terpène, les résines  
25 de copolymère (D)CPD/ coupe C5, les résines de copolymère terpène/ vinylaromatique, les résines de copolymère coupe C5/ vinylaromatique, et les mélanges de ces résines.

Le terme "terpène" regroupe ici de manière connue les monomères alpha-pinène, beta-pinène et limonène ; préférentiellement est utilisé un monomère limonène, composé se présentant de  
30 manière connue sous la forme de trois isomères possibles : le L-limonène (énantiomère lévogyre), le D-limonène (énantiomère dextrogyre), ou bien le dipentène, racémique des énantiomères dextrogyre et lévogyre. A titre de monomère vinylaromatique conviennent par exemple le styrène, le phénol, l'alpha- méthylstyrène, l'ortho-, méta-, para-méthylstyrène, le vinyle-toluène, le para-tertiobutylstyrène, les méthoxystyrènes, les chlorostyrènes, le  
35 vinylmésitylène, le divinylbenzène, le vinylnaphthalène, tout monomère vinylaromatique issu d'une coupe C<sub>9</sub> (ou plus généralement d'une coupe C<sub>8</sub> à C<sub>10</sub>). De préférence, le composé vinyle-aromatique est du styrène ou un monomère vinylaromatique issu d'une coupe C<sub>9</sub> (ou plus généralement d'une coupe C<sub>8</sub> à C<sub>10</sub>). De préférence, le composé vinylaromatique est le monomère minoritaire, exprimé en fraction molaire, dans le copolymère considéré.

Le taux de résine hydrocarbonée est préférentiellement compris entre 5 et 60 pce, notamment entre 5 et 40 pce, plus préférentiellement encore compris entre 10 et 30 pce.

- 5 Le taux d'agent plastifiant total (i.e., plastifiant liquide plus, le cas échéant, résine hydrocarbonée solide) est de préférence compris entre 40 et 100 pce, plus préférentiellement compris dans un domaine de 50 à 80 pce.

### II-3. Charge renforçante

- 10 On peut utiliser tout type de charge renforçante connue pour ses capacités à renforcer une composition de caoutchouc utilisable pour la fabrication de pneumatiques, par exemple une charge organique telle que du noir de carbone, ou encore une charge inorganique renforçante telle que de la silice à laquelle est associé de manière connue un agent de couplage.

- 15 Une telle charge renforçante consiste typiquement en des nanoparticules dont la taille moyenne (en masse) est inférieure à 500 nm, le plus souvent comprise entre 20 et 200 nm, en particulier et préférentiellement entre 20 et 150 nm.

- 20 Comme noirs de carbone conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs du type HAF, ISAF, SAF conventionnellement utilisés dans les bandes de roulement des pneumatiques (noirs dits de grade pneumatique). Parmi ces derniers, on citera plus particulièrement les noirs de carbone renforçants des séries 100, 200 ou 300 (grades ASTM), comme par exemple les noirs N115, N134, N234, N326, N330, N339, N347, N375. Les noirs de carbone pourraient être par exemple déjà incorporés à l'élastomère isoprénique sous la forme d'un masterbatch  
25 (voir par exemple demandes WO 97/36724 ou WO 99/16600).

Comme exemples de charges organiques autres que des noirs de carbone, on peut citer les charges organiques de polyvinylaromatique fonctionnalisées telles que décrites dans les demandes WO-A-2006/069792 et WO-A-2006/069793.

30

- Par "charge inorganique renforçante", doit être entendu ici toute charge inorganique ou minérale, quelles que soient sa couleur et son origine (naturelle ou de synthèse), encore appelée charge "blanche" ou parfois charge "claire" par opposition au noir de carbone, capable de renforcer à elle seule, sans autre moyen qu'un agent de couplage intermédiaire, une  
35 composition de caoutchouc destinée à la fabrication de pneumatiques, en d'autres termes apte à remplacer, dans sa fonction de renforcement, un noir de carbone conventionnel de grade pneumatique ; une telle charge se caractérise généralement, de manière connue, par la présence de groupes hydroxyle ( $-OH$ ) à sa surface.

