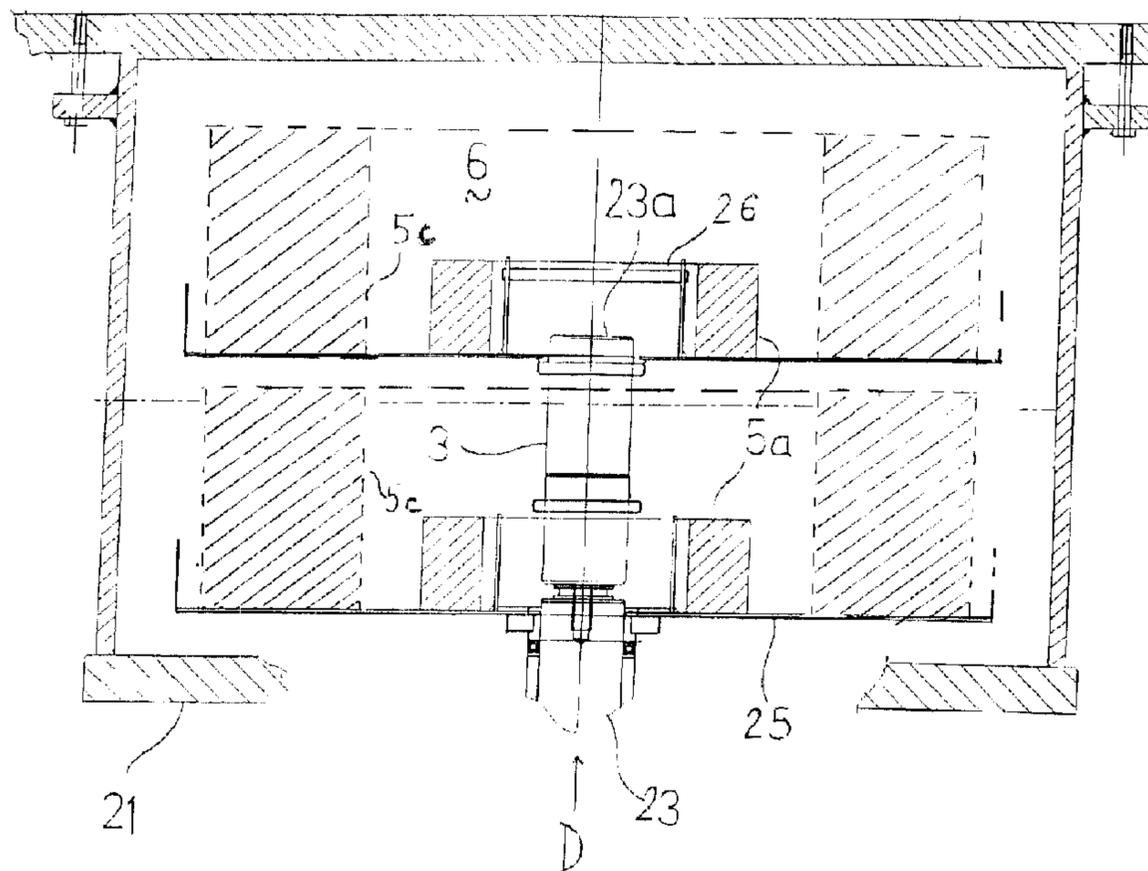




(22) Date de dépôt/Filing Date: 2001/05/17  
(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2001/11/19  
(30) Priorité/Priority: 2000/05/19 (00 06 488) FR

(51) Cl.Int.<sup>7</sup>/Int.Cl.<sup>7</sup> B29C 35/04  
(71) Demandeur/Applicant:  
MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A., CH  
(72) Inventeurs/Inventors:  
MENARD, GILBERT, FR;  
PEYRON, GEORGES, FR;  
MOREL, NOEL, FR;  
DURIF, PIERRE, FR  
(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE RETICULATION/EXPANSION D'UNE EBAUCHE D'APPUI DE SECURITE  
POUR PNEUMATIQUE ET APPUI OBTENU PAR CE PROCEDE  
(54) Title: CROSS-LINKING/EXPANSION PROCESS AND DEVICE FOR A SAFETY SUPPORT BLANK FOR TIRES  
AND SUPPORT OBTAINED THROUGH THIS PROCESS



(57) Abrégé/Abstract:

La présente invention concerne notamment un procédé de réticulation/ expansion d'au moins une ébauche réticulable et expansible (5a), destinée à constituer tout ou partie d'un appui de sécurité élastomère (5c) à cellules fermées pour pneumatique. Ce procédé est tel que: - la réticulation consiste à cuire l'ébauche expansible ou expansée (5a) dans un bain (6) de fluide en surpression contenu à l'intérieur d'une enceinte (21), de manière que l'ébauche (5a) interagisse avec le bain (6) indépendamment de l'enceinte (21), la température du bain (6) comprenant une valeur maximale comprise entre 110 °C et 210 °C et la pression absolue dudit bain (6) comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 14 bars, et que - l'expansion consiste à cuire l'ébauche réticulable ou réticulée (5a, 5b) dans le bain (6), la température du bain (6) comprenant une valeur maximale comprise entre 110 °C et 210 °C, et la pression absolue du bain (6) comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 5 bars et une valeur finale de détente sensiblement égale à 1 bar, pour l'expansion de l'ébauche (5a, 5b) de manière que son augmentation de volume soit illimitée vis-à-vis de l'enceinte (21).



### ABREGE

La présente invention concerne notamment un procédé de réticulation/ expansion d'au moins une ébauche réticulable et expansible (5a), destinée à constituer tout ou partie d'un appui de sécurité élastomère (5c) à cellules fermées pour pneumatique. Ce procédé est tel que:

- la réticulation consiste à cuire l'ébauche expansible ou expansée (5a) dans un bain (6) de fluide en surpression contenu à l'intérieur d'une enceinte (21), de manière que l'ébauche (5a) interagisse avec le bain (6) indépendamment de l'enceinte (21), la température du bain (6) comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C et la pression absolue dudit bain (6) comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 14 bars, et que

- l'expansion consiste à cuire l'ébauche réticulable ou réticulée (5a, 5b) dans le bain (6), la température du bain (6) comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C, et la pression absolue du bain (6) comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 5 bars et une valeur finale de détente sensiblement égale à 1 bar, pour l'expansion de l'ébauche (5a, 5b) de manière que son augmentation de volume soit illimitée vis-à-vis de l'enceinte (21).

PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE RÉTICULATION/EXPANSION D'UNE  
ÉBAUCHE D'APPUI DE SÉCURITÉ POUR PNEUMATIQUE ET  
APPUI OBTENU PAR CE PROCÉDÉ

10 La présente invention concerne un procédé d'expansion d'au moins une ébauche réticulable ou réticulée qui est destinée à constituer à l'état réticulé et expansé tout ou partie d'un appui de sécurité élastomère de structure cellulaire à cellules fermées, ledit appui étant destiné à être monté sur une jante de roue à l'intérieur d'une enveloppe de pneumatique. L'invention concerne également un procédé de réticulation et d'expansion de ladite ou de chaque ébauche, un dispositif pour la mise en oeuvre dudit procédé d'expansion ou de réticulation/ expansion, et enfin un tronçon d'appui réticulé et expansé et un tel appui qui sont obtenus par ce procédé.

Les appuis de sécurité selon l'invention sont utilisables pour équiper des pneumatiques d'engins ou de véhicules de type deux roues, automobiles ou poids-lourds, par exemple.

L'utilisation d'appuis de sécurité élastomères à cellules fermées est bien connue, pour des pneumatiques de compétition destinés à évoluer sur des parcours accidentés de type « rallye-raid ».

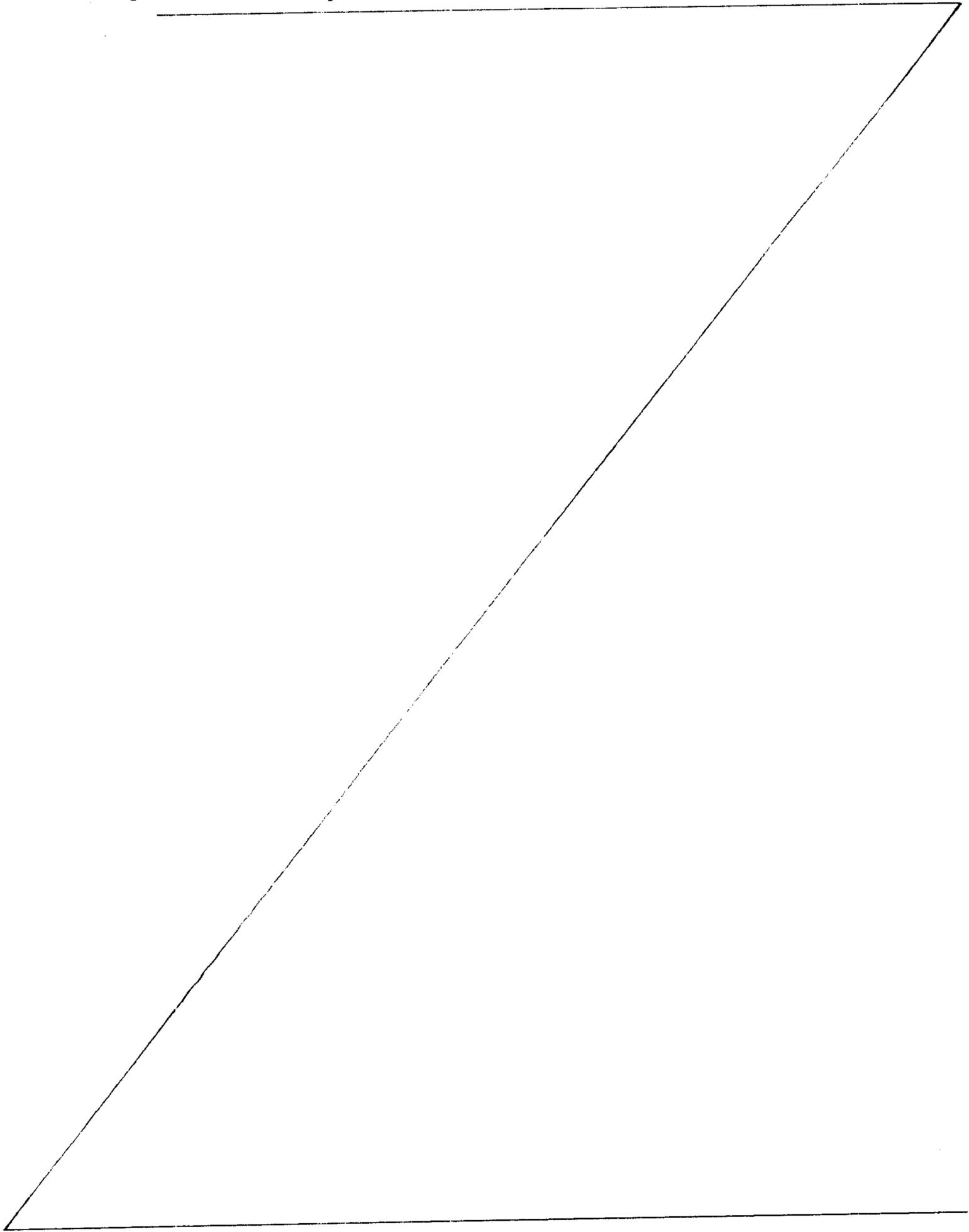
20 Ces appuis cellulaires, usuellement de forme sensiblement torique, sont censés permettre le roulage suite à une chute de pression significative sur une distance dépendant notamment des conditions plus ou moins sévères caractérisant ce roulage, suite à une perforation de l'enveloppe de pneumatique, par exemple.

De tels appuis sont généralement obtenus par extrusion d'une composition de caoutchouc réticulable et expansible ayant été soumise à un travail thermo-mécanique pour l'obtention d'une ébauche, puis par réticulation et expansion de l'ébauche, l'expansion ayant pour origine la décomposition thermique d'un agent de gonflement initialement présent dans la composition de caoutchouc.

30 Plus précisément, dans une première étape de travail thermo-mécanique, on procède à un malaxage de la composition de caoutchouc, laquelle comprend notamment un élastomère diénique tel que du caoutchouc butyl (copolymère d'isoprène et d'isobutylène), une charge renforçante telle que du noir de carbone, un agent de gonflement pour permettre l'obtention ultérieure de la structure cellulaire expansée et un système de réticulation.

1a

Dans une seconde étape de façonnage, on procède à une extrusion de la composition de caoutchouc obtenue au terme de la première étape pour l'obtention d'une ébauche d'appui réticulable et expansible de forme prédéterminée.



