

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 575 407**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **84 20101**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : B 29 C 67/12; C 08 K 7/28, 7/04, 3/38  
// B 29 K 83:00, 105:12; B 29 L 9:00, 31:30.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

②2 Date de dépôt : 31 décembre 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 27 du 4 juillet 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société dite : HUTCHINSON, société  
anonyme. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Françoise Claudine Blanche Bodin et  
Jean-Jacques Bernard.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Orès.

⑤4 Nouveau matériau isolant thermique, du type syntactique, à base d'élastomères notamment, partiellement ou  
totalement ininflammable.

⑤7 La présente invention est relative à un nouveau matériau  
isolant thermique.

Ce matériau est caractérisé en ce que la matrice liquide, qui  
sert de liant pour une charge de microbilles de verre creuses,  
est constituée par un élastomère ou une résine de silicones  
suivant que l'on désire un produit final souple ou rigide,  
respectivement, le degré de souplesse et de rigidité étant dans  
les deux cas de produit souple et de produit rigide, respective-  
ment fonction de la proportion de la charge de microbilles  
creuses présente dans le mélange.

Application : nouveau matériau isolant thermique, partielle-  
ment ou totalement ininflammable.

FR 2 575 407 - A1

La présente invention est relative à un nouveau matériau isolant thermique, du type syntactique et à base d'élastomères notamment, pouvant être rendu partiellement ou totalement ininflammable, suivant les besoins.

5 A partir de ce matériau on peut réaliser une vaste gamme de produits utilisables dans de nombreux domaines, comme il sera précisé plus loin.

Dans le domaine plus général des matériaux d'isolation thermique, on connaît en particulier des produits dérivés de la chimie  
10 de la silice.

Un premier produit est constitué par les microbilles de verre, qui sont de minuscules sphères parfaites - pleines ou creuses - dont le diamètre est compris entre environ 50  $\mu\text{m}$  et 200  $\mu\text{m}$ .

15 D'autres produits dérivés de la chimie de la silice sont constitués par les élastomères, dont on connaît les propriétés de tenue à la température - ils peuvent être exposés en continu à une température de 200 à 250 °C - ainsi que leur capacité d'accepter de nombreuses charges. Cependant,  
20 les élastomères présentent des inconvénients importants qui sont représentés par leur forte conductivité thermique et une faible tenue au feu (la combustion s'effectue sans dégagement de gaz toxiques) : malheureusement, la découverte récente de l'action inhibitrice de la combustion exercée par des sels de  
25 métaux précieux n'a permis d'éliminer cet inconvénient que pour certains types d'élastomères seulement.

Des essais ont été faits pour charger des élastomères de silicone solides de microbilles creuses, dans le but d'obtenir un produit qui allie aux propriétés des élastomères, les propriétés intrinsèques des microbilles creuses,  
30 à savoir à :

- leurs excellentes propriétés d'isolation thermique (ainsi qu'électrique) dues à l'air qu'elles contiennent,
- leur faible densité, et
- 35 - leur relativement haute résistance à l'écrasement,

tout en profitant de leur inertie chimique et de leur bon comportement d'écoulement aux mélanges dans lesquels elles sont introduites.

Toutefois, les techniciens se heurtent à l'impossibilité physique de réaliser un mélange entre des élastomères de silicones (solides) et des microbilles de verre creuses, qui sont brisées dans une grande proportion par les forces de cisaillement s'exerçant au contact entre les cylindres de mélangeage, ce qui détruit la spécificité de ce type de charge, pourtant très intéressant.

Il est vrai qu'on connaît déjà des matériaux syntactiques se composant de microbilles de verre creuses distribuées dans une matrice qui est liquide à température ambiante, notamment constituée par une résine époxy ou polyuréthane ; toutefois, ces matériaux sont essentiellement des matériaux d'allègement (leur densité relative est inférieure à 1) de structures devant être soumises à des hautes pressions, en particulier de structures destinées à être posées sur le fond de la mer.

En outre, ces matériaux ne présentent aucune souplesse et résistent à des températures très limitées telles que 150 °C.