Comme charges inorganiques renforçantes conviennent notamment des charges minérales du type siliceuse, en particulier de la silice ( $\text{SiO}_2$ ), ou du type alumineuse, en particulier de l'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). La silice utilisée peut être toute silice renforçante connue de l'homme du métier, notamment toute silice précipitée ou pyrogénée présentant une surface BET ainsi  
5 qu'une surface spécifique CTAB toutes deux inférieures à  $450 \text{ m}^2/\text{g}$ , de préférence de 30 à  $400 \text{ m}^2/\text{g}$ , notamment entre 60 et  $300 \text{ m}^2/\text{g}$ . A titres de silices précipitées hautement dispersibles (dites "HDS"), on citera par exemple les silices Ultrasil 7000 et Ultrasil 7005 de la société Degussa, les silices Zeosil 1165MP, 1135MP et 1115MP de la société Rhodia, la silice Hi-Sil EZ150G de la société PPG, les silices Zeopol 8715, 8745 et 8755 de la Société Huber.  
10 Comme exemples d'alumines renforçantes, on peut citer les aluminés "Baikalox" "A125" ou "CR125" de la société Bałkowski, "APA-100RDX" de Condea, "Aluminoxid C" de Degussa ou "AKP-G015" de Sumitomo Chemicals.

De manière préférentielle, le taux de charge renforçante totale (noir de carbone et/ou charge  
15 inorganique renforçante) est compris entre 60 et 120 pce, notamment entre 70 et 100 pce.

Selon un mode de réalisation particulier, la charge renforçante comprend du noir de carbone à titre majoritaire ; dans un tel cas, le noir de carbone est présent à un taux préférentiellement supérieur à 60 pce, associé ou non à une charge inorganique renforçante telle que silice en  
20 quantité minoritaire.

Selon un autre mode de réalisation particulier, la charge renforçante comprend une charge inorganique, notamment de la silice, à titre majoritaire ; dans un tel cas, la charge inorganique, notamment silice, est présente à un taux préférentiellement supérieur à 70 pce, associée ou  
25 non à du noir de carbone en quantité minoritaire ; le noir de carbone, lorsqu'il est présent, est utilisé de préférence à un taux inférieur à 20 pce, plus préférentiellement inférieur à 10 pce (par exemple entre 0,1 et 10 pce).

Indépendamment de l'aspect premier de l'invention, à savoir la recherche d'une adhérence optimisée sur glace fondante, l'emploi à titre majoritaire d'une charge inorganique renforçante  
30 telle que silice est également avantageux du point de vue de l'adhérence sur sol mouillé ou enneigé.

Selon un autre mode de réalisation possible de l'invention, la charge renforçante comprend un  
35 coupage de noir de carbone et de charge inorganique renforçante telle que silice en des quantités voisines ; dans un tel cas, le taux de charge inorganique, notamment silice, et le taux de noir de carbone sont de préférence chacun compris entre 25 et 75 pce, plus particulièrement chacun compris entre 30 et 50 pce.

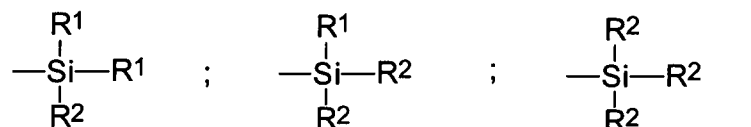
Pour coupler la charge inorganique renforçante à l'élastomère diénique, on utilise de manière bien connue un agent de couplage (ou agent de liaison) au moins bifonctionnel destiné à assurer une connexion suffisante, de nature chimique et/ou physique, entre la charge inorganique (surface de ses particules)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

On utilise notamment des silanes polysulfurés, dits "symétriques" ou "asymétriques" selon leur structure particulière, tels que décrits par exemple dans les demandes WO03/002648 (ou US 2005/016651) et WO03/002649 (ou US 2005/016650).

Convienent en particulier, sans que la définition ci-après soit limitative, des silanes polysulfurés dits "symétriques" répondant à la formule générale (I) suivante:

(I)  $Z - A - S_x - A - Z$ , dans laquelle:

- x est un entier de 2 à 8 (de préférence de 2 à 5) ;
- A est un radical hydrocarboné divalent (de préférence des groupements alkylène en  $C_1-C_{18}$  ou des groupements arylène en  $C_6-C_{12}$ , plus particulièrement des alkylènes en  $C_1-C_{10}$ , notamment en  $C_1-C_4$ , en particulier le propylène) ;
- Z répond à l'une des formules ci-après:



dans lesquelles:

- les radicaux  $R^1$ , substitués ou non substitués, identiques ou différents entre eux, représentent un groupe alkyle en  $C_1-C_{18}$ , cycloalkyle en  $C_5-C_{18}$  ou aryle en  $C_6-C_{18}$  (de préférence des groupes alkyle en  $C_1-C_6$ , cyclohexyle ou phényle, notamment des groupes alkyle en  $C_1-C_4$ , plus particulièrement le méthyle et/ou l'éthyle).
- les radicaux  $R^2$ , substitués ou non substitués, identiques ou différents entre eux, représentent un groupe alkoxyle en  $C_1-C_{18}$  ou cycloalkoxyle en  $C_5-C_{18}$  (de préférence un groupe choisi parmi alkoxyles en  $C_1-C_8$  et cycloalkoxyles en  $C_5-C_8$ , plus préférentiellement encore un groupe choisi parmi alkoxyles en  $C_1-C_4$ , en particulier méthoxyle et éthoxyle).