Dans une troisième étape réalisée en étuve, on procède à un préchauffage de l'ébauche ainsi obtenue, à une température usuellement comprise entre 70° C et 100 ° C.

Dans une quatrième étape réalisée dans un moule, on procède à une réticulation au moins partielle de l'ébauche préchauffée, à une température usuellement comprise entre 130°  
5 C et 150° C.

Dans une cinquième étape réalisée en étuve, on soumet l'ébauche démoulée à une expansion, à la pression atmosphérique et à une température usuellement comprise entre 130° C et 150° C.

On obtient ainsi un appui réticulé et expansé.

10

Le document de brevet français FR-A-2 095 535 décrit un procédé pour faire mousser et durcir une matière élastomère de remplissage, telle que du polyisoprène, du diméthyl-  
méthylvinyl polysiloxane ou du polybutadiène, à l'intérieur d'un ensemble monté constitué  
15 par une enveloppe de pneumatique préalablement vulcanisée qui est montée sur une jante de  
roue. Cette matière de remplissage est destinée à équiper des pneumatiques destinés à des  
véhicules de type poids-lourds, et le but principal recherché est de minimiser l'oxydation  
superficielle dans le corps de l'enveloppe vulcanisée.

Ce but est atteint dans ce document par la mise en oeuvre d'un procédé consistant à  
chauffer à l'intérieur d'un four l'ensemble monté au moyen de vapeur d'eau saturée à une  
20 température d'environ 149° C puis, soit à retirer l'ensemble monté du four soit à réaliser dans  
celui-ci plusieurs cycles de chauffage suivi d'une suppression de la vapeur d'eau à l'intérieur  
du four, pour permettre le gonflement de la matière de remplissage.

On notera que cet ensemble monté est destiné à former une enceinte de type moule  
pour la matière de remplissage qu'il contient, du fait que la mousse en cours de gonflement  
25 appuie sur la paroi de cet ensemble monté.

On notera également que la mousse qui appuie sur la paroi de l'ensemble monté est le  
siège de réactions chimiques locales à l'emplacement de cette paroi (jante ou enveloppe), ce  
qui induit une hétérogénéité de structure pour la mousse finalement formée.

Les procédés de réticulation/ expansion traditionnels qui utilisent un moule pour la réticulation présentent un inconvénient majeur, qui est lié aux caractéristiques de densité des appuis réticulés et expansés obtenus. En effet, les appuis réticulés et expansés qui sont obtenus par ces procédés avec moule sont généralement caractérisés par une couche  
5 intermédiaire présentant une densité nettement supérieure (usuellement selon un rapport de 1,5) à celle du coeur ou centre de l'appui. On a représenté schématiquement à la Fig. 5 annexée à la présente description une vue en section transversale d'un tel appui présentant, radialement vers l'intérieur de sa surface externe (à l'emplacement de laquelle se trouve une couche superficielle ou peau A de l'appui), cette couche intermédiaire B et ledit coeur C.

10 Or, l'expérience montre que ce gradient de densité est à l'origine d'une propagation accrue vers le coeur de l'appui des déformations qui sont imposées à ce dernier en roulage à pression nulle, ce qui conduit à un échauffement interne également accru de l'appui, pouvant provoquer sa destruction dans un délai de roulage relativement bref.

15 Le but de la présente invention est de proposer un procédé d'expansion d'au moins une ébauche partiellement réticulée qui est destinée à constituer à l'état réticulé et expansé tout ou partie d'un appui de sécurité élastomère de structure cellulaire à cellules fermées, ledit ou chaque appui étant destiné à être monté sur une jante de roue à l'intérieur d'une enveloppe de pneumatique, qui permette de remédier à l'inconvénient précité en relation avec l'utilisation  
20 d'un moule pour la réticulation.

A cet effet, un procédé d'expansion selon l'invention est tel qu'il consiste à cuire ladite ou chaque ébauche dans un bain de fluide en surpression contenu à l'intérieur d'une enceinte, la température dudit bain comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C,  
25 et la pression absolue dudit bain comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 5 bars et une valeur finale de détente sensiblement égale à 1 bar, pour l'expansion de ladite ou de chaque ébauche de telle manière que l'augmentation de volume de celle-ci soit illimitée vis-à-vis de ladite enceinte.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, ce procédé d'expansion consiste à faire varier d'une manière discrète ou continue ladite pression absolue dudit fluide entre une valeur maximale inférieure ou égale à 26 bars et une valeur inférieure à ladite valeur maximale.

5 Selon l'invention, ce procédé d'expansion consiste à utiliser un fluide liquide, tel que de l'eau, ou gazeux, tel que de l'air chaud, de la vapeur d'eau ou de l'azote, pour cuire ladite ou chaque ébauche.

Selon une caractéristique optionnelle de l'invention, ce procédé d'expansion consiste à refroidir ledit bain à une température inférieure ou égale à 100° C et à une pression absolue comprise entre 1 bar et 26 bars, suite à la cuisson de ladite ou de chaque ébauche.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, ce procédé d'expansion consiste à cuire dans ledit bain plusieurs ébauches de formes linéaires et/ou incurvées.

On notera que les appuis ou parties d'appuis ainsi obtenus peuvent présenter des formes et des dimensions variables en fonction des applications recherchées.

15 La présente invention a également pour objet un procédé de réticulation et d'expansion d'au moins une ébauche réticulable et expansible qui est destinée à constituer à l'état réticulé et expansé tout ou partie d'un appui de sécurité élastomère de structure cellulaire à cellules fermées, ledit appui étant destiné à être monté sur une jante de roue à l'intérieur d'une enveloppe de pneumatique.

20 Ce procédé de réticulation et d'expansion selon l'invention permet également de pallier l'inconvénient précité en relation avec les appuis réticulés et expansés, inconvénient provenant de l'utilisation d'un moule pour la réticulation, et il est tel que:

25 - ladite réticulation consiste à cuire ladite ou chaque ébauche expansible ou expansée dans un bain de fluide en surpression contenu à l'intérieur d'une enceinte, de telle manière que ladite ou chaque ébauche interagisse avec ledit bain indépendamment de ladite enceinte, la température dudit bain comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C et la pression absolue dudit bain comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 14 bars , et en ce que

30 - ladite expansion consiste à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable ou réticulée à un procédé d'expansion selon l'invention tel que défini ci-dessus.

On notera que l'on entend dans la présente description par ébauche réticulable une ébauche pouvant être encore réticulée, indépendamment de traitements thermiques antérieurs ayant pu provoquer un début de réticulation. Par conséquent, est par exemple considérée  
5 comme réticulable une ébauche ayant été soumise au préalable à un traitement thermique impliquant une réticulation superficielle. Ce traitement thermique peut avoir consisté en un préchauffage en étuve d'une ébauche extrudée et/ ou en l'opération même de façonnage d'une ébauche, dans le cas où il s'agit d'un moulage par injection ou par transfert, par exemple.

On notera également que ce procédé de réticulation et d'expansion selon l'invention  
10 permet de s'affranchir de la géométrie torique de l'ébauche qui est traditionnellement imposée par l'utilisation d'un moule, et qu'il permet également d'obtenir des appuis ou parties d'appuis réticulés et expansés présentant des géométries complexes qui seraient difficilement démoulables dans des conditions satisfaisantes, tels que des rainures et/ou des lobes et/ou des évidements dans l'une quelconque des directions de l'appui ou de la partie d'appui, par  
15 exemple.

On notera également que cette opération de réticulation/ expansion sans moule pour la réticulation permet d'obtenir des appuis ou parties d'appuis ne présentant pas de plan de joint, ce qui ne fragilise pas l'appui ou la partie d'appui correspondants.

20 Selon un mode de réalisation de l'invention, ce procédé de réticulation et d'expansion peut consister:

- dans une première étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable et expansible à ladite réticulation pour l'obtention d'une ébauche pratiquement réticulée et expansible, puis

25 - dans une seconde étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche pratiquement réticulée et expansible obtenue suite à ladite première étape à ladite expansion, pour l'obtention de tout ou partie dudit appui de sécurité réticulé et expansé correspondant.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, ce procédé de réticulation et  
30 d'expansion peut consister:

- dans une première étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable et expansible à ladite expansion pour l'obtention d'une ébauche réticulable et pratiquement expansée, puis

5 - dans une seconde étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable et pratiquement expansée à ladite réticulation pour l'obtention de tout ou partie dudit appui de sécurité réticulé et expansé correspondant.

Avantageusement, le procédé de réticulation et d'expansion selon l'invention consiste à utiliser une ou plusieurs ébauches qui sont chacune à base d'un copolymère d'isoprène et d'isobutylène (caoutchouc butyle ou IIR).

Cet élastomère présente notamment une perméabilité réduite à l'air.

Selon d'autres exemples de réalisation, on pourrait également utiliser pour la ou les ébauches les versions halogénées de ce copolymère, en particulier halogénée ou bromée (caoutchoucs BIIR ou CIIR, respectivement caoutchoucs bromobutyl et chlorobutyl), des copolymères de diènes et d'alpha-oléfines, par exemple des terpolymères d'éthylène, de propylène et d'un diène (EPDM), le polychloroprène (CR), encore un coupage de caoutchouc naturel (NR) et de polybutadiène (BR) selon des proportions sensiblement identiques.

Selon un exemple de réalisation de l'invention, un dispositif de cuisson selon l'invention pour la mise en oeuvre dudit procédé de réticulation et d'expansion, du type comprenant une enceinte qui est pourvue d'au moins une ouverture pour l'introduction et l'extraction de ladite ou chaque ébauche, de moyens de réception de ladite ou de chaque ébauche, de moyens de remplissage de ladite enceinte en fluide liquide ou gazeux, et de moyens de chauffage et de mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite

25 enceinte,

est tel que ladite enceinte comporte:

- un compartiment d'introduction pourvu à son entrée d'une ouverture pour l'introduction dans ledit compartiment d'une unité d'ébauches réticulables et expansibles en vue de sa cuisson, ladite ouverture d'introduction étant pourvue d'un moyen pour son

30 obturation,

- un compartiment de cuisson prévu en aval dudit compartiment d'introduction et pourvu à son entrée d'une première cloison mobile pour sa mise en communication avec ledit compartiment d'introduction, ledit compartiment de cuisson étant destiné à contenir ledit fluide chauffé et sous pression pour l'obtention d'une unité d'ébauches réticulées et expansibles, et

- un compartiment d'extraction prévu en aval dudit compartiment de cuisson, pourvu à son entrée d'une seconde cloison mobile pour sa mise en communication avec ledit compartiment de cuisson et à sa sortie d'une ouverture à la pression atmosphérique pour l'obtention d'une unité d'ébauches réticulées et expansées et leur extraction de ladite enceinte, ladite ouverture d'extraction étant pourvue d'un moyen pour son obturation,

- des moyens pour transférer en alternance ledit fluide en surpression dudit compartiment d'extraction vers ledit compartiment d'introduction, et dudit compartiment d'introduction vers ledit compartiment d'extraction.

On notera que ces compartiments permettent de réticuler et d'expanser des unités d'ébauches en régime continu, en incluant un déplacement automatisé de chaque unité à l'intérieur d'un même compartiment et/ ou d'un compartiment à un autre, grâce aux ouvertures et cloisons mobiles précitées.

En effet, ces cloisons et ouvertures permettent, lorsqu'elles sont en position fermée, de former des sas à l'emplacement des compartiments d'introduction et d'extraction et, lorsque lesdites ouvertures sont en position fermée et lesdites cloisons en position ouverte, à l'un ou l'autre desdits compartiments d'introduction et d'extraction (qui est alors rempli de fluide) de former en alternance un équilibre de pression avec le compartiment contigu de cuisson qui quant à lui est rempli de fluide en continu.

On notera également que l'expansion volumique totale des ébauches est obtenue dans ledit compartiment d'extraction lorsque la pression absolue dans ce compartiment est à nouveau rendue égale à la pression atmosphérique (par l'intermédiaire de ladite ouverture d'extraction qui est alors en position ouverte, formant ainsi un équilibre de pression avec l'air ambiant).

On notera par ailleurs que ce dispositif de réticulation/ expansion selon l'invention peut être avantageusement intégré à un procédé global de fabrication d'appuis ou de tronçons d'appuis mis en oeuvre en régime continu, c'est-à-dire directement en aval des postes de façonnage, par exemple par extrusion ou par injection, et de préchauffage des ébauches  
5 façonnées en étuve.

Bien entendu, un dispositif de cuisson selon l'invention peut comporter tous moyens automatisés appropriés pour la commande et le contrôle de paramètres du procédé d'expansion/ réticulation tels que la température, la pression et le débit d'eau de cuisson, notamment.

