

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 833 884**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **01 16971**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : B 29 C 43/02, B 29 B 9/00 // B 29 K 9:00, B 29 L ,  
30:00

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 26.12.01.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 27.06.03 Bulletin 03/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIETE DE TECHNOLOGIE  
MICHELIN Société anonyme — FR et MICHELIN  
RECHERCHE ET TECHNIQUE SA — CH.

⑦2 Inventeur(s) :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : COMPAGNIE GENERALE DES ETA-  
BLISSEMENTS MICHELIN -MICHELIN ET CIE.

⑤4 PROCÉDE DE MISE EN FORME DE PRODUITS SEMI-FINIS NOTAMMENT DESTINES A LA FABRICATION DE  
CHENILLE.

⑤7 L'invention concerne un procédé de mise en forme de  
produits semi-finis à partir d'un mélange à base d'élastomè-  
res diéniques vulcanisable au soufre qui comprend une pre-  
mière étape de dissociation dudit mélange pour obtenir de  
petits éléments unitaires, une deuxième étape de répartition  
desdits éléments dans un moule et une troisième étape de  
compression desdits éléments dans moule.

FR 2 833 884 - A1



L'invention concerne un procédé de mise en forme de mélanges caoutchouteux, c'est-à-dire de mélanges à base d'élastomères diéniques, entrant notamment dans la fabrication de chenilles pour des véhicules à chenilles tels que des tracteurs agricoles ou engins de génie civil.

- 5 La fabrication de chenilles comprend généralement une ou plusieurs étapes d'assemblage de produits crus suivies d'une étape de cuisson. Pour réaliser cet assemblage, on fait appel au moins partiellement à des produits semi-finis crus constitués par des plots qui constituent les dents d'engrenage des chenilles, des barrettes et le corps de la chenille à base de mélanges caoutchouteux d'épaisseur,  
10 de longueur, de largeur variables et qui possèdent un profil défini. La mise en forme des produits caoutchouteux du corps de la chenille est réalisée principalement par extrusion.

Les techniques d'extrusion de mélanges caoutchouteux sont aujourd'hui bien connues et maîtrisées par l'homme de l'art. Cependant étant donné la taille des  
15 plots généralement variant de 0,5 à 2 dm<sup>3</sup>, leur fabrication ne peut pas être directement réalisée par extrusion qui génère réalise des profilés d'épaisseur limitée et des opérations de coupe d'autant plus complexes qu'elles sont souvent multidirectionnelles et s'opèrent sur des épaisseurs de produit importantes. La maîtrise du poids des objets représente alors une difficulté supplémentaire. De  
20 plus, ces plots crus doivent posséder une bonne stabilité dimensionnelle dans toutes les directions, tout en conservant le collant à cru sur toute la surface externe de l'objet.

Par ailleurs, on s'intéresse également à de nouveaux types de mélanges caoutchouteux pouvant conférer de meilleures propriétés mécaniques aux plots et  
25 qui font appel à des mélanges caoutchouteux qui, pour certaines ne sont pas extrudables. C'est pourquoi on a cherché une alternative au mode de mise en forme par extrusion des mélanges caoutchouteux.

D'autres techniques de mise en forme de mélanges caoutchouteux existent aujourd'hui telles que la mise en forme par compression qui consiste à partir d'une masse de matière mise dans un moule à appliquer une très forte pression et température afin que la masse adopte la forme du moule. Cependant il est clair  
5 qu'une telle mise en forme ne convient pas à des mélanges de très grande élasticité qui vont tendre à se déformer pour retourner vers leur forme initiale. C'est le cas pour certains mélanges utilisés pour la fabrication de plots et barrettes.

Le problème est identique pour des techniques d'injection, mais il existe une  
10 solution qui consiste à ajouter des fibres à l'intérieur du mélange. Ces fibres telles que des fibres textiles par exemple aramides de longueur 6mm resteront ensuite dans les plots afin d'obtenir une rigidité à cru suffisante. Cependant l'opération d'injection avec ces fibres reste très délicate et rend plus complexe le procédé et bien entendu, elle nécessite une vérification des propriétés des plots  
15 obtenues pour que ces derniers ne soient pas détériorées.

L'invention vise à pallier ces inconvénients.