A titre d'exemples de silanes polysulfurés, on citera plus particulièrement les polysulfures de bis(3-triméthoxysilylpropyl) ou de bis(3-triéthoxysilylpropyl). Parmi ces composés, on utilise en particulier le tétrasulfure de bis(3-triéthoxysilylpropyl), en abrégé TESPT, ou le disulfure

de bis-(triéthoxysilylpropyle), en abrégé TESPd. On citera également à titre d'exemples préférentiels les polysulfures (notamment disulfures, trisulfures ou tétrasulfures) de bis-(monoalkoxyl(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)-dialkyl(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)silylpropyl), plus particulièrement le tétrasulfure de bis-monoéthoxydiméthylsilylpropyl tel que décrit dans la demande de brevet WO 02/083782 (ou  
5 US 2004/132880).

A titre d'agent de couplage autre qu'alkoxysilane polysulfuré, on citera notamment des POS (polyorganosiloxanes) bifonctionnels ou encore des polysulfures d'hydroxysilane (R<sup>2</sup> = OH dans la formule (I) ci-dessus) tels que décrits dans les demandes de brevet WO 02/30939 (ou  
10 US 6,774,255) et WO 02/31041 (ou US 2004/051210), ou encore des silanes ou POS porteurs de groupements fonctionnels azo-dicarbonyl, tels que décrits par exemple dans les demandes de brevet WO 2006/125532, WO 2006/125533, WO 2006/125534.

Dans les compositions de caoutchouc conformes à l'invention, la teneur en agent de couplage  
15 est préférentiellement comprise entre 4 et 12 pce, plus préférentiellement entre 3 et 8 pce.

L'homme du métier comprendra qu'à titre de charge équivalente de la charge inorganique renforçante décrite dans le présent paragraphe, pourrait être utilisée une charge renforçante d'une autre nature, notamment organique, dès lors que cette charge renforçante serait  
20 recouverte d'une couche inorganique telle que silice, ou bien comporterait à sa surface des sites fonctionnels, notamment hydroxyles, nécessitant l'utilisation d'un agent de couplage pour établir la liaison entre la charge et l'élastomère.

#### II-4. Microparticules de blé

25 Les compositions de caoutchouc de l'invention ont pour caractéristique essentielle de comporter entre 5 et 40 pce de microparticules de semoule de blé.

Par microparticules, on entend par définition des particules de taille micrométrique, c'est-à-dire de taille supérieure au micromètre ; préférentiellement, leur taille moyenne et leur taille médiane (toutes deux exprimées en poids) sont comprises entre 1 µm et 1 mm. De préférence,  
30 la taille médiane est comprise entre 50 µm et 1 mm.

En dessous des minima indiqués ci-dessus, l'effet technique visé (à savoir la création d'une microrugosité adaptée) risque d'être insuffisant alors qu'au delà des maxima indiqués, on s'expose à différents inconvénients, en particulier lorsque la composition de caoutchouc est  
35 utilisée comme bande de roulement : outre une perte d'esthétique possible (particules trop visibles à la surface de la bande de roulement) et un risque de décohésion, lors du roulage, d'éléments de sculpture de taille relativement importante, on a constaté que la performance  
40 d'adhérence sur glace fondante pouvait être dégradée.

Pour toutes ces raisons, on préfère que les microparticules aient une taille médiane comprise entre 100  $\mu\text{m}$  et 800  $\mu\text{m}$ , plus préférentiellement encore comprise dans un domaine de 300 à 600  $\mu\text{m}$ . Ce domaine de taille particulièrement préférentiel semble correspondre à un compromis optimisé entre d'une part la rugosité de surface recherchée et d'autre part un bon contact entre la composition de caoutchouc et la glace.

D'autre part, pour des raisons identiques à celles exposées ci-dessus, le taux de microparticules est de préférence compris entre 5 à 35 pce, plus préférentiellement compris entre 10 et 30 pce.

Préférentiellement, on utilise des microparticules de blé destinées à la consommation humaine, élaborées à partir de grains de blé ordinaire, par des procédés de mouture ou de broyage dans lesquels le son et le germe sont en grande partie éliminés. Compte tenu des tailles de microparticules ici préconisées, il s'agit de semoules (ou farines que l'on pourrait qualifier de "grossières") comportant des grains de blé concassés, broyés grossièrement, de forme quelconque et présentant généralement des angles relativement saillants.

Pour l'analyse de la granulométrie et le calcul de la taille médiane des microparticules (ou diamètre moyen pour des microparticules supposées sensiblement sphériques), différentes méthodes connues sont applicables, par exemple par diffraction laser (voir par exemple norme ISO-8130-13 ou norme JIS K5600-9-3).