10

Selon un autre exemple de réalisation de l'invention, un dispositif de cuisson pour la mise en oeuvre dudit procédé de réticulation et d'expansion, qui est du type comprenant une enceinte qui est pourvue de moyens pour l'introduction et l'extraction de ladite ou chaque ébauche, d'un moyen de réception de ladite ou de chaque ébauche, de moyens de remplissage  
15 de ladite enceinte en fluide liquide ou gazeux, et de moyens de chauffage et de mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte,

est tel que ladite enceinte est pourvue d'une pluralité de moyens de réception respectivement prévus pour recevoir plusieurs ébauches, lesdits moyens de réception étant montés adjacents les uns aux autres sur une conduite destinée au remplissage en fluide de  
20 ladite enceinte et s'étendant à l'intérieur de celle-ci.

Selon une autre caractéristique de cet exemple de réalisation, ladite enceinte comporte une conduite de sortie reliée à des moyens de mise en circulation dudit fluide en direction desdits moyens de remplissage de l'enceinte.

25

Selon un autre exemple de réalisation de l'invention, un dispositif de cuisson pour la mise en oeuvre dudit procédé de réticulation et d'expansion, du type comprenant une enceinte qui est pourvue d'au moins une ouverture pour l'introduction et l'extraction de ladite ou chaque ébauche, de moyens de réception de ladite ou de chaque ébauche, de moyens de remplissage de ladite enceinte en fluide liquide ou gazeux, et de moyens de chauffage et de  
30 mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte, est tel que:

- lesdits moyens de remplissage de l'enceinte sont constitués d'une conduite débouchant sur une ouverture de ladite enceinte, ladite conduite étant pourvue d'un moyen coulissant d'une manière étanche sur la face interne de sa paroi pour la mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte, cette conduite étant également adaptée pour  
5 permettre la vidange de ladite enceinte, et que

- lesdits moyens de chauffage dudit fluide sont montés autour de ladite enceinte et de ladite conduite.

On notera que dans cet exemple de réalisation, le moyen coulissant pour mettre  
10 l'intérieur de l'enceinte sous pression peut être de type piston, et que lesdits moyens de chauffage peuvent par exemple comporter un serpentin parcouru par un fluide caloporteur, ou une résistance électrique.

Quant au fluide utilisable dans cet exemple de réalisation, il est de préférence constitué d'un liquide, le point d'ébullition de ce liquide se situant au-delà de la température utilisée  
15 pour la cuisson, laquelle peut varier de 110° C à 210° C.

On pourrait toutefois utiliser un gaz, à la condition d'utiliser un gaz dont le poids relatif par rapport à l'air soit adapté pour permettre la mise sous pression de ladite enceinte à partir de ladite conduite de remplissage/ vidange.

20 Un tronçon d'appui de sécurité selon l'invention, ou un tel appui également selon l'invention, sont obtenus par le procédé de réticulation/ expansion précité, ledit tronçon étant constitué d'une composition de caoutchouc réticulée et expansée présentant une structure cellulaire à cellules fermées.

Avantageusement, ces tronçons ou ces appuis réticulés et expansés selon l'invention  
25 peuvent chacun comprendre, radialement vers l'intérieur de leur surface externe, une couche intermédiaire dont l'épaisseur est comprise entre 5 % et 30 % de la plus petite dimension d'une section transversale dudit tronçon ou dudit appui et dont la densité est inférieure à celle du coeur dudit tronçon ou dudit appui.

On notera que ce gradient de densité ne pourrait pas être obtenu par les procédés usuels précités, c'est-à-dire avec une réticulation dans un moule suivie d'une expansion à pression atmosphérique.

5 Cette couche intermédiaire de basse densité permet de minimiser l'échauffement interne de l'appui en roulage à pression nulle.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les tronçons ou les appuis réticulés et expansés obtenus présentent chacun une densité maximale en une couche superficielle à l'emplacement de leur surface externe, radialement à l'extérieur de ladite couche intermédiaire.

10 On notera que cette couche superficielle, qui présente une densité élevée proche de celle de l'ébauche correspondante non expansée, confère à l'appui ou au tronçon d'appui une résistance de surface qui est adaptée, d'une part, au montage direct sur la jante et, d'autre part, aux contacts répétés avec les reliefs de la face interne d'une enveloppe de pneumatique.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, les appuis ou tronçons réticulés et expansés obtenus présentent chacun une densité moyenne comprise entre 0,04 et 0,4 et, par exemple, sensiblement égale à 0,13.

20 On notera qu'une densité moyenne proche de 0,04 permet de disposer d'un appui caractérisé par un amortissement satisfaisant des chocs et par un échauffement interne minimisé. Un tel appui est particulièrement destiné à équiper des pneumatiques de type rallye-raid pour un usage temporaire.

Une densité moyenne proche de 0,4 permet conférer une rigidité structurelle élevée à l'appui correspondant, qui est particulièrement destiné à équiper des pneumatiques portant de lourdes charges.

25 Quant à une densité moyenne proche de 0,13, elle permet de conférer au coeur de l'appui correspondant une rigidité suffisante, par exemple pour minimiser les déformations de l'appui en roulage imposées par la force centrifuge, lorsque le pneumatique est sous pression de gonflage et lorsque la base de l'appui est solidarisée avec la jante, par exemple par l'intermédiaire d'une armature ou d'un autre agent de liaison avec la jante. Un tel appui est  
30 particulièrement destiné à équiper des pneumatiques de type automobile.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les diamètres respectifs desdites cellules varient en moyenne de 0,1 mm à 2 mm, sur une section transversale dudit appui ou tronçon.

5           Avantageusement, ledit tronçon ou ledit appui réticulés et expansés sont chacun à base d'un copolymère d'isoprène et d'isobutylène.

          Selon un exemple de réalisation de l'invention, ledit tronçon ou ledit appui réticulés et expansés comprennent chacun, à titre de charge renforçante, un coupage de 10 à 30 pce de silice et de 10 à 30 pce de noir de carbone (pce: parties en poids pour cent parties  
10 d'élastomère(s)).

          La silice pouvant être utilisée peut être toute silice renforçante connue de l'homme du métier, notamment toute silice précipitée ou pyrogénée présentant une surface BET ainsi qu'une surface spécifique CTAB toutes deux inférieures à 450 m<sup>2</sup>/g, même si les silices précipitées hautement dispersibles sont préférées.

15           Dans le présent exposé, la surface spécifique BET est déterminée de manière connue, selon la méthode de Brunauer-Emmet-Teller décrite dans "The Journal of the American Chemical Society" Vol. 60, page 309, février 1938 et correspondant à la norme AFNOR-NFT-45007 (novembre 1987) ; la surface spécifique CTAB est la surface externe déterminée selon la même norme AFNOR-NFT-45007 de novembre 1987.

20           Par silice hautement dispersible, on entend toute silice ayant une aptitude très importante à la désagglomération et à la dispersion dans une matrice élastomère, observable de manière connue par microscopie électronique ou optique, sur coupes fines. Comme exemples non limitatifs de telles silices hautement dispersibles préférentielles, on peut par exemple citer la silice Ultrasil VN3 de la société Degussa, ainsi que les silices Zeosil 1165  
25 MP et 1115 MP de la société Rhodia.

          Bien entendu on entend également par silice des mélanges de différentes silices, en particulier de silices hautement dispersibles telles que décrites ci-dessus.

          Comme noirs de carbone conviennent tous les noirs de carbone, notamment les noirs du type HAF, ISAF, SAF, conventionnellement utilisés dans les pneumatiques et  
30 particulièrement dans les bandes de roulement des pneumatiques. A titre d'exemples non

limitatifs de tels noirs, on peut citer les noirs N115, N134, N234, N339, N347, N375. La fraction massique de noir de carbone présent dans la charge renforçante peut varier dans de larges limites, cette quantité allant préférentiellement de 40 % à 60 %, pour une fraction massique de silice allant de 60 % à 40 %.

5

Selon un exemple de réalisation de l'invention, l'appui ou tronçon d'appui, qui comporte une base destinée à être montée sur ladite jante de roue et un sommet destiné à appuyer sur la bande de roulement de ladite enveloppe de pneumatique suite à une chute de pression à l'intérieur de celle-ci, est tel qu'il présente au moins une rainure longitudinale s'étendant sur ledit sommet sensiblement au droit de ce dernier, dans la direction de la longueur dudit appui ou tronçon d'appui.

10

Selon un autre exemple de réalisation de l'invention, l'appui ou tronçon d'appui est tel qu'il présente au moins un évidement longitudinal dans sa masse, qui s'étend dans la direction de la longueur dudit appui ou tronçon d'appui.

15

On notera que ces deux exemples de profils d'appuis ou de tronçons d'appuis, qui peuvent être obtenus grâce au procédé de réticulation/ expansion selon l'invention, ne peuvent pas être obtenus dans des conditions satisfaisantes au moyen des procédés traditionnels utilisant un moule pour la réticulation. En effet, ces profils particuliers rendent l'opération de démoulage particulièrement malaisée.

20

Les caractéristiques précitées de la présente invention, ainsi que d'autres, seront mieux comprises à la lecture de la description suivante de plusieurs exemples de réalisation de l'invention, donnés à titre illustratif et non limitatif, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels:

25

la Fig. 1 est un schéma illustrant un exemple de dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de réticulation/ expansion selon l'invention,

les Figs. 2 et 3 sont des vues schématiques en coupe illustrant un autre exemple de réalisation d'un dispositif de cuisson pour la mise en oeuvre de procédé de réticulation/ expansion selon l'invention dans deux positions de fonctionnement, respectivement,

la Fig. 4 est une vue schématique en coupe partielle d'un autre exemple de réalisation d'un dispositif de cuisson selon l'invention pour la mise en oeuvre de ce procédé, et

la Fig. 5 est une vue schématique en coupe d'un appui obtenu par le procédé de réticulation/ expansion selon l'invention.

5

Un dispositif de cuisson selon la Fig. 1 comporte une enceinte 1 qui est pourvue d'au moins une ouverture 2, 3 pour l'introduction et l'extraction d'unités 4 comprenant plusieurs ébauches 5a, 5b, de moyens de réception de chaque ébauche 5a, 5b, de moyens de remplissage de ladite enceinte 1 en fluide 6 liquide ou gazeux, et de moyens de chauffage et de mise sous  
10 pression du fluide 6 contenu à l'intérieur de ladite enceinte qui sont commandés par des moyens de commande (ces moyens de réception, de remplissage, de chauffage/ mise sous pression et de commande ne sont pas représentés pour des raisons de clarté).

L'enceinte 1 de la Fig. 1 comporte:

- un compartiment d'introduction 7 pourvu à son entrée d'une ouverture 2 pour  
15 l'introduction d'une unité 4 d'ébauches 5a réticulables et expansibles, ladite ouverture d'introduction 2 étant pourvue d'un moyen 2a pour permettre sa libération ou son obturation (cette ouverture 2 est représentée en position obturée à la Fig. 1),

- un compartiment de cuisson 8 prévu en aval du précédent et pourvu à son entrée  
20 d'une première cloison mobile 9 pour sa mise en communication avec ledit compartiment d'introduction 7 (cette cloison 9 est représentée en position de cloisonnement étanche à la Fig. 1). Ce compartiment de cuisson 8 est destiné à contenir ledit fluide 6 chauffé et sous pression pour l'obtention d'au moins une unité 4 d'ébauches réticulées et expansibles 5b (dans l'exemple simplement illustratif de la Fig. 1, le compartiment 8 est destiné à recevoir deux unités 4),

25 - un compartiment d'extraction 10 prévu en aval du précédent, qui est destiné à recevoir une unité 4 desdites ébauches réticulées et expansibles 5b. Ce compartiment 10 est pourvu à son entrée d'une seconde cloison mobile 11 pour sa mise en communication avec ledit compartiment de cuisson 8 (cette cloison 11 est également représentée en position de cloisonnement étanche à la Fig. 1), et à sa sortie d'une ouverture 3 pour l'extraction de ladite  
30 enceinte 1 d'une unité 4 d'ébauches réticulées et expansées 5c, ladite ouverture d'extraction 3

(représentée en position ouverte à la Fig. 1) étant pourvue d'un moyen 3a pour sa libération ou son obturation, et

- des moyens 12 pour transférer en alternance le fluide 6 en surpression du compartiment d'extraction 10 vers le compartiment d'introduction 7, et vice versa (on a représenté un organe 12a de mise en mouvement du fluide 6 à la Fig. 1, par exemple constitué d'une pompe).

L'opération de réticulation, qui est réalisée dans le compartiment de cuisson 8, consiste à cuire chaque unité 4 d'ébauches réticulables et expansibles 5a dans un bain de fluide 6 en surpression, de manière que chaque ébauche interagisse avec ledit bain 6 indépendamment du compartiment 8, la température dudit bain 6 comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C et la pression absolue dudit bain 6 comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 14 bars.