De plus, lorsque le produit final doit allier aux propriétés d'isolation thermique et de résistance à la température, des propriétés d'ignifugation - qui sont souvent recherchées pour des matériaux isolants thermiques - les techniciens sont fortement limités dans le choix du système d'ignifugation, qui doit être à la fois résistant à la flamme et auto-extinguible dans une large gamme de températures, et qui ne doit développer ni fumées, ni gaz toxiques (c'est, par exemple, en raison de cette dernière exigence que les composés chlorés et bromés associés à l'oxyde d'antimoine doivent être écartés, de même que certains dérivés halogénés qui provoquent une inhibition partielle ou totale du catalyseur), en sorte qu'il n'existe

pas actuellement, à la connaissance de la Demanderesse, de matériaux isolants, notamment du type syntactique et en particulier à base de microbilles de verre creuses, qui allient à la propriété d'isolation thermique :

- 5 - les propriétés de résistance à des températures très élevées, telles qu'autour de 600 °C et même plus, ( la propriété de résistance aux températures est entendue dans le sens de conservation de la propriété d'isolation thermique à ces températures élevées),
- 10 - et de souplesse et de rigidité variables suivant le type d'application,
- et/ou d'ininflammabilité (partielle ou totale).

La présente invention a en conséquence pour but de pourvoir à un matériau isolant thermique qui répond mieux aux  
15 nécessités de la pratique que les matériaux visant au même but antérieurement connus, notamment en ce que :

- sa conductivité thermique  $\lambda$  est très faible,
- il se présente sous forme de matériau souple ou rigide, dont le degré de souplesse et de rigidité, respectivement,  
20 est variable en fonction des applications,
- s'il est ignifugé, il conserve ses propriétés de résistance au feu, ainsi que ses propriétés d'isolation thermique, jusqu'à 600 °C et plus,
- il est transformable et usinable avec du matériel couram-  
25 ment utilisé dans l'industrie,
- il permet de réaliser en particulier des revêtements assurant, d'une part la protection cinétique (à savoir contre le frottement dans un milieu fluide, notamment l'air, et donc contre l'échauffement, même à grande  
30 vitesse, telle que 3000 Km/h) et d'autre part, la protection ablative (à savoir, contre la perte progressive de substance, notamment par érosion mécanique),
- il permet d'obtenir une vaste gamme de produits isolants composites par association avec des fibres, des tissus,  
35 etc... s'adaptant aux besoins pratiques.

La présente invention a pour objet un matériau d'isolation thermique du type syntactique, notamment comportant une charge de microbilles de verre creuses distribuées dans une matrice à base d'une matière liquide à la température ambiante, caractérisé en ce que la matrice liquide, qui sert de liant pour ladite charge de microbilles creuses, est constituée par un élastomère ou une résine de silicones suivant que l'on désire un produit final souple ou rigide, respectivement, le degré de souplesse et de rigidité étant, dans les deux cas de produit souple et de produit rigide, respectivement, fonction de la proportion de la charge de microbilles creuses présente dans le mélange.

Dans ces conditions le matériau selon l'invention est capable de conserver ses propriétés isolantes jusqu'à une température qui peut atteindre environ 400 °C.

Selon un mode de réalisation avantageux du matériau conforme à l'invention, le mélange susdit comporte une charge additionnelle de produit ignifugeant, notamment à l'état de poudre, constitué en particulier par des composés contenant de l'eau liée, tels que les hydrates d'alumine et les borates.

Conformément à cette dernière disposition, le matériau d'isolation thermique est capable de conserver ses propriétés isolantes jusqu'à 600 °C et même plus.

On obtient ainsi toute une gamme de produits qui, allant du plus souple au plus rigide, présentent tous le même comportement de base en termes d'ininflammabilité et/ou de résistance aux températures élevées.

Selon un autre mode de réalisation avantageux du matériau conforme à l'invention, ledit mélange comporte une charge supplémentaire constituée par des fibres, notamment minérales, telles que les fibres de verre, de silice ou d'alumine, ou organiques, telles que les fibres de carbone.

Outre les dispositions qui précèdent, l'invention comprend encore d'autres dispositions qui ressortiront de

la description qui va suivre.