On peut aussi utiliser de manière simple une analyse de la granulométrie par un tamisage mécanique ; l'opération consiste à tamiser une quantité définie d'échantillon (par exemple 200 g) sur une table vibrante pendant 30 min avec des diamètres de tamis différents (par exemple, selon une raison de progression égale à 1,26, avec des mailles de 1000, 800, 630, 500, 400, ... 100, 80, 63  $\mu\text{m}$ ) ; les refus récoltés sur chaque tamis sont pesés sur une balance de précision ; on en déduit le % de refus pour chaque diamètre de maille par rapport au poids total de produit ; la taille médiane (ou diamètre médian) est finalement calculée de manière connue à partir de l'histogramme de la distribution granulométrique.

## II-5. Additifs divers

Les compositions de caoutchouc de l'invention comportent également tout ou partie des additifs usuels habituellement utilisés dans les compositions d'élastomères destinées à la fabrication de bandes de roulement pour pneumatiques, notamment pour pneumatiques hiver, comme par exemple des agents de protection tels que cires anti-ozone, anti-ozonants chimiques, anti-oxydants, des résines renforçantes, des accepteurs (par exemple résine phénolique novolaque) ou des donneurs de méthylène (par exemple HMT ou H3M), un

système de réticulation à base soit de soufre, soit de donneurs de soufre et/ou de peroxyde et/ou de bismaléimides, des accélérateurs de vulcanisation, des activateurs de vulcanisation.

Ces compositions peuvent également contenir des activateurs de couplage lorsque qu'un agent de couplage est utilisé, des agents de recouvrement de la charge inorganique ou plus généralement des agents d'aide à la mise en œuvre susceptibles de manière connue, grâce à une amélioration de la dispersion de la charge dans la matrice de caoutchouc et à un abaissement de la viscosité des compositions, d'améliorer leur faculté de mise en œuvre à l'état cru ; ces agents sont par exemple des silanes hydrolysables tels que des alkyl-alkoxysilanes, des polyols, des polyéthers, des amines, des polyorganosiloxanes hydroxylés ou hydrolysables.

## II-6. Fabrication des compositions de caoutchouc et des bandes de roulement

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

Un procédé utilisable pour la fabrication de telles compositions comporte par exemple et de préférence les étapes suivantes :

- incorporer à l'élastomère diénique, dans un mélangeur, plus de 30 pce d'un plastifiant liquide, entre 50 et 150 pce d'une charge renforçante, entre 5 et 40 pce de microparticules de semoule de blé, en malaxant thermomécaniquement le tout, en une ou plusieurs fois, jusqu'à atteindre une température maximale comprise entre 130°C et 200°C ;
- refroidir l'ensemble à une température inférieure à 100°C ;
- incorporer ensuite un système de réticulation ;
- malaxer le tout jusqu'à une température maximale inférieure à 120°C ;
- extruder ou calandrer la composition de caoutchouc ainsi obtenue, notamment sous la forme d'une bande de roulement de pneumatique.

A titre d'exemple, la première phase (non-productive) est conduite en une seule étape thermomécanique au cours de laquelle on introduit, dans un mélangeur approprié tel qu'un mélangeur interne usuel, tous les constituants nécessaires, les éventuels agents de



recouvrement ou de mise en œuvre complémentaires et autres additifs divers, à l'exception du système de réticulation. Après refroidissement du mélange ainsi obtenu au cours de la première phase non-productive, on incorpore alors le système de réticulation à basse température, généralement dans un mélangeur externe tel qu'un mélangeur à cylindres ; le tout est alors mélangé (phase productive) pendant quelques minutes, par exemple entre 5 et 15 min.

Le système de réticulation proprement dit est préférentiellement à base de soufre et d'un accélérateur primaire de vulcanisation, en particulier d'un accélérateur du type sulfénamide. A ce système de vulcanisation viennent s'ajouter, incorporés au cours de la première phase non-productive et/ou au cours de la phase productive, divers accélérateurs secondaires ou activateurs de vulcanisation connus tels qu'oxyde de zinc, acide stéarique, dérivés guanidiques (en particulier diphénylguanidine), etc. Le taux de soufre est de préférence compris entre 0,5 et 3,0 pce, celui de l'accélérateur primaire est de préférence compris entre 0,5 et 5,0 pce.

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

La composition finale ainsi obtenue est ensuite calandree par exemple sous la forme d'une feuille ou d'une plaque, notamment pour une caractérisation au laboratoire, ou encore extrudée sous la forme d'un profilé de caoutchouc utilisable directement comme bande de roulement de pneumatique hiver.