Quant à l'opération d'expansion, elle est initiée dans le compartiment de cuisson 8 lors de la réticulation (l'agent de gonflement présent dans chaque ébauche 5a se décomposant, ce qui initie la germination des cellules), mais l'expansion (au sens usuel d'augmentation de volume, qui est attribué à ce terme dans la présente description) n'a effectivement lieu que dans le compartiment d'extraction 10, lorsque celui-ci est dépourvu du fluide 6 et se trouve rendu à la pression atmosphérique.

Plus précisément, la température dudit bain 6 dans le compartiment de cuisson 8 comprend une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C, et la pression absolue dudit bain 6 comprend au moins une valeur égale ou supérieure à 5 bars.

Toujours selon l'invention, l'expansion de chaque ébauche réticulée 5b, qui se produit à une valeur finale de détente de la pression absolue à 1 bar, est réalisée de telle manière que l'augmentation de volume de chaque ébauche 5b soit illimitée vis-à-vis du compartiment d'extraction 10, pour donner l'appui ou partie d'appui réticulé et expansé 5c correspondant.

Ce dispositif peut fonctionner en régime continu, avantageusement directement en aval des postes de façonnage des ébauches (par exemple constitués d'extrudeuses) et des postes de

préchauffage en étuve des ébauches façonnées, en reproduisant dans le temps le cycle d'opérations suivantes.

On extrait du compartiment d'extraction 10 une unité 4 d'appuis ou parties d'appuis réticulés et expansés 5c de rang  $\underline{n}$ , puis on actionne la cloison 11 en position de  
5 décloisonnement pour remplir de fluide 6 ce compartiment 10 dont l'ouverture 3 a été obturée, de sorte à pouvoir déplacer d'un rang chaque unité 4 contenue dans l'enceinte 1. L'unité de rang  $\underline{n} + 1$  d'ébauches réticulées et expansibles 5b se trouve ainsi dans ledit compartiment 10, en vue de son expansion.

On introduit parallèlement une unité 4 de rang supérieur ( $\underline{n} + 3$  dans l'exemple de la  
10 Fig. 1) dans le compartiment d'introduction 7, préalablement ouvert à la pression atmosphérique, puis on obture ensuite l'ouverture 3 du compartiment 10 pour transférer vers le compartiment 7 le fluide 6 contenu dans le compartiment d'extraction 10, comme cela est indiqué par la flèche A de la Fig. 1 (la cloison 11 du compartiment 10 ayant été préalablement actionnée en position de cloisonnement).

15 On ouvre ensuite l'ouverture 3 du compartiment 10, pour permettre l'expansion des ébauches 5b de l'unité 4 de rang  $\underline{n} + 1$ , du fait de l'équilibre à la pression atmosphérique, puis on procède à l'extraction des ébauches 5c réticulées et expansées de cette unité.

Parallèlement, on déplace d'un rang comme indiqué précédemment les unités 4 au sein de l'enceinte 1, l'équilibre en pression entre les compartiment 7 et 8, d'une part, et 8 et 10,  
20 d'autre part, rendant possible ce déplacement (la flèche B de la Fig. 1 illustre le transfert du fluide 6 du compartiment 7 vers le compartiment 10), et ainsi de suite.

On a représenté aux Figs. 2 et 3 un autre exemple de réalisation d'un dispositif de cuisson selon l'invention pour la réticulation/ expansion d'une unité 4 d'ébauches 5a.

25 Ce dispositif de cuisson comporte une ouverture 2, pour l'introduction d'une unité 4 d'ébauches réticulables et expansibles 5a (voir Fig. 2) et pour l'extraction de l'unité 4 correspondante des appuis ou parties d'appuis 5c réticulés et expansés, lesquels sont représentés en pointillés à la Fig. 3 (au terme de l'opération d'expansion). Ce dispositif comporte également des moyens de remplissage de l'enceinte 1 qui sont constitués d'une  
30 conduite 13 débouchant sur une ouverture 14 de ladite enceinte 1.

La conduite 13 est pourvue d'un moyen 15 coulissant d'une manière étanche sur la face interne de sa paroi pour la mise sous pression du fluide 6 contenu à l'intérieur de ladite enceinte 1 (voir la flèche C à la Fig. 3, dans laquelle l'ouverture 2 a été refermée pour le remplissage de l'enceinte 1 par le fluide 6). Ce moyen 15 est par exemple de type piston.

5 Le fluide 6 utilisable dans cet exemple de réalisation est de préférence constitué d'un liquide, le point d'ébullition de ce liquide se situant au-delà de la température utilisée pour la réticulation/ expansion, laquelle peut varier de 110° C à 210° C.

De plus, la conduite 13 est également adaptée pour permettre la vidange de ladite enceinte 1.

10 Ce dispositif de cuisson comporte également des moyens de chauffage 16 du fluide 6 qui sont montés autour de ladite enceinte 1 et de ladite conduite 13. Ces moyens de chauffage 16 peuvent être constitués d'un serpentin parcouru par un fluide caloporteur, ou d'une résistance électrique.

15 Bien entendu, le dispositif de cuisson des Figs. 2 et 3 comporte des moyens de réception des ébauches 5a à l'intérieur de l'enceinte 1, ainsi que des moyens de commande des paramètres de pression et de température.

Un autre exemple de dispositif de cuisson selon l'invention est représenté à la Fig. 4.

20 Ce dispositif est essentiellement constitué d'une enceinte 21 qui est pourvue d'une conduite d'entrée de fluide 23 (voir flèche D) débouchant à l'intérieur de l'enceinte 21 par son extrémité 23a, ladite conduite 23 étant reliée à un circuit de chauffage et de mise sous pression du bain 6 de fluide contenu dans l'enceinte 21, et d'une conduite de sortie de fluide distincte de ladite conduite d'entrée 23 (ce circuit de chauffage/ mise sous pression et ladite conduite de sortie ne sont pas représentés).

25 Bien entendu, ce dispositif comporte également des moyens pour introduire des ébauches réticulables et expansibles 5a à l'intérieur de l'enceinte 21, ainsi que pour extraire les appuis ou parties d'appuis 5c réticulés et expansés correspondants.

30 Dans l'exemple de réalisation de la Fig. 4, la conduite d'entrée 23 est adaptée pour supporter à intervalles de hauteur réguliers des plateaux 25 qui sont chacun destinés à recevoir une ébauche 5a, en vue de la réticulation/ expansion de celle-ci.

On a représenté à la Fig. 4 des ébauches 5a de forme globalement torique, cependant on notera que chaque plateau 25 pourrait recevoir des ébauches 5a présentant une forme quelconque, par exemple linéaire, en vue d'obtenir des tronçons linéaires d'appuis en lieu et place d'appuis toriques.

5 Chaque plateau 25 est pourvu de moyens 26 pour centrer l'ébauche 5a correspondante lors de sa mise en place. Dans l'exemple de la Fig. 4, ces moyens 26 sont constitués d'une cale de centrage autour de laquelle l'ébauche 5a est destinée à être positionnée.

10 Chacun des deux exemples de dispositif selon l'invention qui viennent d'être décrits, d'une part, en relation avec les Figs. 2 et 3 et, d'autre part, en relation avec la Fig. 4, fonctionnent de la manière suivante.

A l'instar de ce qui a été décrit en relation avec la Fig. 1, l'opération de réticulation consiste à cuire les ébauches réticulables et expansibles 5a dans le bain 6 de fluide en surpression, de manière que chaque ébauche interagisse avec ledit bain 6 indépendamment des  
15 parois de l'enceinte 1, 21. Plus précisément, la température du bain 6 comprend une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C et sa pression absolue comprend au moins une valeur égale ou supérieure à 14 bars.

Quant à l'opération d'expansion, elle est initiée dans ledit bain 6 à condition que la température de celui-ci comprenne une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C, et  
20 que sa pression absolue comprenne au moins une valeur égale ou supérieure à 5 bars, et l'augmentation de volume de l'ébauche 5a, résultat de l'expansion, se produit réellement après que celle-ci se retrouve à la pression atmosphérique par ouverture de l'enceinte 1, 21 (voir les appuis 5c en pointillés aux Figs. 3 et 4).

Comme cela a été indiqué en relation avec la Fig. 1, on notera que cette expansion est  
25 illimitée vis-à-vis des parois de l'enceinte 1, 21.

Concernant le dispositif de cuisson de la Fig. 4, on notera que la cuisson dans le bain 6 peut être avantageusement mise en oeuvre avec un flux de fluide continu, du fait de la circulation permanente du fluide de ladite conduite de sortie vers ladite conduite d'entrée 23.

**PREMIERE SERIE D'ESSAIS POUR LA RETICULATION/ EXPANSION:**

On a réalisé une pluralité d'essais, en utilisant pour les ébauches deux compositions de caoutchouc réticulables et expansibles qui sont toutes deux à base de caoutchouc butyl mais qui diffèrent essentiellement l'une de l'autre, en ce sens qu'une première composition A comprend une charge renforçante constituée de noir de carbone, alors qu'une seconde composition B comprend une charge renforçante constituée d'un coupage de noir de carbone et de silice.

Le tableau I ci-après détaille ces différences essentielles.

10

Tableau I: (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère).

Constituants introduits dans le mélangeur	Composition A (taux en pce)	Composition B (taux en pce)
Noir de carbone N683	40	20
Silice « Zeosil 1165 MP »	-	20
agent de gonflement (azobisformamide)	13	13

Chaque ébauche a été au préalable préchauffée au moyen d'air chaud dans une étuve électrique sans pression, pendant une durée de 70 minutes et à une température de 90° C.

L'opération de réticulation/ expansion a été réalisée en utilisant de l'eau à titre de fluide de cuisson.

On a utilisé un dispositif tel que celui décrit en relation avec la Fig. 4, de telle manière que le débit de circulation d'eau de ladite conduite de sortie vers ladite conduite d'entrée 23 soit maintenu à 15 litres d'eau par minute.

On a fait figurer dans le tableau II ci-après les conditions opératoires spécifiques qui sont relatives à chaque essai réalisé, avant la détente finale de l'espace intérieur de l'enceinte 21 à la pression atmosphérique pour réaliser l'expansion des ébauches réticulées.

En référence à un palier opératoire de durée prédéterminée (en minutes), sont indiquées les valeurs de pression relative dans l'enceinte 21 (en bars) et de température correspondantes (en ° C). Il en est de même pour l'étape de refroidissement finale.

Concernant la vidange de l'enceinte 21, qui permet de faire passer la pression à l'intérieur de celle-ci d'une valeur de surpression à la valeur finale de détente en vue de réaliser l'expansion des ébauches réticulées (pression atmosphérique), le débit de vidange est réglé de telle manière que le passage de ladite valeur ultime de surpression à la pression atmosphérique s'effectue en un temps suffisamment long, qui dans les essais réalisés est d'au moins 30 secondes.

10

Tableau II:

Essai	Composition réticulable et expansible	longueur ébauche (mm)	premier palier (bars, min., ° C.)	second palier (bars, min., ° C)	refroidissement (bars, min., ° C)
n° 1	A	412	12 - 90 - 142	-	12 - 20 - 20
n° 2	A	355	23 - 90 - 142	-	23 - 20 - 20
n° 3	A	275	23 - 50 - 142	-	23 - 10 - 20
n° 4	A	275	16 - 90 - 142	-	16 - 20 - 20
n° 5	A	275	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 6	A	275	16 - 90 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 7	A	275	23 - 60 - 142	12 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 8	B	275	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20

15

On a procédé à des analyses des appuis qui ont été obtenus au moyen de ces essais. Le tableau III ci-après rend compte des caractéristiques dimensionnelles et cellulaires des appuis obtenus.

Chacun de ces appuis réticulés et expansés est caractérisé, d'une part, par une couche intermédiaire B de quelques mm d'épaisseur radialement vers l'intérieur de sa surface externe et, d'autre part, par une couche superficielle A à l'emplacement de ladite externe (voir Fig. 5).

Concernant la mesure des tailles de cellules dans la couche centrale C de chaque appui, on a distingué les tailles à coeur et à mi-épaisseur.

Concernant la mesure des tailles de cellules dans la couche intermédiaire B (dernière colonne du tableau III), il s'agit de mesures de tailles maximales à 5 mm de la surface externe (couche superficielle A) de chaque appui.