La demanderesse a découvert que, malgré les écarts considérables existants entre les domaines de la caoutchouterie et du traitement des métaux aussi bien en terme de caractéristiques et qu'en terme de propriétés des matériaux, un procédé  
20 de mise en forme de poudres métalliques et de céramiques couramment appelé le « frittage » peut, avec des adaptations appropriées, être transposé pour réaliser une mise en forme de mélanges caoutchouteux. La demanderesse a de plus, découvert de façon surprenante qu'un tel procédé adapté permettait la fabrication de plots crus d'une rigidité suffisante et de bonne stabilité dimensionnelle sans  
25 qu'il soit nécessaire d'ajouter des fibres ou d'autres additifs pour obtenir ces propriétés.

Selon l'invention, le procédé de mise en forme de produits semi-finis à partir d'un mélange à base d'élastomères diéniques vulcanisable au soufre comprend une première étape de dissociation dudit mélange pour obtenir de petits éléments unitaires, une deuxième étape de répartition desdits éléments dans un moule et  
5 une troisième étape de compression desdits éléments dans moule.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description du procédé et d'exemples de réalisation de plots de chenille par mise en œuvre du procédé conforme à l'invention, en référence au dessin dans lequel :

- 10 - la figure 1 est une représentation perspective schématique d'une chenille conforme à l'invention,
- les figures 2A à 2D sont des représentations schématiques en coupe illustrant la mise en œuvre du procédé conforme à l'invention.

Par élastomère ou caoutchouc "diénique", on entend de manière connue un  
15 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).

Le procédé de fabrication de produits semi-finis part d'un mélange caoutchouteux. La composition du mélange présente des élastomères diéniques  
20 ainsi que les additifs généralement utilisés dans les compositions caoutchouteuses destinées à la fabrication de pneumatique à savoir du soufre, du zinc et autres constituants classiques connus de l'homme du métier.

De manière générale, on entend ici par élastomère diénique "essentiellement insaturé" 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).

C'est ainsi, par exemple, que des élastomères diéniques tels que les caoutchoucs butyle ou les copolymères de diènes et d'alpha-oléfinés type EPDM (terpolymère  
5 éthylène-propylène-diène) n'entrent pas dans la définition précédente et peuvent être notamment qualifiés d'élastomères diéniques "essentiellement saturés" (taux de motifs d'origine diénique faible ou très faible, toujours inférieur à 15%).

Dans la catégorie des élastomères diéniques "essentiellement insaturés", on entend en particulier par élastomère diénique "fortement insaturé" un élastomère  
10 diénique ayant un taux de motifs d'origine diénique (diènes conjugués) qui est supérieur à 50%.

Ces définitions étant données, on entend en particulier par élastomère diénique essentiellement insaturé susceptible d'être mis en oeuvre dans les compositions conformes à l'invention:

- 15 - tout homopolymère obtenu par polymérisation d'un monomère diène conjugué ayant de 4 à 12 atomes de carbone;
- tout copolymère obtenu par copolymérisation d'un ou plusieurs diènes conjugués entre eux ou avec un ou plusieurs composés vinyle aromatique ayant de 8 à 20 atomes de carbone;
- 20 A titre de diènes conjugués conviennent notamment le butadiène-1,3, le 2-méthyl-1,3-butadiène, les 2,3-di(alkyle en C1 à C5)-1,3-butadiènes tels que par exemple le 2,3-diméthyl-1,3-butadiène, le 2,3-diéthyl-1,3-butadiène, le 2-méthyl-3-éthyl-1,3-butadiène, le 2-méthyl-3-isopropyl-1,3-butadiène, un aryl-1,3-butadiène, le 1,3-pentadiène, le 2,4-hexadiène.

A titre de composés vinyle-aromatiques conviennent par exemple le styrène, l'ortho-, méta-, para-méthylstyrène, le mélange commercial "vinyle-toluène", le para-tertiobutylstyrène, les méthoxystyrènes, les chlorostyrènes, le vinylmésitylène, le divinylbenzène, le vinylnaphtalène.

- 5 Les copolymères peuvent contenir entre 99% et 20% en poids d'unités diéniques et entre 1% et 80% en poids d'unités vinyle-aromatiques. Les élastomères peuvent avoir toute microstructure qui est fonction des conditions de polymérisation utilisées, notamment de la présence ou non d'un agent modifiant et/ou randomisant et des quantités d'agent modifiant et/ou randomisant
- 10 employées. 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.