L'invention vise plus particulièrement un matériau isolant thermique, souple ou rigide, résistant aux hautes températures et ininflammable jusqu'à 600 °C et même plus, les revêtements de protection thermique, notamment cinétique et ablatif, sous forme de panneaux ou de pièces moulées réalisées à l'aide de ce matériau, ainsi que les produits composites, homogènes ou stratifiés, obtenus par coopération du matériau conforme à l'invention avec des fibres, des tissus et tout élément approprié se présentant notamment sous forme de feuille, mat, molleton, buvard ou autre.

L'invention sera mieux comprise à l'aide du complément de description qui va suivre, qui se réfère aux opérations de mélangeage et à des exemples de réalisation du matériau isolant conforme à l'invention qui indiquent de manière non limitative les proportions avec lesquelles les différents composants entrent dans le mélange.

Le procédé de préparation du matériau isolant syntactique selon l'invention comporte nécessairement les étapes fondamentales suivantes :

- mélangeage en proportions adéquates d'un élastomère ou d'une résine de silicones, se présentant à l'état cru et à température ambiante sous forme liquide, avec son catalyseur jusqu'à homogénéisation parfaite, et
- incorporation d'une charge, en proportion déterminée, de microbilles de verre, notamment creuses, au mélange ainsi obtenu, le temps de mélangeage nécessaire pour obtenir également dans cette deuxième étape une homogénéisation parfaite étant fonction de la quantité de microbilles.

Le choix d'un élastomère de silicones ou d'une résine de silicones liquides permet de réaliser, dans chaque cas, un mélangeage non destructif des microbilles de verre creuses et d'obtenir un matériau souple ou rigide, respectivement.

Comme exemple non limitatif en particulier de résine de silicones se présentant à température ambiante sous forme liquide, on a employé un polysiloxane sans solvant, de basse viscosité et durcissable à chaud grâce à un catalyseur composé d'une base polysiloxane qui agit par addition sur les radicaux si-vinyl de la résine en présence de sels de platine.

La présence d'un inhibiteur de la réaction de catalyse prolonge la durée de vie en pot (pot-life), en vue de la mise en oeuvre du mélange, jusqu'à environ trois mois à température ambiante, ce qui permet d'effectuer le stockage du mélange à l'état cru - avant réticulation - en prenant le minimum de précautions.

En ce qui concerne le temps de mélangeage de la résine avec son catalyseur, il dépend essentiellement de la quantité de matière en présence et ne peut pas être inférieur à 30 secondes ; il est aussi fonction de la viscosité de la résine employée.

En ce qui concerne le temps de mélangeage en présence de la charge de microbilles il est fonction - comme déjà dit plus haut - de la quantité de ces dernières : or, cette quantité détermine également l'aspect final du mélange qui varie de l'état liquide visqueux et coulable, à l'état sableux.

Etant donné qu'après un stockage défectueux les microbilles peuvent être plus ou moins agglomérées et qu'on ne doit pas tolérer la présence d'agglomérats - parce que ces derniers rendent le matériau final non homogène - il est avantageux de prendre la précaution de sécher la charge de microbilles en étuve à 80 °C - 100 °C et de la tamiser ensuite. (Une charge filtrée présente une meilleure fluidité, donc un écoulement facile et régulier dans les enceintes de mélangeage, parce que le tamisage contribue à éliminer, en coopération avec le séchage, les éventuels agglomérats). Il va de soi que cette précaution doit être prise également

pour les autres charges, notamment pour la charge d'ignifugeant, auquel on fait référence ci-après.

Dans le cas où on veut rendre le matériau isolant conforme à la présente invention également ininflammable, on introduit en fait une charge additionnelle de produit ignifugeant sitôt l'étape de mélangeage entre le produit de base (élastomère ou résine) et son catalyseur terminée, donc avant l'incorporation de la charge de microbilles de verre creuses, de manière à assurer une distribution uniforme du produit ignifugeant à l'intérieur de la masse du mélange.

Dans certaines applications, il est avantageux d'introduire dans le mélange, ignifugé ou non et déjà chargé de microbilles, une charge supplémentaire de fibres appropriées dont la proportion est choisie en tenant compte que les fibres augmentent la viscosité du mélange.