Tableau III:

Appuis réticulés et expansés	largeur (mm)	hauteur (mm)	diamètres maxima des cellules à coeur (mm)	diamètres maxima des cellules à mi-épaisseur (mm)	diamètres maxima des cellules dans la couche B (mm)
n° 1 (2 appuis réalisés)	115 165	63 110	non mesurés	non mesurés	non mesurés
n° 2	182	123,5	0,2	0,2	0,3 - 0,5
n° 3	105	50	non mesurés	non mesurés	non mesurés
n° 4	190	130	0,3	0,3	0,5
n° 5	193	106	0,5	0,5	0,5
n° 6	197	111	1	1	0,7
n° 7	192	121	0,3	0,3	0,4
n° 8	208	118	1,8	1,3	0,7

L'appui obtenu par l'essai n° 1 présente une réticulation insuffisante, en raison de la valeur insuffisante de la pression qui est utilisée, valeur non conforme à l'invention (12 bars en pression relative).

5 L'appui obtenu par l'essai n° 2, qui correspond à l'utilisation d'une pression relative de 23 bars dans l'enceinte (valeur maximale utilisée pour l'ensemble des essais), présente une taille de cellules conforme à l'invention (car comprise entre 0,1 et 2 mm).

L'appui obtenu par l'essai n° 3 présente une réticulation et une expansion insuffisantes, en raison d'un temps de séjour trop court dans le bain de cuisson, cette expansion insuffisante résultant du stoppage prématuré de la réaction de décomposition de  
10 l'agent de gonflement.

On comprendra qu'une augmentation du temps de séjour de l'ébauche dans le bain de cuisson aurait notamment permis de conférer une expansion accrue à un appui, tel que celui obtenu à l'essai n° 3, par exemple.

L'appui obtenu par l'essai n° 4 (en utilisant un palier unique à la pression relative de  
15 16 bars) présente une réticulation et une expansion satisfaisantes, ainsi qu'une taille de cellules conforme à l'invention.

L'appui obtenu par l'essai n° 5 (en utilisant deux paliers dont les valeurs de pression relative sont respectivement de 23 bars et de 9 bars) présente également une réticulation et une expansion satisfaisantes.

20 L'appui obtenu par l'essai n° 6 (en utilisant deux paliers dont les valeurs de pression relative sont respectivement de 16 bars et de 9 bars) présente une expansion accrue par rapport à celle de l'appui précédent (essai n° 5), comme le montre la taille des cellules qui est sensiblement doublée.

L'appui obtenu par l'essai n° 7 (en utilisant deux paliers dont les valeurs de pression relative sont respectivement de 23 bars et de 12 bars), présente également des caractéristiques de réticulation et d'expansion satisfaisantes.

Quant à l'appui obtenu par l'essai n° 8, appui comprenant un coupage de noir de carbone et de silice à titre de charge renforçante, il présente lui aussi une réticulation et une expansion satisfaisantes. De plus, cette expansion est très élevée dans le coeur de l'appui.

On notera que chacun des appuis obtenus par le procédé selon l'invention est caractérisé par des diamètres de cellules relativement proches les uns des autres, du coeur à la superficie des appuis. On a par ailleurs vérifié que la couche intermédiaire B de chaque appui selon l'invention est d'une épaisseur inférieure à celle des appuis connus obtenus par des procédés traditionnels, et que cette couche B présente une densité globalement inférieure à celle de la couche B correspondante d'un tel appui connu.

On notera également que la taille moyenne des cellules sur une section transversale d'appui est la plus élevée lorsque les pressions relatives des premier et second paliers sont respectivement de 16 bars et 9 bars (essai n° 6), alors qu'elle est au contraire la plus réduite dans le cas de l'utilisation d'un palier unique de pression relative à 23 bars (essai n° 2).

#### SECONDE SERIE D'ESSAIS POUR LA RETICULATION/ EXPANSION:

On a réalisé une pluralité d'essais selon l'invention, en utilisant pour les ébauches 4 compositions de caoutchouc comprenant lesdites compositions A et B et 2 autres compositions C et D réticulables et expansibles, qui sont toutes à base de caoutchouc butyl.

Le tableau IV ci-après détaille les formulations respectives de ces compositions C et D.

Tableau IV: (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère).

Constituants introduits dans le mélangeur	Composition C (taux en pce)	Composition D (taux en pce)
Noir de carbone N683	40	40
Silice « Zeosil 1165 MP »	-	-
agent de gonflement (azobisformamide)	12	11

Chaque ébauche a été au préalable préchauffée au moyen d'air chaud dans une étuve ventilée, pendant une durée de 70 minutes et à une température d'environ 100° C.

L'opération de réticulation/ expansion est comme précédemment réalisée au moyen d'un flux d'eau continu, au moyen d'un dispositif tel que celui de la Fig. 4, de telle manière  
5 que les débits de circulation et de vidange (pour la réticulation et l'expansion, respectivement) soient maintenus à 15 litres d'eau par minute.

On a fait figurer dans le tableau V ci-après les conditions opératoires spécifiques qui sont relatives à chaque essai réalisé, avant de procéder à la détente de l'espace intérieur de l'enceinte 21 à la pression atmosphérique pour réaliser l'expansion des ébauches réticulées.

10 En référence à un palier opératoire de durée prédéterminée (en minutes), sont indiquées les valeurs de pression (en bars) et de température correspondantes (en ° C). Il en est de même pour l'étape de refroidissement finale.

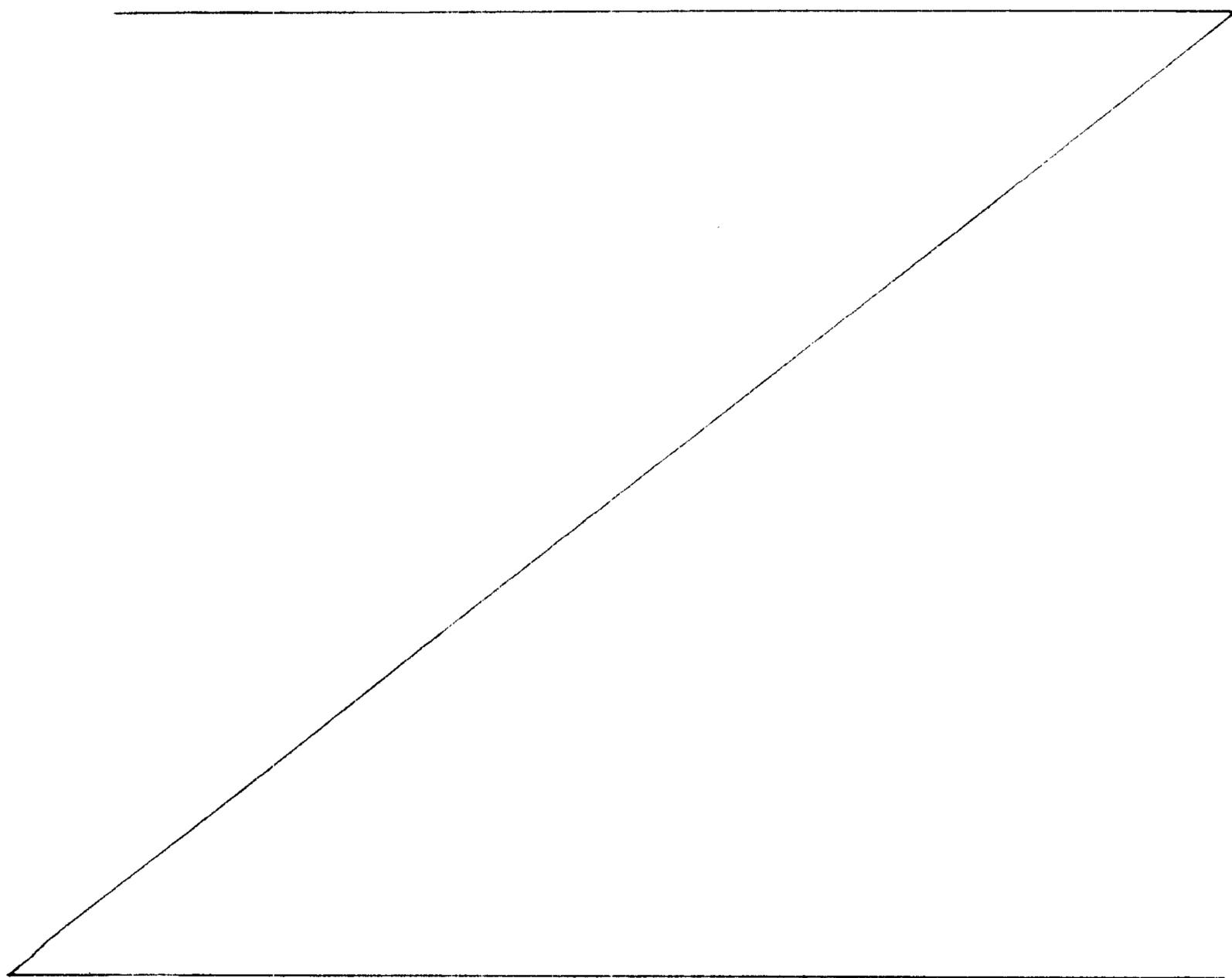


Tableau VI:

Appuis réticulés et expansés	masse appui (g)	périmètre extérieur (mm)	périmètre intérieur (mm)	largeur (mm)	Volume (litres)	Densité moyenne
n° 9	2755	1907	1110	170	26,489	0,104
n° 10	2708	-	-	-	-	-
n° 11	2725	2007	1275	178	28,362	0,096
n° 12	2752	2018	1300	178	28,212	0,098
n° 13	2718	1987	1230	175	28,024	0,097
n° 14	2748	1978	1190	163	26,211	0,105
n° 15	2738	2002	1295	181	28,212	0,097
n° 16	2738	2028	1320	185	29,414	0,093
n° 17	2698	2050	1225	177	31,024	0,087
n° 18	2724	1975	1236	183	28,885	0,094
n° 19	2733	2022	1300	180	28,749	0,095
n° 20	2738	2060	1345	182	29,602	0,092
n° 21	2742	2048	1330	184	28,846	0,092
n° 22	2754	1975	1203	173	27,757	0,099
n° 23	2735	1800	1200	171	20,905	0,131
n° 24	1110	2005	1455	87,5	10,085	0,110
n° 25	1114	2033	1474	89	10,574	0,105
n° 26	2696	1850	1020	170	26,034	0,104
n° 27	2716	1900	1200	173	24,964	0,109
n° 28	2708	1942	1185	160	24,500	0,111

On notera que la densité moyenne d'un appui réticulé et expansé selon l'invention peut varier dans une large mesure entre 0,04 et 0,4, des densités moyennes proches de 0,04 ou de 0,4 pouvant être respectivement obtenues de manière connue par l'homme du métier en augmentant ou en réduisant le taux d'agent de gonflement dans la composition de caoutchouc correspondante.

On notera également que la densité moyenne proche de 0,13 qui a été par exemple obtenue par l'essai n° 23 permet de conférer au coeur de l'appui correspondant une rigidité qui est adaptée pour minimiser sa déformation en roulage en raison de la force centrifuge.

Les résultats de volume d'appui mentionnés dans ce tableau VI montrent que les appuis n° 11 à 28 présentent une réticulation et une expansion satisfaisantes, cette expansion

Tableau V:

Essai	Comp. réticulable et expansible	périmètre ébauche (mm)	masse ébauche (g)	premier palier (bars, min., ° C.)	second palier (bars, min., ° C)	refroidissement (bars, min., ° C)
n° 9	A	871	2785	23 - 95 - 142		23 - 15 - 20
n° 10	A	868	2738	23 - 55 - 146		
n° 11	A	859	2755	23 - 60 - 142	12 - 50 - 142	12 - 20 - 20
n° 12	A	870	2782	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 13	A	856	2748	16 - 60 - 142	9 - 50 - 142	9 - 20 - 20
n° 14	A	872	2778	16 - 60 - 142	12 - 40 - 142	12 - 20 - 20
n° 15	A	867	2768	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 16	A	873	2768	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 17	A	869	2728	16 - 60 - 142	12 - 50 - 142	
n° 18	A	856	2754	23 - 30 - 142	12 - 40 - 142	12 - 20 - 20
n° 19	A	866	2763	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 20	A	868	2768	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 21	A	869	2772	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 22	A	867	2784	23 - 30 - 142	12 - 80 - 142	12 - 20 - 20
n° 23	D	876	2765	23 - 60 - 142	9 - 40 - 142	9 - 20 - 20
n° 24	C	976	1140	23 - 30 - 146	9 - 30 - 146	9 - 10 - 20
n° 25	C	982	1144	23 - 30 - 146	9 - 40 - 146	9 - 20 - 20
n° 26	B	814	2726	23 - 60 - 142	9 - 60 - 142	9 - 20 - 20
n° 27	B	848	2746	23 - 60 - 142	9 - 50 - 142	9 - 20 - 20
n° 28	B	865	2738	23 - 60 - 142	9 - 60 - 142	9 - 20 - 20

On a procédé à des analyses des appuis qui ont été obtenus par ces essais. Le tableau

VI ci-après rend compte des caractéristiques dimensionnelles et cellulaires de ces appuis.