La vulcanisation (ou cuisson) est conduite de manière connue à une température généralement comprise entre 130°C et 200°C, pendant un temps suffisant qui peut varier par exemple entre 5 et 90 min en fonction notamment de la température de cuisson, du système de vulcanisation adopté et de la cinétique de vulcanisation de la composition considérée.

Les compositions de caoutchouc selon l'invention peuvent constituer la totalité ou une partie seulement de la bande de roulement conforme à l'invention, dans le cas d'une bande de roulement de type composite formée de plusieurs compositions de caoutchouc de formulations différentes.

L'invention concerne les compositions de caoutchouc et bandes de roulement précédemment décrites tant à l'état cru (i.e., avant cuisson) qu'à l'état cuit (i.e., après réticulation ou vulcanisation).

5

### **III. EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION**

#### **III-1. Préparation des compositions de caoutchouc et bandes de roulement**

10

On procède pour les essais qui suivent de la manière suivante: on introduit dans un mélangeur interne, dont la température initiale de cuve est d'environ 60°C, successivement la charge renforçante (par exemple une charge inorganique renforçante telle que silice et son agent de couplage associé), le plastifiant liquide, les microparticules de semoule de blé, l'élastomère diénique (ou coupage d'élastomères diéniques) ainsi que les divers autres ingrédients à l'exception du système de vulcanisation ; le mélangeur est ainsi rempli à environ 70% (% en volume). On conduit alors un travail thermomécanique (phase non-productive) en une étape, qui dure au total environ 3 à 4 minutes, jusqu'à atteindre une température maximale de "tombée" de 165°C. On récupère le mélange ainsi obtenu, on le refroidit puis on incorpore du soufre et un accélérateur type sulfénamide sur un mélangeur externe (homo-finisher) à 30°C, en mélangeant le tout (phase productive) pendant un temps approprié (par exemple entre 5 et 12 min).

Les compositions ainsi obtenues sont ensuite calandrées soit sous la forme de plaques (épaisseur de 2 à 3 mm) ou feuilles fines de caoutchouc pour la mesure de leurs propriétés physiques ou mécaniques, soit extrudées sous la forme de bandes de roulement de pneumatiques hiver pour véhicule tourisme.

#### **III-2. Tests de caoutchouterie**

30

Dans cet essai, on compare trois compositions à base d'élastomères diéniques (coupage NR et BR à taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 95%), renforcées par un coupage de silice et de noir de carbone auxquels est associée ou non une fraction (20 pce) de microparticules de blé se présentant sous la forme d'une semoule alimentaire (de Fuji Seifun) ; deux tailles (médianes) de semoule sont ici analysées (environ 200 µm et environ 440 µm).

Les tableaux 1 et 2 donnent la formulation des trois compositions (tableau 1 - taux des différents produits exprimés en pce, c'est-à-dire parties en poids pour cent parties d'élastomère (élastomère total)), leurs propriétés avant et après cuisson (30 min à 150°C) ; le système de vulcanisation est constitué par soufre et sulfénamide.

Tout d'abord, l'examen des différents résultats du tableau 2 ne révèle aucune dégradation notable des propriétés de caoutchouterie malgré la présence d'un taux relativement élevé de microparticules de blé :

5

- la processabilité à l'état cru (plasticité Mooney) est de manière inattendue légèrement améliorée pour les compositions de l'invention ;
- les propriétés rhéométriques (cuisson) ne sont pas modifiées de manière sensible, la sécurité au grillage (T5) étant même augmentée de 4 min ;
- 10 - après cuisson, dureté Shore et modules en extension restent constants, ce qui est favorable au comportement mécanique de la bande de roulement, donc au comportement routier du pneumatique ;
- la diminution des propriétés à la rupture, notamment de la contrainte à la rupture, si elle peut être qualifiée d'attendue, reste néanmoins dans un domaine non rédhibitoire
- 15 pour l'homme du métier ;
- enfin, l'hystérèse n'est pas augmentée, ce qui est l'indicateur reconnu d'une résistance au roulement non dégradée.

20 Ce n'est en fait qu'au cours de tests de roulage réels conduits sur pneumatiques que se révèle le résultat inattendu apporté par l'invention, comme en atteste clairement l'essai qui suit.

### III-3. Essais en pneumatiques

25 Les compositions C-1, C-2 et C-3 précédemment testées sont ensuite utilisées comme bandes de roulement de pneumatiques tourisme hiver à carcasse radiale, notés respectivement P-1 (pneus témoins), P-2 et P-3 (pneus conformes à l'invention), de dimensions 205/65 R15 conventionnellement fabriqués et en tous points identiques, hormis les compositions de caoutchouc constitutives de leur bande de roulement.