Des exemples non limitatifs de fibres utilisables dans le cadre de la présente invention sont constitués par des fibres minérales, telles que les fibres de verre, de silice ou d'alumine, ou des fibres organiques, telles que les fibres de carbone : d'une façon générale, la charge supplémentaire de fibres est choisie de manière à améliorer les propriétés mécaniques du matériau isolant selon l'invention et/ou accroître les déjà exceptionnelles propriétés d'isolation thermique de ce matériau.

Dans le cas où, au lieu d'une résine de silicones, on utilise un élastomère de silicone - lui aussi sous forme liquide - les considérations développées plus haut pour les résines restent encore valables avec en particulier la différence suivante constituée par le fait que la matrice élastomère a une viscosité beaucoup plus élevée.

Les qualités du matériau isolant souple (à base d'élastomères de silicones) ainsi obtenu sont voisines de celles du matériau rigide (à base de résines de silicones), et le produit ignifugeant est identique dans les deux cas, son dosage étant fonction de la norme de sécurité à laquelle

le produit final est censé répondre et des propriétés mécaniques recherchées.

Dans chaque cas, il faut respecter les conditions indiquées ci-après, non seulement pour les produits de base (élastomères ou résines), mais aussi pour les amalgames à l'état cru :

- absence de pollution par des produits aminés, souffrés, azotés et dérivés, qui peuvent empoisonner la réaction de catalyse à base de sels de platine (donc, pour limiter les risques d'inhibition des catalyseurs),
- conditions hygrométriques minimales,
- absence de lumière (dans la mesure du possible).

La faible viscosité des résines et des élastomères employés dans le cadre de la présente invention, permet aux charges, notamment de microbilles de verre et d'ignifugeant, d'être parfaitement mouillées et de dépenser une énergie relativement faible au mélangeage ; de plus, étant donné que la viscosité diminue quand la température augmente, le mélange chargé a - avant le début de la gélification - de bonnes propriétés d'écoulement : ceci permet d'envisager le moulage en couche épaisse sans problème de soufflage (il va de soi que les pressions de moulages doivent être faibles, pour ne pas détruire les microbilles de verre creuses, et que les paramètres de temps et de température sont à optimiser de façon à ce que le fluage du mélange compatible avec l'exigence de remplissage des moules : dans le cas d'une résine la température minimum de réticulation est de 170 °C pendant 1 heure, tandis que dans le cas d'un élastomère la température minimum est de 150 °C pendant 30 minutes).

En particulier, les amalgames obtenus sont plus ou moins collants et suffisamment malléables pour subir certaines opérations de transformation habituelles avant durcissement, notamment préformage en Barwell, calandrage, enduction, connues des techniciens en la matière.

Egalement dans chaque cas, il est conseillé de travailler dans des récipients neutres, facilement net-

toyables avec des solvants tels que le trichloréthylène, l'alcool dénaturé et l'acétone. L'idéal consiste à utiliser des récipients et ustensiles en verre ou en acier inoxydables. Lorsqu'on emploie des moules en acier, ceux-ci doivent être protégés par un agent de démoulage qui ne soit pas à base de silicones.

En ce qui concerne, en outre, le matériel de mélange, celui-ci doit être choisi de façon à ne provoquer aucun cisaillement pouvant entraîner une destruction de la structure des microbilles de verre creuses : au niveau industriel ce sont notamment les pétrins ouverts qui offrent les meilleures possibilités.

Le fait de pouvoir disposer d'un matériau présentant en combinaison les propriétés d'isolation thermique, de résistance à la température et de souplesse et rigidité variables dans des larges gammes de valeurs, est d'intérêt capital en particulier pour la réalisation de revêtements du corps et/ou des parties de missiles, lesquels revêtements sont fabriqués actuellement soit en métal, soit en matériaux composites, notamment à l'aide de tissus de fibres de carbone ou "Kevlar" fixées dans une matrice de résine appropriée, en particulier de résine époxy.

Or, l'augmentation brutale de température de ces revêtements due à la grande vitesse des missiles, qui nous le répétons - peut atteindre facilement 3000 Km/h, induit des dilatations du corps du missile et, de toutes façons, de ses parties vitales, qui sont à l'origine de fissurations et de cassures dans les revêtements de protection, qui sont donc incapables d'accomplir ce rôle protecteur.