De manière particulièrement préférentielle, l'élastomère diénique de la

15 composition conforme à l'invention est choisi dans le groupe des élastomères diéniques fortement insaturés constitué par les polybutadiènes (BR), les polyisoprènes (IR) ou du caoutchouc naturel (NR), les copolymères de butadiène-styrène (SBR), les copolymères de butadiène-isoprène (BIR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR), les copolymères de butadiène-acrylonitrile

20 (NBR), les copolymères d'isoprène-styrène (SIR), les copolymères de butadiène-styrène-isoprène (SBIR), les copolymères de butadiène-styrène-acrylonitrile (NSBR) ou un mélange de deux ou plus de ces composés.

Néanmoins de tels polymères diéniques peuvent être utilisés seuls ou en coupage avec d'autres élastomères conventionnellement utilisés dans les pneumatiques

25 tels que des élastomères diéniques constitués par :

- un copolymère ternaire obtenu par copolymérisation d'éthylène, d'une  $\alpha$ -oléfine ayant 3 à 6 atomes de carbone avec un monomère diène non conjugué ayant de 6

à 12 atomes de carbone, comme par exemple les élastomères obtenus à partir d'éthylène, de propylène avec un monomère diène non conjugué du type précité tel que notamment l'hexadiène-1,4, l'éthylidène norbornène, le dicyclopentadiène;

- 5 - un copolymère d'isobutène et d'isoprène (caoutchouc butyle ou IIR), ainsi que les versions halogénées, en particulier chlorées ou bromées (BIIR), de ce type de copolymère,
- ou un copolymère d'isobutène et de paraméthylstyrène, ainsi que les versions halogénées, en particulier chlorées ou bromées (BIMS), de ce type de
- 10 copolymère.

La figure 1 représente une chenille 1 pour véhicule comportant des plots 2 sur sa surface intérieure permettant l'entraînement de la chenille en coopérant avec des dents non représentées et comportant des barrettes 3 sur sa surface extérieure de contact avec le sol.

- 15 A partir d'un mélange caoutchouteux crus vulcanisable au soufre, qui peut se présenter sous forme de plaques ou de bandes continues empilées, on réalise dans une première étape du procédé une dissociation dudit mélange afin d'obtenir des miettes ou des granulés voire même des petits profilés. Une telle opération peut être réalisée sur des extrudeuses pour l'obtention de nombreux petits profilés ou
- 20 sur des broyeuses pour l'obtention de miettes telles que les broyeuses du commerce utilisées généralement pour les plastiques, par exemple, la broyeuse commercialisée par la société PREVIERO sous la dénomination commerciale MU305N.

- 25 Cette opération, schématisée sur la figure 2A dans le cas d'une extrusion à l'aide d'une extrudeuse 4 qui permet d'obtenir des petits profilés P de mélanges caoutchouteux représentés en pointillés. On choisit la taille des granulés ou des

petits profilés en fonction du mélange caoutchouteux et du produit semi-fini à réaliser. Ainsi par rapport au semi-fini à réaliser, on peut utiliser des granulés d'une taille inférieure à 10mm et pour avoir une plus grande précision on peut choisir des granulés dont la taille est inférieure à 5 mm pour la mise en forme  
5 d'objets nécessitant une grande précision telles que les barrettes de chenille et utiliser des petits profilés de dimension à titre d'exemple dont la section circulaire est de 1 à 10 mm<sup>2</sup> pour la réalisation de plots et barrettes de chenille.

Selon une variante de réalisation du procédé conforme à l'invention, on peut également réaliser la dissociation de la première étape grâce à une coupeuse afin  
10 d'obtenir des cubes de faible dimension.

On constate qu'il n'est pas nécessaire pour de nombreux mélanges d'ajouter des produits anti-collants particuliers lors de cette opération et l'on constate que les miettes ou granulés froids n'ont pas tendance à reprendre en masse. Cependant on peut néanmoins utiliser le procédé pour des mélanges caoutchouteux très  
15 collants, tel que le caoutchouc naturel, il peut être alors intéressant de rajouter à l'issus de l'opération de granulation un agent anti-collant tel que le stéarate de zinc pour éviter la reprise en masse.

On peut prévoir telle que le montre la figure 2A prévoir de réaliser une étape de pré-moulage qui consiste à verser les granulés ou les profilés dans une première  
20 forme 5 permettant de réaliser une pesée, voire même comme il est dit dans ce qui suit un réchauffage des granulés ou profilés avant leur introduction dans un moule.