30 Tous les pneumatiques sont montés à l'avant et à l'arrière d'un véhicule automobile, sous pression de gonflage nominale, et on leur fait subir un roulage sur circuit (d'environ 2000 km), sur un sol sec, pour rodage et début d'usure.

35 Puis les pneumatiques ainsi rodés sont soumis aux test d'adhérence sur glace tels que décrits au paragraphe I-7 qui précède, selon différentes conditions de température.

Les résultats des tests de roulage sont rapportés dans le tableau 3, en unités relatives, la base 100 étant retenue pour le pneumatique témoin P-1 (pour rappel, une valeur supérieure à 100 indique une performance améliorée).

40

On constate tout d'abord que le freinage sur glace fondante (-2°C) est notablement amélioré pour les pneumatiques conformes à l'invention (P-2 et P-3) alors qu'aucun effet n'est visible pour une température inférieure à -5°C. C'est bien la démonstration que l'adhérence sur glace fondante est une problématique spécifique qui nécessite des solutions bien spécifiques.

5

On remarque en outre la supériorité nette des pneumatiques P-3 en ce qui concerne non seulement le freinage sur glace fondante (-2°C) mais aussi la performance d'accélération, améliorations qui ne peuvent être attribuées qu'à une taille médiane supérieure des microparticules de semoule de blé, comparativement aux pneumatiques P-2.

10

En résumé, les pneumatiques P-3 dont la bande de roulement inclut des microparticules de semoule de blé dont la taille médiane est comprise dans le domaine particulièrement préférentiel de 300 à 600 µm, sont clairement ceux affichant la meilleure performance combinée d'adhérence et accélération sur glace.

15

Tableau 1

Composition N°:	C-1	C-2	C-3
BR (1)	60	60	60
NR (2)	40	40	40
silice (3)	80	80	80
agent de couplage (4)	5	5	5
microparticules de blé (5)	-	20	-
microparticules de blé (6)	-	-	20
noir de carbone (7)	5	5	5
huile non aromatique (8)	65	65	65
DPG (9)	1.5	1.5	1.5
ZnO	1.2	1.2	1.2
acide stéarique	1	1	1
cire anti-ozone	1.5	1.5	1.5
antioxydant (10)	2	2	2
soufre	2	2	2
accélérateur (11)	1.7	1.7	1.7

5

(1) BR avec 4,3% de 1-2 ; 2,7% de trans ; 97% de cis 1-4 ( $T_g = -104^\circ\text{C}$ ) ;

(2) Caoutchouc naturel (peptisé) ;

(3) silice "Zeosil 1115MP" de la société Rhodia, type "HDS"  
(BET et CTAB : environ  $120 \text{ m}^2/\text{g}$ );

10

(4) agent de couplage TESPT ("Si69" de la société Degussa) ;

(5) semoule de blé (taille médiane des particules : environ  $200 \mu\text{m}$ ) ;

(6) semoule de blé (taille médiane des particules : environ  $440 \mu\text{m}$ ) ;

(7) grade ASTM N234 (société Cabot) ;

(8) huile MES ("Catenex SNR" de Shell) ;

15

(9) diphénylguanidine (Perkacit DPG de la société Flexsys) ;

(10) N-1,3-diméthylbutyl-N-phénylparaphénylènediamine  
(Santoflex 6-PPD de la société Flexsys);

(11) N-dicyclohexyl-2-benzothiazol-sulfénamide  
("Santocure CBS" de la société Flexsys).

20

**Tableau 2**

Composition N°:	C-1	C-2	C-3
<u>Propriétés avant cuisson:</u>			
Mooney (UM)	54	47	47
T5 (min)	13	17	17
Ti (min)	2.1	2.3	3.0
T <sub>90</sub> (min)	15.8	16.8	18.4
T <sub>90</sub> – Ti (min)	13.7	14.5	15.4
<u>Propriétés après cuisson:</u>			
Shore A	55	56	56
M10 (MPa)	3.4	3.5	3.5
M100 (MPa)	1.1	1.2	1.2
M300 (MPa)	1.0	1.0	1.0
contrainte à la rupture (MPa)	13.9	10.4	9.3
allongement à la rupture (%)	540	520	490
tan( $\delta$ ) <sub>max</sub> (0°C)	0.280	0.280	0.280

5

**Tableau 3**

Pneumatique°:	P-1	P-2	P-3
Freinage sur glace (-2°C)	100	107	111
Freinage sur glace (-6°C)	100	99	99
Accélération sur glace (-4°C)	100	101	106