On comprend donc aisément que, si le matériau d'isolation thermique destiné au revêtement des parties vitales d'un missile, est capable de résister aux températures élevées et en même temps est un matériau souple, celui-ci peut suivre les déformations desdites parties

vitales du missile sans que l'isolation thermique et la résistance aux hautes températures soit compromise.

L'avantage est encore plus grand si, en plus de tout cela, le matériau est rendu totalement ininflammable.

5 Ci-après sont indiqués des exemples non limitatifs de réalisation du matériau isolant conforme à l'invention qui, - comme déjà anticipé plus haut - indiquent (de manière non limitative) les proportions avec lesquelles les différents composants entrent dans le mélange, référées à 100 parties en poids (p) du produit de base préalablement catalysé ou non, à savoir de résine ou d'élastomère, de silicones liquides, respectivement.

10 EXEMPLE 1 - Matériau isolant rigide ignifugé

100 p de résine de silicones catalysée

15 36 p de produit ignifugeant en poudre

82 p de microbilles de verre creuses

Propriétés obtenues :

. dureté égale à 48 Shore D

. conductivité thermique  $\lambda_{39^{\circ}\text{C}} \approx 120 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$

20 . densité relative  $\approx 0,45$

Le matériau de cet exemple s'insère dans la classification selon la norme FAR 25 comme étant résistant à la flamme et résistant au feu.

25 EXEMPLE 2 - Matériau isolant rigide partiellement ignifugé et à faible densité

100 p de résine de silicones catalysée sous forme liquide

18 p de produit ignifugeant en poudre

120 p de microbilles de verre creuses

30 Propriétés obtenues :

. dureté égale à 30 Shore D

. conductivité thermique  $\lambda_{39^{\circ}\text{C}} \approx 75 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$

. densité relative  $\approx 0,32$

35 Le matériau de cet exemple s'insère dans la classification selon la norme FAR 25 comme étant résistant à la flamme et résistant au feu.

EXEMPLE 3 - Matériau isolant souple partiellement ignifugé  
100 p d'élastomère de silicones sous forme liquide  
préalablement catalysé  
15 p de produit ignifugeant en poudre  
5 25 p de microbilles de verre creuses

Propriétés obtenues :

- . dureté égale à 72 Shore A
- . conductivité thermique  $\lambda_{38^{\circ}\text{C}} \approx 194 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$
- . densité relative  $\approx 0,56$

10 Le matériau de ce troisième exemple s'insère dans la classification selon la norme FAR 25 comme étant résistant au feu.

EXEMPLE 4 - Matériau isolant souple non ignifugé  
100 p d'élastomère de silicones sous forme  
15 liquide préalablement catalysé  
50 p de microbilles de verre creuses

Propriétés obtenues :

- . dureté égale à 74 Shore A
- . conductivité thermique  $\lambda_{38^{\circ}\text{C}} \approx 117 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$
- 20 . densité relative  $\approx 0,40$

EXEMPLE 5 - Matériau isolant rigide

Le matériau isolant de base présente la même formule indiquée sous l'exemple 1.

25 On réalise une structure sandwich ou stratifiée comportant entre deux couches externes, obtenues à partir de ce matériau de base, une feuille de papier ou un buvard de silice qui améliore les propriétés déjà bonnes d'isolation thermique du matériau isolant de base :  $\lambda \approx 77 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$ .

30 La cohésion de l'ensemble a lieu pendant le durcissement.

EXEMPLE 6 - Matériau isolant rigide renforcé mécaniquement

Le matériau isolant de base présente la même formule indiquée sous l'exemple 1.

35 Les faces externes du produit final obtenu à partir de ce matériau de base sont protégées par un tissu de verre

solidarisé par adhésion structurale pendant le durcissement dans un moule. Dans ce cas, le coefficient de conductivité thermique du produit final est d'environ 82 mW/m.K.

Les exemples illustratifs peuvent être multipliés  
5 en associant au produit de base des tissus de même nature que les précédents (à savoir de verre et de silice notamment) ou de nature différente, notamment tissus de "Kevlar" ou de carbone, se présentant non seulement sous forme de feuille, mais également de mat, molleton et buvard par exemple.