- 5 Les volumes des appuis réticulés et expansés obtenus ont été déterminés en utilisant un facteur de forme égal à 0,8 (section réelle de l'appui / section rectangulaire dans laquelle cette section réelle est circonscrite).

étant favorisée par le second palier de pression à 9 ou 12 bars (faisant suite à un premier palier à 23 ou 16 bars permettant la réticulation).

On a également pu vérifier que chaque appui selon l'invention est caractérisé par des diamètres de cellules très proches les uns des autres, du coeur à la superficie des appuis.

5 On a par ailleurs vérifié que la couche intermédiaire B que présente chaque appui selon l'invention a une épaisseur de moins de 5 mm, contrairement à celles des appuis traditionnels qui sont généralement comprises entre 8 et 25 mm (pour des appuis de largeur et de hauteur respectivement voisines de 200 mm et 120 mm), ce qui permet de minimiser la propagation dans le coeur de l'appui les déformations dues aux contraintes de cisaillement et, par  
10 conséquent, l'échauffement interne de ce dernier en roulage à pression nulle.

On a représenté aux Figs. 6 et 7 deux exemples de réalisation de profils d'appuis réticulés et expansés qui peuvent être obtenus par le procédé de réticulation/ expansion selon l'invention, c'est-à-dire par un procédé permettant de se passer d'un moule pour la  
15 réticulation.

- Selon l'exemple de réalisation de la Fig. 6, l'appui 5c obtenu comporte une base 30 qui est destinée à être montée sur une jante de roue soit directement, soit par l'intermédiaire d'une armature ou d'un autre agent de liaison, et un sommet 31 qui est destiné à appuyer sur  
20 une bande de roulement d'enveloppe de pneumatique, suite à une chute de pression à l'intérieur de celle-ci.

Cet appui 5c présente dans cet exemple plusieurs rainures longitudinales 32 s'étendant sur le sommet 31, sensiblement au droit de ce dernier et dans la direction de la longueur de l'appui 5c.

25 On notera que le procédé selon l'invention permet également d'obtenir des profils d'appuis 5c présentant, en plus desdites seules rainures 32, d'autres rainures longitudinales (non représentées) dans l'une au moins des deux autres directions de l'appui 5c (par exemple des rainures sur la face 33 de l'appui reliant la base 30 et le sommet 31 entre eux).

- Selon l'exemple de réalisation de la Fig. 7, l'appui 5c obtenu présente entre sa base 40 et son sommet 41 un évidement longitudinal 42 dans sa masse, qui s'étend dans la direction de sa longueur.

5 On notera que ces deux exemples de profils d'appuis ne pourraient pas être obtenus dans des conditions satisfaisantes au moyen des procédés traditionnels utilisant un moule pour la réticulation, car leurs géométries respectives ne permettent pas un démoulage dans des conditions satisfaisantes, c'est-à-dire sans fragiliser l'appui démoulé.

## REVENDICATIONS

1) Procédé d'expansion d'au moins une ébauche partiellement réticulée (5b) qui est destinée à constituer à l'état réticulé et expansé tout ou partie d'un appui de sécurité  
5 élastomère (5c) de structure cellulaire à cellules fermées, ledit appui (5c) étant destiné à être monté sur une jante de roue à l'intérieur d'une enveloppe de pneumatique,

caractérisé en ce qu'il consiste à cuire ladite ou chaque ébauche (5b) dans un bain (6) de fluide en surpression contenu à l'intérieur d'une enceinte (1, 21), la température dudit bain (6) comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C, et la pression absolue  
10 dudit bain (6) comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 5 bars et une valeur finale de détente sensiblement égale à 1 bar, pour l'expansion de ladite ou de chaque ébauche (5b) de telle manière que l'augmentation de volume de celle-ci soit illimitée vis-à-vis de ladite enceinte (1, 21).

15 2) Procédé d'expansion selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à faire varier d'une manière discrète ou continue ladite pression absolue dudit fluide entre une valeur maximale inférieure ou égale à 26 bars et une valeur inférieure à ladite valeur maximale.

20 3) Procédé d'expansion selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un fluide liquide pour cuire ladite ou chaque ébauche (5b).

4) Procédé d'expansion selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un fluide gazeux pour cuire ladite ou chaque ébauche (5b).

25 5) Procédé d'expansion selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à refroidir ledit bain (6) à une température inférieure ou égale à 100° C et à une pression absolue comprise entre 1 bar et 26 bars, suite à la cuisson de ladite ou de chaque ébauche (5b).

6) Procédé d'expansion selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à cuire dans ledit bain (6) plusieurs ébauches (5b) de formes linéaires et/ou incurvées.

5 7) Procédé de réticulation et d'expansion d'au moins une ébauche réticulable et expansible (5a) qui est destinée à constituer à l'état réticulé et expansé tout ou partie d'un appui de sécurité élastomère (5c) de structure cellulaire à cellules fermées, ledit appui (5c) étant destiné à être monté sur une jante de roue à l'intérieur d'une enveloppe de pneumatique, caractérisé en ce que:

10 - ladite réticulation consiste à cuire ladite ou chaque ébauche expansible ou expansée (5a) dans un bain (6) de fluide en surpression contenu à l'intérieur d'une enceinte (1, 21), de telle manière que ladite ou chaque ébauche (5a) interagisse avec ledit bain (6) indépendamment de ladite enceinte (1, 21), la température dudit bain (6) comprenant une valeur maximale comprise entre 110° C et 210° C et la pression absolue dudit bain (6)  
15 comprenant au moins une valeur égale ou supérieure à 14 bars, et en ce que

- ladite expansion consiste à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable ou réticulée (5a, 5b) à un procédé d'expansion selon une des revendications 1 à 6.

20 8) Procédé de réticulation et d'expansion selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il consiste:

- dans une première étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable et expansible (5a) à ladite réticulation pour l'obtention d'une ébauche pratiquement réticulée et expansible (5b), puis

25 - dans une seconde étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche pratiquement réticulée et expansible (5b) obtenue suite à ladite première étape à ladite expansion, pour l'obtention de tout ou partie dudit appui de sécurité réticulé et expansé (5c) correspondant.

9) Procédé de réticulation et d'expansion selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il consiste:

- dans une première étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable et expansible (5a) à ladite expansion pour l'obtention d'une ébauche réticulable et pratiquement expansée, puis

5 - dans une seconde étape, à soumettre ladite ou chaque ébauche réticulable et pratiquement expansée à ladite réticulation pour l'obtention de tout ou partie dudit appui de sécurité réticulé et expansé (5c) correspondant.

10 10) Dispositif de cuisson pour la mise en oeuvre du procédé de réticulation et d'expansion selon une des revendications 7 à 9, du type comprenant une enceinte (1) qui est pourvue d'au moins une ouverture (2, 3) pour l'introduction et l'extraction de ladite ou chaque ébauche (5a, 5c), de moyens de réception (25) de ladite ou de chaque ébauche (5a), de moyens de remplissage (23) de ladite enceinte (1) en fluide liquide ou gazeux, et de moyens de chauffage (16) et de mise sous pression (15) du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte (1),

15 caractérisé en ce que ladite enceinte (1) comporte:

- un compartiment d'introduction (7) pourvu à son entrée d'une ouverture (2) pour l'introduction dans ledit compartiment (7) d'une unité (4) d'ébauches réticulables et expansibles (5a) en vue de sa cuisson, ladite ouverture d'introduction (2) étant pourvue d'un moyen (2a) pour son obturation,

20 - un compartiment de cuisson (8) prévu en aval dudit compartiment d'introduction (7) et pourvu à son entrée d'une première cloison mobile (9) pour sa mise en communication avec ledit compartiment d'introduction (7), ledit compartiment de cuisson (8) étant destiné à contenir ledit fluide chauffé et sous pression pour l'obtention d'une unité (4) d'ébauches réticulées et expansibles (5b), et

25 - un compartiment d'extraction (10) prévu en aval dudit compartiment de cuisson (8), pourvu à son entrée d'une seconde cloison mobile (11) pour sa mise en communication avec ledit compartiment de cuisson (8) et à sa sortie d'une ouverture (3) à la pression atmosphérique pour l'extraction de ladite enceinte (1) d'une unité (4) d'ébauches réticulées et expansées (5c), ladite ouverture d'extraction (3) étant pourvue d'un moyen (3a) pour son  
30 obturation,

- des moyens (12) pour transférer en alternance ledit fluide en surpression dudit compartiment d'extraction (10) vers ledit compartiment d'introduction (7), et dudit compartiment d'introduction (7) vers ledit compartiment d'extraction (10).

5           11) Dispositif de cuisson pour la mise en oeuvre du procédé de réticulation et d'expansion selon une des revendications 7 à 9, du type comprenant une enceinte (21) qui est pourvue de moyens pour l'introduction et l'extraction de ladite ou chaque ébauche (5a, 5c), d'un moyen de réception (25) de ladite ou de chaque ébauche (5a, 5c), de moyens de remplissage (23) de ladite enceinte (21) en fluide liquide ou gazeux, et de moyens de  
10 chauffage et de mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte (21),

caractérisé en ce que ladite enceinte (21) est pourvue d'une pluralité de moyens de réception (25), montés adjacents les uns aux autres sur une conduite (23) destinée au remplissage en fluide de ladite enceinte (21) et s'étendant à l'intérieur de celle-ci.

15           12) Dispositif de cuisson selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite enceinte (21) comporte une conduite de sortie reliée à des moyens de mise en circulation dudit fluide en direction desdits moyens de remplissage (23) de l'enceinte (21).

20           13) Dispositif de cuisson pour la mise en oeuvre du procédé de réticulation et d'expansion selon une des revendications 7 à 9, du type comprenant une enceinte (1) qui est pourvue d'au moins une ouverture (2) pour l'introduction et l'extraction de ladite ou chaque ébauche (5a, 5c), de moyens de réception de ladite ou de chaque ébauche (5a, 5c), de moyens de remplissage (13) de ladite enceinte (1) en fluide liquide ou gazeux, et de moyens de chauffage (16) et de mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte (1),  
25 caractérisé en ce que

- lesdits moyens de remplissage (13) de l'enceinte (1) sont constitués d'une conduite débouchant sur une ouverture (14) de ladite enceinte (1), ladite conduite (13) étant pourvue d'un moyen (15) coulissant d'une manière étanche sur la face interne de sa paroi pour la mise sous pression du fluide contenu à l'intérieur de ladite enceinte (1), cette conduite (13) étant  
30 également adaptée pour permettre la vidange de ladite enceinte (1), et

- en ce que lesdits moyens de chauffage (16) dudit fluide sont montés autour de ladite enceinte (1) et de ladite conduite (13).

14) Appui de sécurité (5c) pour pneumatique ou tronçon dudit appui (5c) obtenu par un procédé selon une des revendications 7 à 9, ledit appui ou ledit tronçon (5c) étant constitué d'une composition de caoutchouc réticulée et expansée présentant une structure cellulaire à cellules fermées, ledit appui (5c) étant destiné à être monté sur une jante de roue à l'intérieur d'une enveloppe de pneumatique, caractérisé en ce qu'il comprend, radialement vers l'intérieur de sa surface externe, une couche intermédiaire (B) dont l'épaisseur est comprise entre 5 % et 30 % de la plus petite dimension d'une section transversale dudit tronçon (5c) et dont la densité est inférieure à celle du coeur (C) dudit tronçon (5c).

15) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il présente une densité maximale en une couche superficielle (A) à l'emplacement de sa surface externe, radialement à l'extérieur de ladite couche intermédiaire (B).

16) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce qu'il présente une densité moyenne comprise entre 0,04 et 0,4.

17) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il présente une densité moyenne sensiblement égale à 0,13.

18) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon une des revendications 14 à 17, caractérisé en ce que les diamètres respectifs desdites cellules varient en moyenne de 0,1 mm à 2 mm, sur une section transversale dudit appui ou tronçon (5c).

19) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon une des revendications 14 à 18, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser une ou plusieurs ébauches (5a) qui sont chacune à base d'un copolymère d'isoprène et d'isobutylène.

20) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon une des revendications 14 à 19, caractérisé en ce qu'il comprend, à titre de charge renforçante, un coupage de 10 à 30 pce de silice et de 10 à 30 pce de noir de carbone (pce: parties en poids pour cent parties d'élastomère(s)).