10

**REVENDICATIONS**

1. Composition de caoutchouc utilisable comme bande de roulement d'un pneumatique hiver, comprenant au moins un élastomère diénique, plus de 30 pce d'un plastifiant liquide, entre 50 et 150 pce d'une charge renforçante, caractérisée en ce qu'elle comporte entre 5 et 40 pce de microparticules de semoule de blé.
2. Composition selon la revendication 1, dans laquelle les microparticules ont une taille médiane en poids comprise entre 50  $\mu\text{m}$  et 1 mm.
3. Composition selon la revendication 2, dans laquelle les microparticules ont une taille médiane en poids comprise entre 100  $\mu\text{m}$  et 800  $\mu\text{m}$ .
4. Composition selon la revendication 3, dans laquelle les microparticules ont une taille médiane en poids comprise dans un domaine de 300 à 600  $\mu\text{m}$ .
5. Composition selon la revendication 4, dans laquelle le taux de microparticules est compris entre 5 et 35 pce.
6. Composition selon la revendication 5, dans laquelle le taux de microparticules est compris entre 10 et 30 pce.
7. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la semoule de blé est une semoule alimentaire.
8. Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle l'élastomère diénique est choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les polybutadiènes, les copolymères de butadiène, les copolymères d'isoprène et les mélanges de ces élastomères.
9. Composition selon la revendication 8, dans laquelle l'élastomère diénique est choisi dans le groupe constitué par le caoutchouc naturel, les polyisoprènes de synthèse, les polybutadiènes ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%, les copolymères de butadiène-styrène et les mélanges de ces élastomères.
10. Composition selon la revendication 9, dans laquelle l'élastomère diénique est majoritairement, c'est-à-dire pour plus de 50 pce, du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse.

- 23 -

**11.** Composition selon la revendication 10, dans laquelle le caoutchouc naturel ou le polyisoprène de synthèse est utilisé en coupage avec un polybutadiène ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%.

5 **12.** Composition selon la revendication 9, dans laquelle l'élastomère diénique est majoritairement, c'est-à-dire pour plus de 50 pce, un polybutadiène ayant un taux de liaisons cis-1,4 supérieur à 90%.

10 **13.** Composition selon la revendication 12, dans laquelle le polybutadiène est utilisé en coupage avec du caoutchouc naturel ou un polyisoprène de synthèse.

**14.** Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans laquelle la charge renforçante comprend à titre majoritaire du noir de carbone.

15 **15.** Composition selon la revendication 14, dans laquelle le taux de noir de carbone est supérieur à 60 pce.

**16.** Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans laquelle la charge renforçante comprend à titre majoritaire une charge inorganique renforçante.

20

**17.** Composition selon la revendication 16, dans laquelle le taux de charge inorganique renforçante est supérieur à 70 pce.

25 **18.** Composition selon la revendication 17, dans laquelle la charge inorganique renforçante est de la silice.

**19.** Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, dans laquelle la charge renforçante comprend un coupage de noir de carbone et de silice.

30 **20.** Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, dans laquelle le taux de charge renforçante totale est compris entre 60 et 120 pce.

35 **21.** Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 20, dans laquelle le plastifiant liquide est choisi dans le groupe constitué par les huiles naphéniques, les huiles paraffiniques, les huiles MES, les huiles TDAE, les plastifiants esters et les mélanges de ces composés.

**22.** Composition selon la revendication 21, dans laquelle le taux de plastifiant liquide est compris dans un domaine de 50 à 100 pce.

40



- 24 -

**23.** Composition selon l'une quelconque des revendications 1 à 22, comportant une résine hydrocarbonée présentant une Tg supérieure à 20°C.

**24.** Composition selon la revendication 23, dans laquelle la résine hydrocarbonée est choisie dans le groupe constitué par les résines d'homopolymère ou copolymère de cyclopentadiène ou dicyclopentadiène, les résines d'homopolymère ou copolymère terpène, les résines d'homopolymère ou copolymère de coupe C5, et les mélanges de ces résines.

**25.** Composition selon les revendications 23 ou 24, dans laquelle le taux de résine hydrocarbonée est compris entre 5 et 60 pce.

**26.** Utilisation d'une composition conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 25, pour la fabrication de bandes de roulement de pneumatiques hiver.

**27.** Bande de roulement de pneumatique hiver comportant une composition conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 25.