10 En ce qui concerne en particulier l'emploi de tissus de "Kevlar" ou de carbone, ceux-ci sont préimprégnés, notamment à l'aide de résines époxy ou phénoliques, avant de les appliquer sur une face d'une pièce préalablement moulée et réalisée à partir du matériau de base : la solidarisation  
15 entre cette pièce moulée et le tissu de protection a lieu sous l'effet de la température dans un deuxième moule.

De façon alternative, on peut solidariser ladite pièce moulée et ledit tissu de protection à l'aide d'un adhésif, minéral ou organique, résistant aux hautes tempé-  
20 tures.

En général, lorsqu'on emploie des élastomères de silicones liquides on peut obtenir facilement, après durcissement, un produit final dont la dureté Shore varie entre 30 et 90 Shore A ; tandis que, lorsqu'on utilise des résines de  
25 silicones liquides, la dureté Shore du produit final peut facilement être comprise entre 40 et 50 Shore D.

Ci-après sont indiquées les proportions préférées, mais non limitatives, de microbilles de verre creuses et de produit ignifugeant qui interviennent dans la composition  
30 du matériau isolant conforme à l'invention, rigide ou souple, lesquelles proportions sont référées à 100 parties en poids (p) de produit de base (résines ou élastomères, respectivement) :

- proportion de microbilles dans un matériau isolant rigide :  
35 . entre 10 à 120 p, sans produit ignifugeant

- . entre 10 à 100 p, avec produit ignifugeant
  - proportion de microbilles dans un matériau isolant souple :
    - . entre 10 à 80 p, sans produit ignifugeant
    - . entre 10 à 50 p, avec produit ignifugeant
  - 5 - proportion de produit ignifugeant dans un matériau isolant rigide :
    - . entre 0 à 60 p
    - (en augmentant ultérieurement la proportion de produit ignifugeant on n'augmente pas la résistance au feu du matériau final, mais on perd en qualité de cohésion : le matériau devient très cassant et friable)
  - proportion de produit ignifugeant dans un matériau isolant souple :
    - 15 . entre 0 à 30 p.
- Il y a en outre lieu de signaler que le mélange isolant et éventuellement (de préférence) ignifugé, conforme à l'invention, peut être utilisé non seulement pour réaliser des panneaux (ou plaques), mais également pour réaliser des
- 20 pièces moulées, ainsi que des tubes, des profilés. On peut envisager aussi d'enduire de ce mélange des tissus, notamment de sièges, pour les rendre ininflammables, et de réaliser des contrecollages sur des supports métalliques ou stratifiés.
- La liste des applications possibles du matériau
- 25 syntactique selon l'invention n'est pas évidemment exhaustive, étant donné que plusieurs industries sont concernées, notamment dans tous les cas où on a besoin d'un produit isolant capable de résister aux hautes températures (et éventuellement aussi au feu, tout en conservant ses propriétés isolantes).
- 30 Il va de soi que le choix du matériau conforme à la présente invention s'impose a fortiori lorsque la réduction du poids final de la structure protégée revêt une importance primordiale.
- A titre indicatif et non limitatif, les industries susceptibles d'être intéressées sont les suivantes :
- 35 - industrie aéronautique,

- industrie pétrolière (notamment pour la protection anti-feu des plateformes de production dites "off-shore" et l'isolation thermique des tuyauteries de liaison entre ces plateformes et les puits de production),
- 5 - industrie du bâtiment, et
- industrie de l'automobile.

Ainsi que cela ressort de ce qui précède, l'invention ne se limite nullement à ceux de ses modes de mise en oeuvre, de réalisation et d'application qui viennent d'être décrits  
10 de façon plus explicite ; elle en embrasse au contraire toutes les variantes qui peuvent venir à l'esprit du technicien en la matière, sans s'écarter du cadre, ni de la portée, de la présente invention.