5

21) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon une des revendications 14 à 20, comportant une base (30, 40) destinée à être montée sur ladite jante de roue et un sommet (31, 41) destiné à appuyer sur la bande de roulement de ladite enveloppe de pneumatique suite à une chute de pression à l'intérieur de celle-ci, caractérisé en ce qu'il présente au moins une rainure longitudinale (32) s'étendant sur ledit sommet (31) sensiblement au droit de ce dernier, dans la direction de la longueur dudit appui ou tronçon d'appui (5c).

10

22) Appui ou tronçon dudit appui (5c) selon une des revendications 14 à 20, caractérisé en ce qu'il présente au moins un évidement longitudinal (42) dans sa masse, qui s'étend dans la direction de la longueur dudit appui ou tronçon d'appui (5c).

15

23) Appui (5c) selon une des revendications 14 à 22, caractérisé en ce qu'il présente sensiblement une forme de tore.

20

24) Tronçon d'appui (5c) selon une des revendications 14 à 22, caractérisé en ce qu'il présente sensiblement une forme de portion de tore.

25) Tronçon d'appui (5c) selon une des revendications 14 à 22, caractérisé en ce qu'il présente sensiblement une forme linéaire.

25

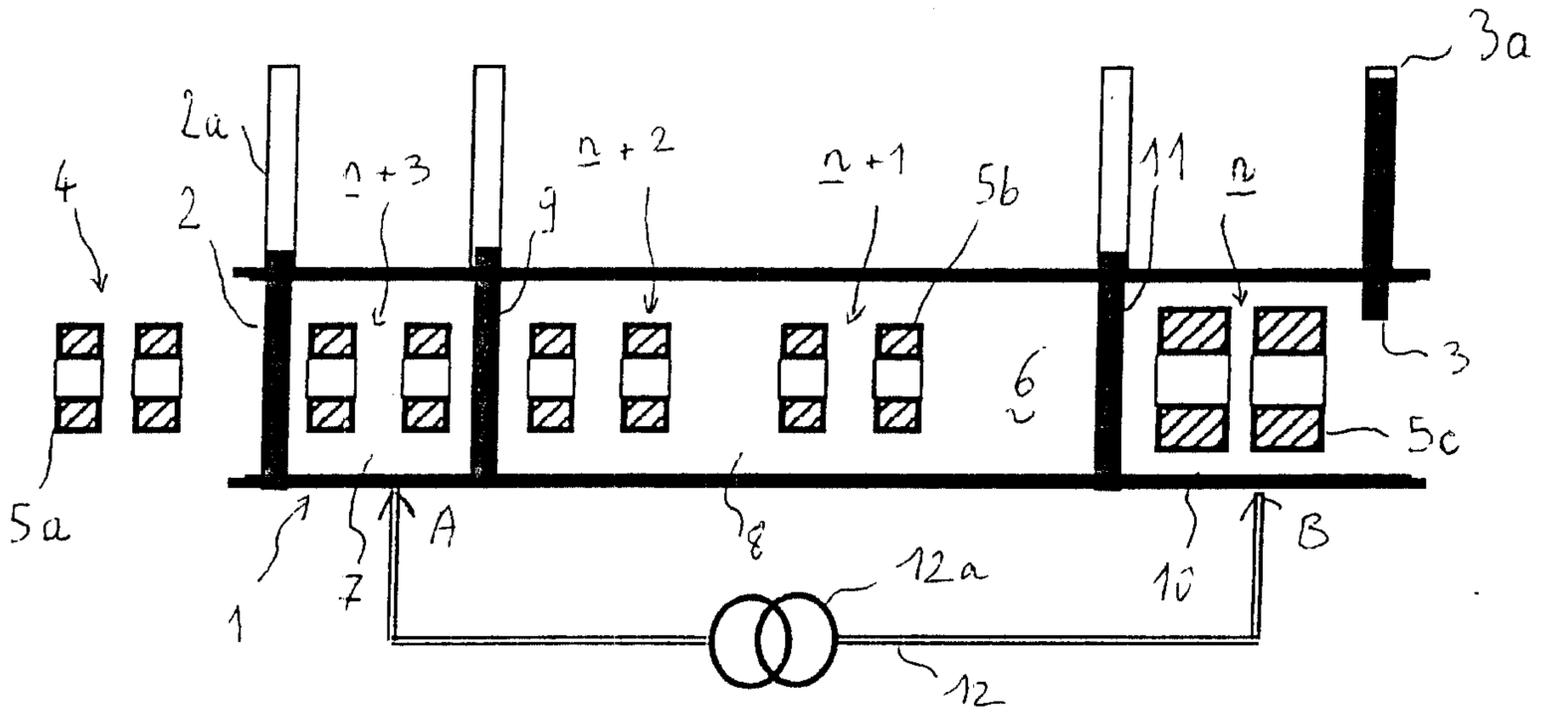


Fig. 1

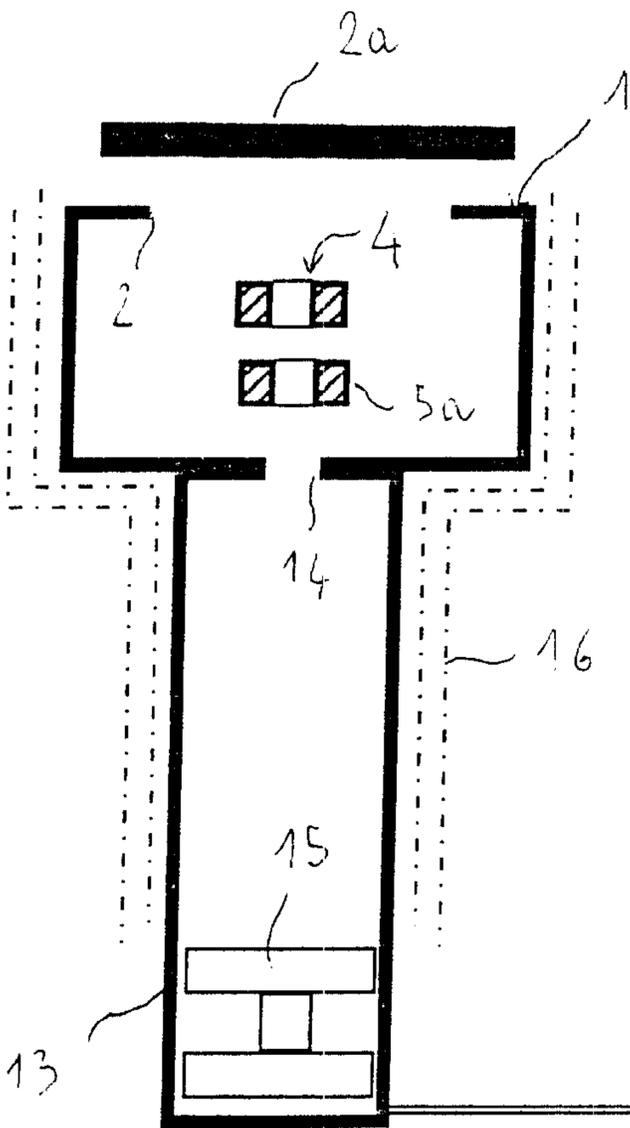


Fig. 2

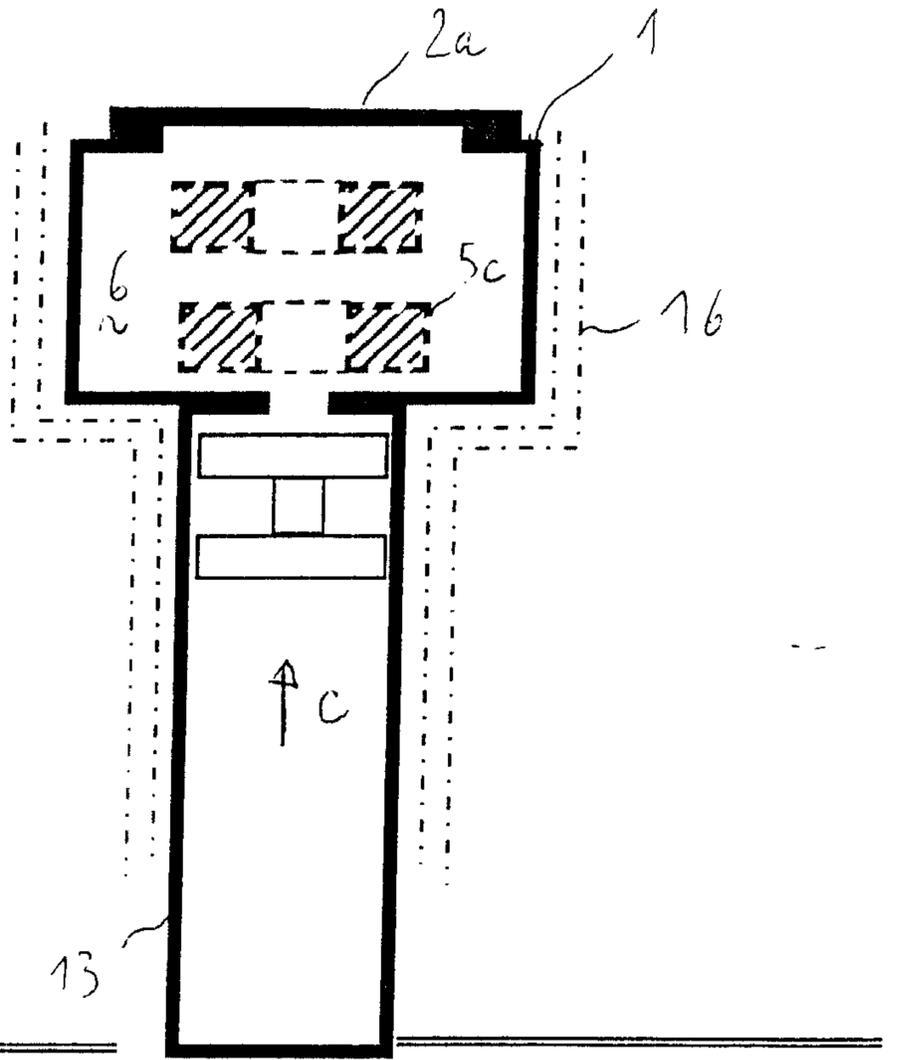


Fig. 3

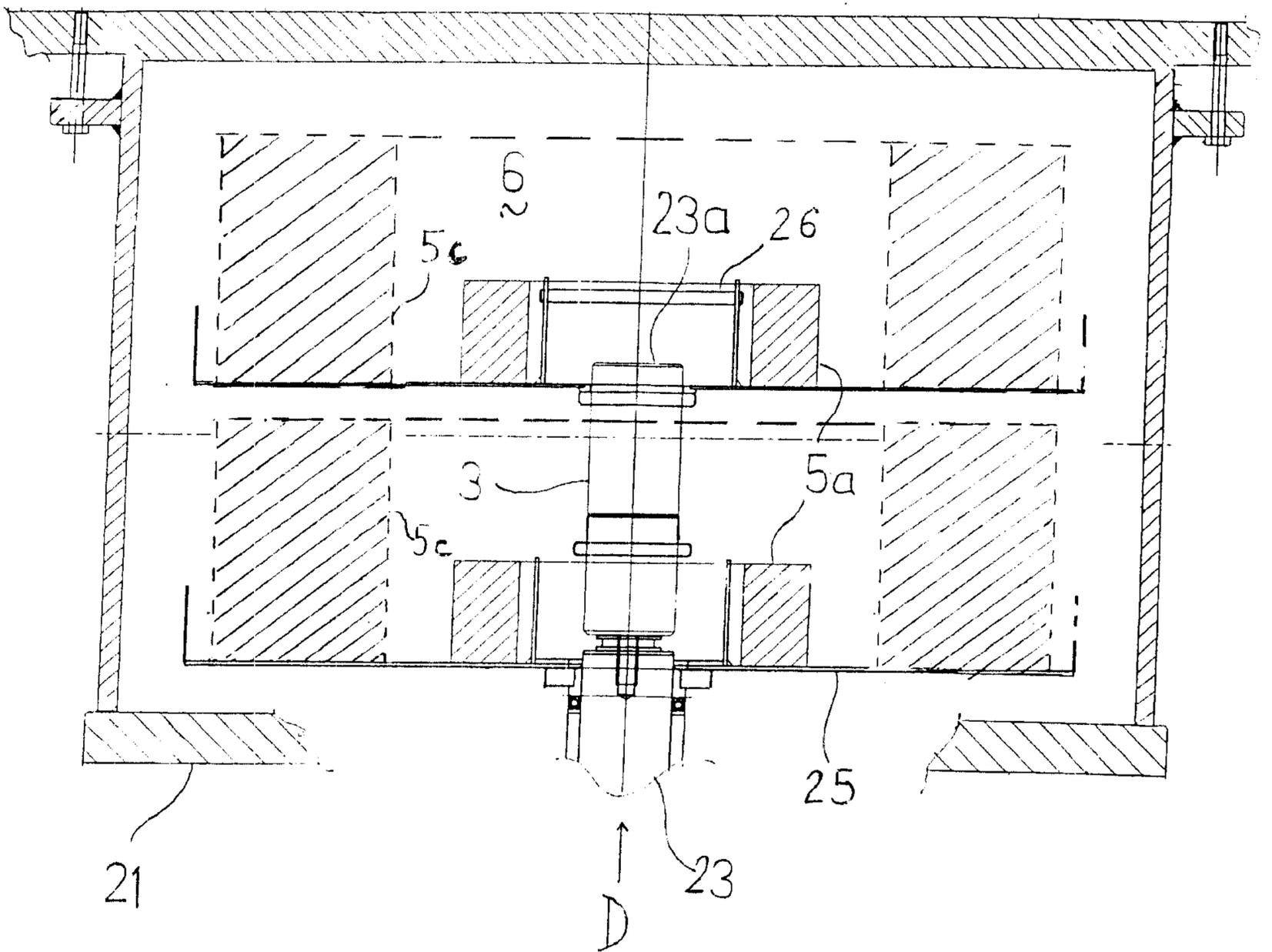


Fig. 4

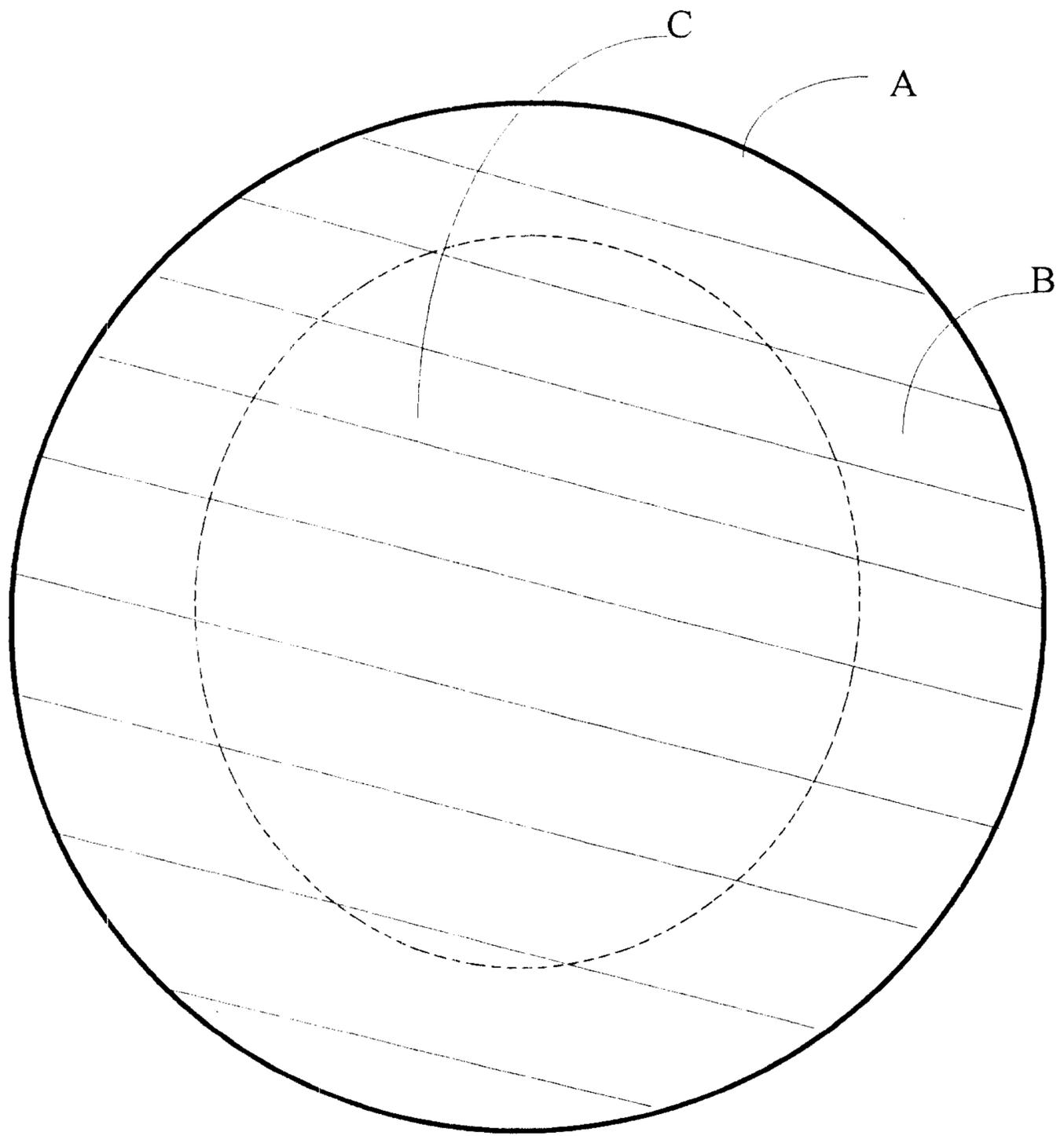


Fig. 5

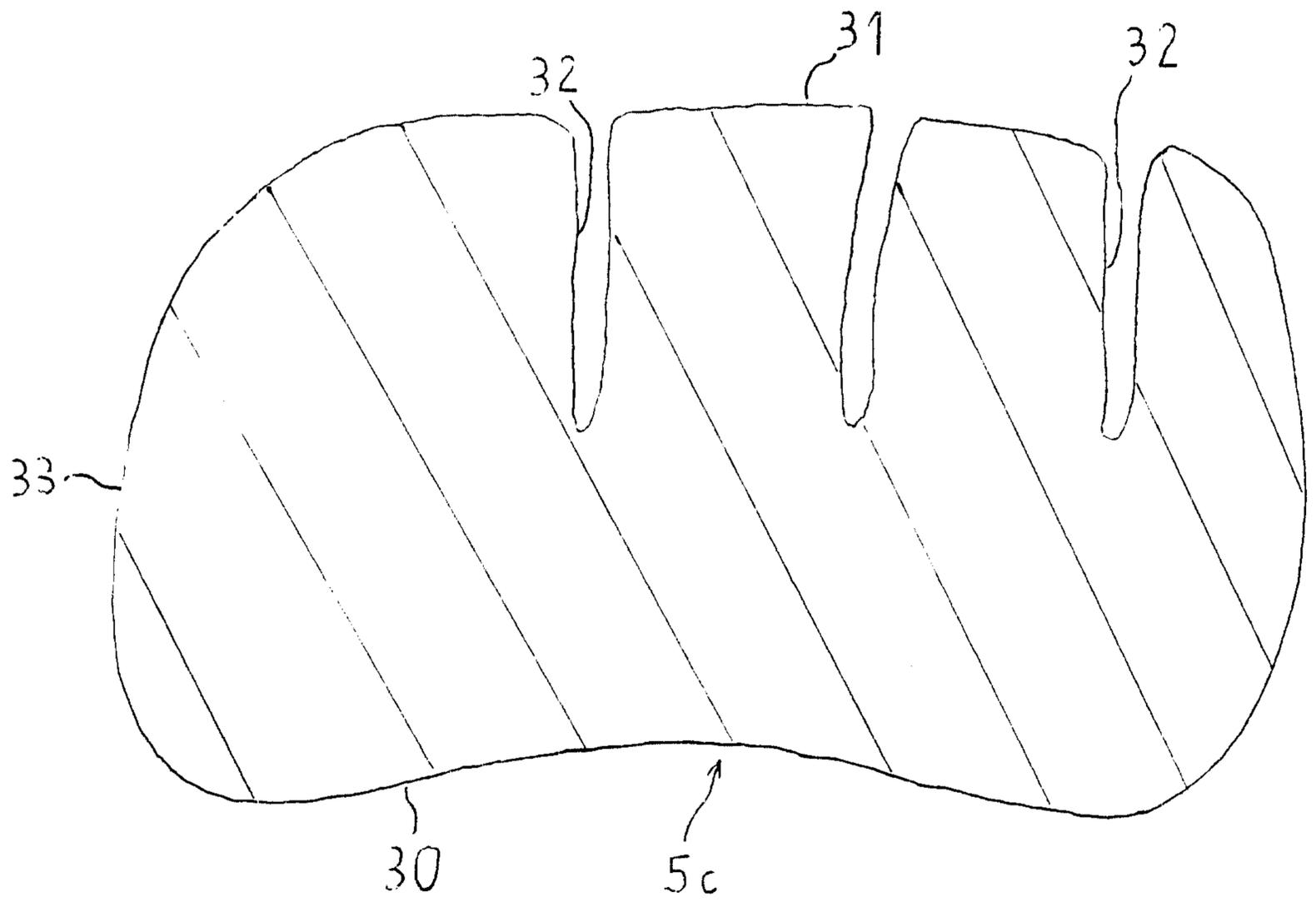


Fig. 6

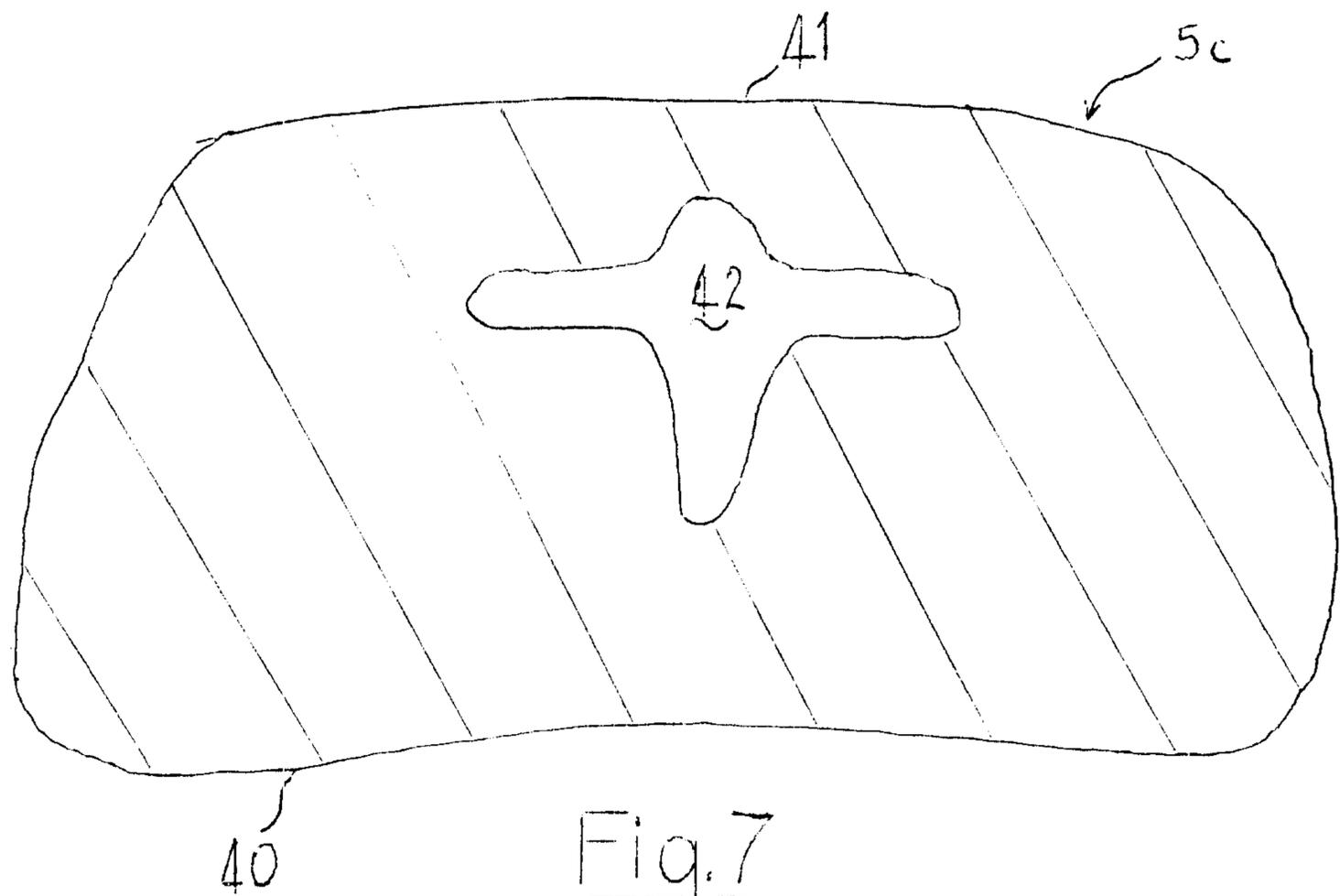


Fig. 7