**28.** Pneumatique hiver comportant une bande de roulement selon la revendication 27.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2008/010650

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>				
INV. C08L21/00	C08L9/00	C08L7/00	C08L3/00	C08K5/00
C08K3/36	C08K3/04	B60C1/00	B60C11/14	
ADD. C08L91/00	C08L57/00			
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C08L C08K C09K B60C				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages			Relevant to claim No.
A	DE 196 22 169 A1 (SEMPERIT REIFEN [AT] SEMPERIT REIFEN AG TRAISKIRCHE [AT]) 12 December 1996 (1996-12-12) claims 1-3,6,8-10,13 page 2, lines 3-11,25-36,57-64 page 3, lines 8-47 examples 4,5; table 1 -----			1-28
A	EP 0 332 459 A (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 13 September 1989 (1989-09-13) claims 1-14 page 2, line 3 - page 3, line 15 * tableau 4, exemple IV, échantillon 2 *			1-28
A	EP 0 942 041 A (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 15 September 1999 (1999-09-15) claims page 2, line 53 - page 3, line 30 ----- -/-			1-28
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier 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  31 mars 2009			Date of mailing of the international search report  16/04/2009	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016			Authorized officer  Hollender, C	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/010650

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DITMAR, RUDOLF: "The effect of flour in rubber mixtures vulcanized with sulfur" KAUSCHUKLABORATORIUM GRAZ. GUMMI-ZTG. , 43, 1928, page 191, XP009105361 the whole document -----	1-28
A	WO 2007/017060 A (MICHELIN SOC TECH [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]; ROBERT PIERRE [FR]; D) 15 February 2007 (2007-02-15) cited in the application claims -----	1-28

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/010650

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19622169	A1	12-12-1996	NONE	
EP 0332459	A	13-09-1989	CA 1333641 C	20-12-1994
			DE 68900888 D1	09-04-1992
			FI 891117 A	11-09-1989
			JP 2167353 A	27-06-1990
			JP 2554536 B2	13-11-1996
			NO 890987 A	11-09-1989
			US 5049598 A	17-09-1991
EP 0942041	A	15-09-1999	DE 69921525 D1	09-12-2004
			DE 69921525 T2	24-03-2005
			JP 11255966 A	21-09-1999
			US 6378584 B1	30-04-2002
WO 2007017060	A	15-02-2007	CN 101238174 A	06-08-2008
			EP 1915422 A1	30-04-2008
			FR 2889538 A1	09-02-2007
			JP 2009504810 T	05-02-2009
			KR 20080032169 A	14-04-2008

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2008/010650

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. C08L21/00 C08L9/00 C08L7/00 C08L3/00 C08K5/00 C08K3/36 C08K3/04 B60C1/00 B60C11/14 ADD. C08L91/00 C08L57/00				
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB				
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE:</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C08L C08K C09K B60C				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>				
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées		
A	DE 196 22 169 A1 (SEMPERIT REIFEN [AT] SEMPERIT REIFEN AG TRAISKIRCHE [AT]) 12 décembre 1996 (1996-12-12) revendications 1-3,6,8-10,13 page 2, ligne 3-11,25-36,57-64 page 3, ligne 8-47 exemples 4,5; tableau 1	1-28		
A	EP 0 332 459 A (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 13 septembre 1989 (1989-09-13) revendications 1-14 page 2, ligne 3 - page 3, ligne 15 * tableau 4, exemple IV, échantillon 2 *	1-28		
A	EP 0 942 041 A (SUMITOMO RUBBER IND [JP]) 15 septembre 1999 (1999-09-15) revendications page 2, ligne 53 - page 3, ligne 30	1-28		
-/--				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span> </div>				
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Catégories spéciales de documents cités:</p> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*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)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*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</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>				
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">31 mars 2009</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">16/04/2009</div>		
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Hollender, C</div>		

# **RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande internationale n°

PCT/EP2008/010650

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>DITMAR, RUDOLF: "The effect of flour in rubber mixtures vulcanized with sulfur"            KAUSCHUKLABORATORIUM GRAZ. GUMMI-ZTG. ,            43, 1928, page 191, XP009105361            le document en entier            -----</p>	1-28
A	<p>WO 2007/017060 A (MICHELIN SOC TECH [FR];            MICHELIN RECH TECH [CH]; ROBERT PIERRE            [FR]; D) 15 février 2007 (2007-02-15)            cité dans la demande            revendications            -----</p>	1-28

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2008/010650

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19622169	A1	12-12-1996	AUCUN	
EP 0332459	A	13-09-1989	CA 1333641 C	20-12-1994
			DE 68900888 D1	09-04-1992
			FI 891117 A	11-09-1989
			JP 2167353 A	27-06-1990
			JP 2554536 B2	13-11-1996
			NO 890987 A	11-09-1989
			US 5049598 A	17-09-1991
EP 0942041	A	15-09-1999	DE 69921525 D1	09-12-2004
			DE 69921525 T2	24-03-2005
			JP 11255966 A	21-09-1999
			US 6378584 B1	30-04-2002
WO 2007017060	A	15-02-2007	CN 101238174 A	06-08-2008
			EP 1915422 A1	30-04-2008
			FR 2889538 A1	09-02-2007
			JP 2009504810 T	05-02-2009
			KR 20080032169 A	14-04-2008