REVENDEICATIONS

1.- Matériau d'isolation thermique du type syntac-  
tique, comportant notamment une charge de microbilles de  
verre creuses distribuées dans une matrice à base d'une matière liquide  
5 à la température ambiante, et destiné à être utilisé à des tem-  
pératures égales ou supérieures à 400 °C, lequel matériau est  
caractérisé en ce que la matrice liquide, qui sert de liant  
pour ladite charge de microbilles creuses, est constituée  
par un élastomère ou une résine de silicones suivant que  
10 l'on désire un produit final souple ou rigide, respective-  
ment, le degré de souplesse et de rigidité étant dans les  
deux cas de produit souple et de produit rigide, respecti-  
vement fonction de la proportion de la charge de micro-  
billes creuses présente dans le mélange.

15 2.- Matériau d'isolation thermique selon la  
revendication 1, caractérisé en ce que le mélange  
d'élastomère ou résine de silicones et de microbilles de  
verre comporte une charge additionnelle, présente en propor-  
tion également déterminée, constituée par un composé igni-  
20 fugeant, notamment en poudre et contenant en particulier de  
l'eau liée, tels que les hydrates d'alumine et les borates,  
lequel produit ignifugeant est capable d'assurer l'ignifuga-  
tion partielle ou totale, selon le dosage, du matériau qui  
le contient, tout en lui permettant de conserver ses propriétés  
25 isolantes, notamment jusqu'à une température de 600 °C et  
plus.

3.- Matériau d'isolation thermique selon l'une quelconque  
des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comporte une  
charge supplémentaire en proportion appropriée, constituée  
30 par des fibres, notamment minérales, telles que les fibres  
de verre, de silice ou d'alumine, ou organiques, telles que  
les fibres de carbone.

4.- Matériau d'isolation thermique selon l'une quelconque  
des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsqu'on  
35 emploie un élastomère de silicones pour obtenir un produit  
final souple, la proportion de microbilles de verre creuses

présente dans le matériau est comprise de préférence entre 10 et 80 % en poids d'élastomère, si le produit ignifugeant est absent, et entre 10 et 50 % en poids d'élastomère si le matériau comprend également ledit produit ignifugeant.

5 5.- Matériau d'isolation thermique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsqu'on emploie une résine de silicones pour obtenir un produit final rigide, la proportion de microbilles de verre creuses présente dans le matériau est comprise de préférence entre  
10 10 et 120 % en poids de résine, sans produit ignifugeant, et entre 10 et 100 % en poids de résine avec produit ignifugeant.

6.- Matériau d'isolation thermique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsqu'on  
15 emploie un élastomère de silicones, la proportion de produit ignifugeant présente dans le matériau est comprise de préférence entre 0 et 30 % en poids d'élastomère.

7.- Matériau d'isolation thermique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, lorsqu'on  
20 emploie une résine de silicones, la proportion de produit ignifugeant présente dans le matériau est comprise de préférence entre 0 et 60 % en poids de résine.

8.- Matériau d'isolation thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la proportion de  
25 fibres, notamment de carbone, de verre, de silice, d'alumine présente dans le matériau peut être supérieure à 10 %, dans chaque cas.

9.- Dispositif d'isolation thermique, caractérisé en ce qu'il se présente sous forme d'une pièce moulée à partir du mélange selon l'une quelconque des revendications 1 à  
30 9, et ayant en particulier la configuration d'un panneau, notamment modulaire, ou en général une configuration apte à constituer le revêtement de protection d'un objet ou d'un dispositif a priori quelconque susceptible d'être isolé  
35 thermiquement aux hautes températures et d'être rendu également en

partie ou totalement résistant au feu.

10.- Dispositif d'isolation thermique selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il coopère avec un moyen visant à améliorer notamment ses propriétés mécaniques et/ou  
5 isolantes, tel qu'un tissu de fibres de carbone, de verre, de polyarylamides, de silice ou autre, se présentant sous forme appropriée telle que feuille, mat, molleton ou buvard notamment, permettant d'obtenir une structure stratifiée ou sandwich.

10 11.- Dispositif d'isolation thermique selon l'une quelconque des revendications 9 et 10 caractérisé en ce que, lorsqu'on utilise en particulier un tissu de verre, de carbone, de polyarylamides, celui-ci est appliqué sur au moins une des grandes faces du dispositif, tandis que lors-  
15 qu'on utilise en particulier un tissu de silice, celui-ci est disposé entre deux couches de matériau isolant selon l'une quelconque des revendications 1 à 9.