Dans une deuxième étape représentée sur la figure 2B, les granulés ou profilés sont disposés dans un moule 6 en les répartissant de sorte à obtenir ensuite une  
25 compression homogène quelle que soit l'épaisseur comprimée. Le moule représentée sur cette figure correspond à un moule de plot mais ne saurait limiter l'invention à cette forme de moule.

On peut également prévoir un réchauffage des granulés ou profilés avant leur introduction dans le moule avec une température de 50°C à 120°C pour diminuer le temps de séjour dans le moule.

Après positionnement des miettes dans le moule 6, on referme ce dernier par un couvercle 60 et on passe à la troisième étape du procédé : la phase de compression de la presse en réalisant une montée en pression et si nécessaire en température schématisée ici par un piston 7 (figure 2C).

Les conditions de moulage des miettes ou profilés P sont les suivantes, pour une durée sous pression minimum de l'ordre 1 à 5 minutes, notamment inférieure à 3mn, voire même inférieure à 1mn de l'ordre de quelques dizaines de secondes, :

- la pression hydraulique peut aller jusqu'à 250 bars cependant on peut se contenter de pressions inférieures suivant le rapport de section entre les pistons hydraulique et de mélange. Par exemple, l'hydraulique de 50 à 200 bars peut correspondre à une pression du mélange de 30 à 100 bars, notamment d'environ 70 bars,
- on utilise le moule 6 à température ambiante ou à chaud, la température de ce dernier pouvant varier de 20°C à 150°C, on peut notamment rester aux alentours de 50°C pour le couvercle 60; le réglage en température étant dépendant de l'épaisseur du semi-fini à réaliser, de la répartition de la température du produit à comprimer et de ses caractéristiques rhéologiques à l'instant de la compression.

Enfin, on procède au démoulage. Cette opération peut être suivie, notamment en fonction de la nature du mélange, d'un stockage des plots ou barrettes 9 réalisés dans des cassettes 8 dimensionnelles dans le but de terminer la stabilisation de l'objet cru 9, en dehors de la presse, comme le montre la figure 2D. Cette étape s'avère d'autant plus intéressante que l'on souhaite réduire le temps de passage dans le moule du mélange.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de mise en forme de produits semi-finis à partir d'un mélange à base d'élastomères diéniques vulcanisable au soufre qui comprend une première étape de dissociation dudit mélange pour obtenir de petits éléments unitaires,  
5 une deuxième étape de répartition desdits éléments dans un moule et une troisième étape de compression desdits éléments dans moule.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la répartition des éléments dans le moule est précédée d'une mise des éléments unitaires dans une forme réalisant un pré-moulage.
- 10 3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les éléments unitaires sont réchauffés dans la forme afin d'être introduits à chaud dans le moule.
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le réchauffage des éléments unitaires s'effectue à une température comprise entre 50° et 120°C.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la  
15 troisième étape est suivi d'un démoulage à l'issue duquel les produits semi-finis réalisés sont stockés dans des cassettes afin de terminer leur stabilisation.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la dissociation de la première étape est réalisée par broyage du mélange en miettes de diamètre moyen inférieur ou égal à 10 mm.
- 20 7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel les miettes de mélange obtenues lors la première étape de broyage ont un diamètre moyen inférieur ou égal à 5 mm.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la dissociation de la première étape est réalisée par extrusion du mélange en profilés, continus ou discontinus, de faible section.
- 5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la dissociation de la première étape est une coupeuse du mélange en cubes de faible dimension.
- 10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la deuxième étape consiste à verser les éléments de mélange dans un moule avec une répartition contrôlée des éléments assurant lors de la fermeture du moule le respect dans ce dernier d'un taux de compression sensiblement constant desdits éléments.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel les éléments unitaires sont versés lors de la deuxième étape dans un moule déjà chaud.
- 15 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la température du moule pendant la troisième étape est comprise entre 20°C et 150°C.
- 20 13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, dans lequel la pression dans le moule lors de la troisième étape est comprise entre 30 et 100 bars.
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la pression dans le moule lors de la troisième étape est d'environ 70 bars.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel la durée de mise sous pression lors de la troisième étape est de l'ordre de quelques dizaines de secondes à quelques minutes.
- 5 16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel la durée de la troisième étape est inférieure à 3 mn.
17. Procédé selon la revendication 16, dans lequel la durée de la troisième étape est inférieure à 1 mn.
18. Produit semi-fini à base de mélange caoutchouteux vulcanisable au soufre caractérisé en ce qu'il est réalisé par le procédé selon l'une quelconque des  
10 revendications 1 à 17.
19. Plot pour chenille mis en œuvre par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.
20. Barrette pour chenille mise en œuvre par le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 17.
- 15 21. Chenille comportant au moins un produit semi-fini selon l'une quelconque des revendications 18 à 20.

FIG.1

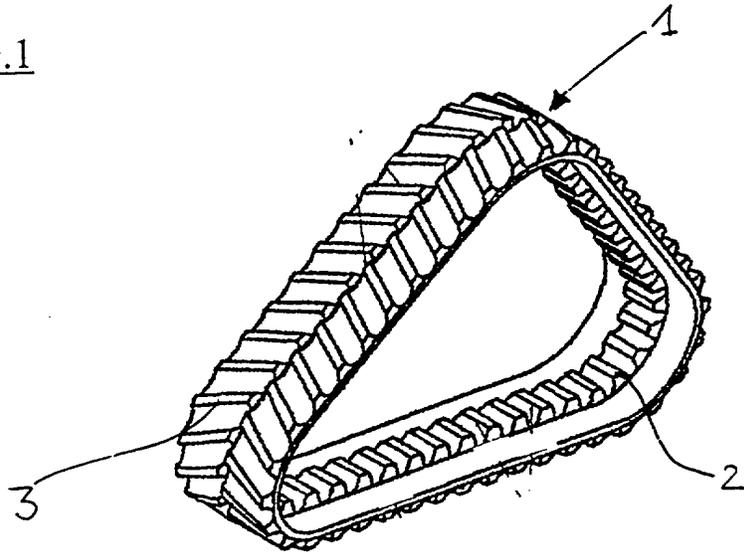


FIG.2A

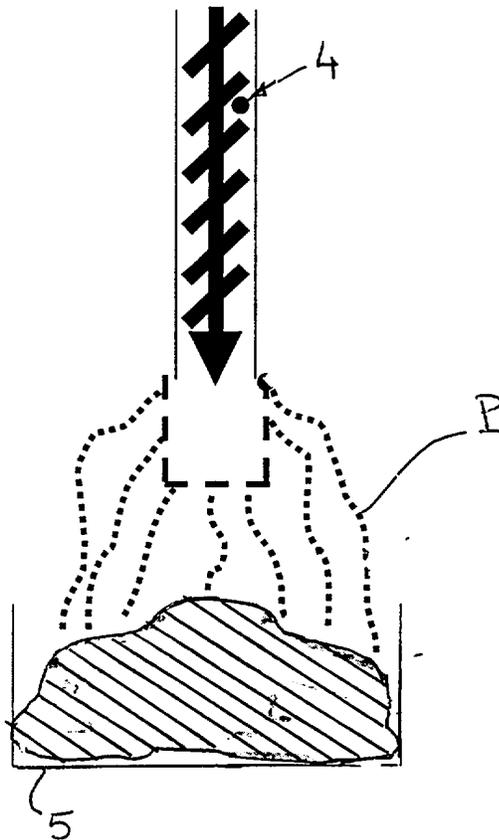


FIG.2B

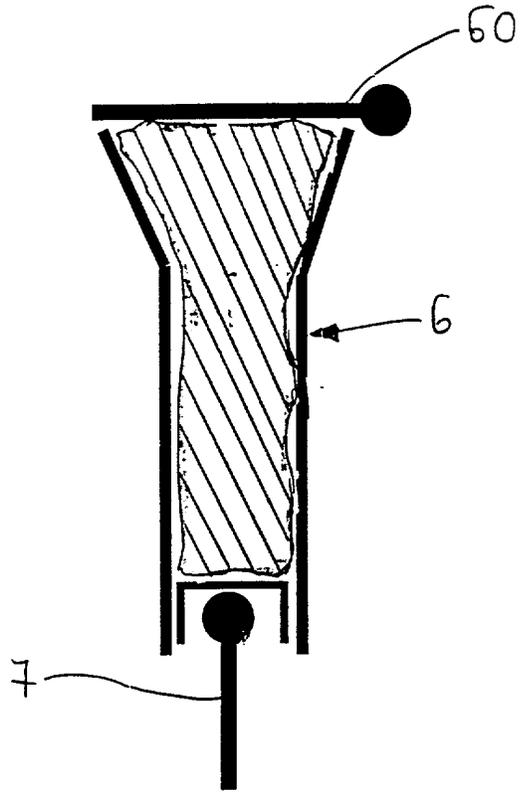


FIG.2C

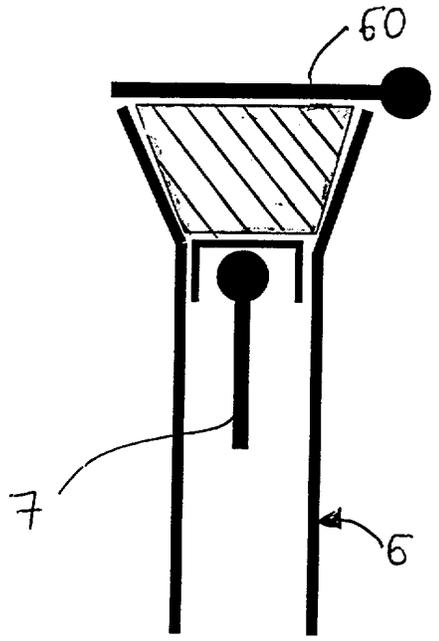
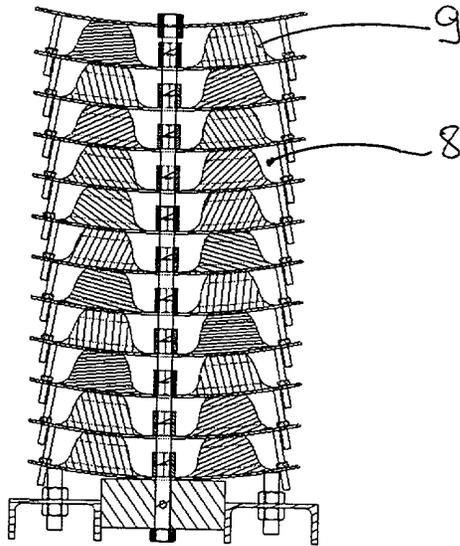


FIG.2D



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

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

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 075 057 A (HOEDL HERBERT K) 24 décembre 1991 (1991-12-24) * colonne 3, ligne 19 - colonne 4, ligne 13; exemples *	1-21	B29C43/02 B29B9/00
X	US 2 620 320 A (COFEK HENRY J ET AL) 2 décembre 1952 (1952-12-02) * colonne 5, ligne 21 - colonne 6, ligne 21; figures *	1-21	
A	EP 1 055 529 A (MICHELIN RECH TECH ;MICHELIN SOC TECHNOLOGIE (FR)) 29 novembre 2000 (2000-11-29) * page 3, ligne 36 - page 4, ligne 49; exemples *	1,18-21	
A	US 4 400 483 A (CORNELL WILLIAM H ET AL) 23 août 1983 (1983-08-23) * colonne 2, ligne 24 - ligne 63 * * colonne 4, ligne 11 - ligne 40; exemples; tableaux *	1-21	
A	US 5 904 885 A (ARASTOPOUR HAMID ET AL) 18 mai 1999 (1999-05-18) * colonne 1, ligne 60 - colonne 2, ligne 14 * * colonne 3, ligne 55 - colonne 4, ligne 33; figures; exemples *	1	
		<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)</b>	
		B29C B29B	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 septembre 2002		Topalidis, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention * E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0116971 FA 615159**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 30-09-2002  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5075057	A	24-12-1991	AU 9102391	A 17-08-1992
			WO 9211987	A1 23-07-1992
			EP 0574401	A1 22-12-1993
US 2620320	A	02-12-1952	AUCUN	
EP 1055529	A	29-11-2000	AU 3647000	A 30-11-2000
			BR 0001917	A 02-01-2001
			CA 2309786	A1 28-11-2000
			EP 1055529	A1 29-11-2000
			JP 2001081238	A 27-03-2001
US 4400483	A	23-08-1983	US 4288399	A 08-09-1981
			AU 529872	B2 23-06-1983
			AU 5350079	A 11-06-1981
			CA 1109979	A1 29-09-1981
			DE 2862084	D1 16-12-1982
			DK 362678	A 18-02-1979
			EP 0000920	A1 07-03-1979
			ES 472566	A1 16-10-1979
			IT 1098055	B 31-08-1985
US 5904885	A	18-05-1999	AU 1622099	A 16-06-1999
			WO 9928105	A1 10-06-1999