



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt : **94401680.7**

⑤① Int. Cl.⁶ : **E06B 5/16, E04B 9/36, E04B 1/94**

⑳ Date de dépôt : **21.07.94**

③① Priorité : **22.07.93 FR 9309051**
07.10.93 FR 9311948

⑦② Inventeur : **Demars, Yves**
237, rue de l'Empire
F-60600 Agnetz (FR)
Inventeur : **Poix, René**
210, rue Georges Vallerey
F-60400 Noyon (FR)
Inventeur : **Boulocher, Franck**
20, rue Jean Jaurès
F-94500 Champigny (FR)

④③ Date de publication de la demande :
25.01.95 Bulletin 95/04

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI LU NL PT SE

⑦① Demandeur : **SAINT-GOBAIN VITRAGE**
"Les Miroirs",
18 Avenue d'Alsace
F-92400 Courbevoie (FR)

⑦④ Mandataire : **Muller, René et al**
SAINT-GOBAIN RECHERCHE
39, quai Lucien Lefranc-BP 135
F-93303 Aubervilliers Cédex (FR)

⑤④ **Panneau transparent pare-flamme.**

⑤⑦ L'invention concerne un panneau transparent dit pare-flamme apte à retarder la propagation des flammes et/ou fumées ou gaz en cours d'incendie et comportant un élément vitré comprenant du verre silico-sodo-calcique trempé équipé de moyens aptes à le fixer à une structure porteuse d'un bâtiment. Il est conçu afin de pouvoir se déformer librement lors de son échauffement par incendie en laissant des jeux périphériques mesurés à froid entre élément vitré et moyens de fixation et/ou entre moyens de fixation et structure porteuse suffisants pour permettre sa dilatation.

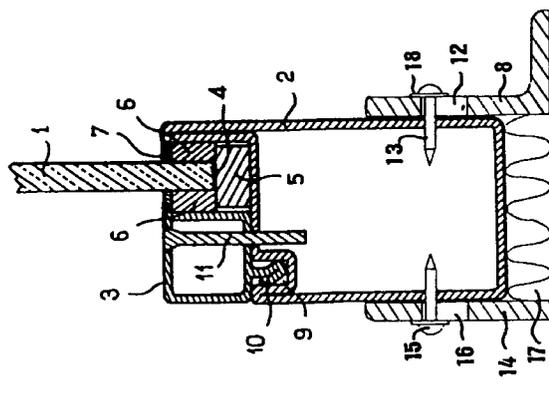


Fig. 1

L'invention concerne un panneau transparent pare-flamme destiné, lorsqu'il est installé dans la façade d'un bâtiment, à retarder la propagation d'un incendie d'un étage à l'autre ou, lorsqu'il est installé dans une cloison, à éviter la propagation des flammes entre pièces voisines. Ce type de panneau pare-flamme peut aussi être utilisé en tant qu'un élément de séparation vis-à-vis des gaz destinés à équiper la partie haute de locaux, élément également désigné communément sous le terme d'écran de cantonnement.

Un tel écran permet de limiter la propagation, à l'intérieur même d'une pièce, des flammes, fumées et gaz toxiques qui se dégagent lorsqu'un incendie se déclare. Il est particulièrement utile pour des locaux de grandes dimensions, notamment destinés à recevoir le public, il est usuellement fixé au plafond, selon un plan substantiellement vertical.

Les vitrages anti-feu, appelés pare-flamme (PF) selon l'arrêté ministériel français du 21.04.1983 et correspondant aux classes G 30 ou G 60 de la norme allemande DIN 4102 ont la propriété, lors d'un incendie (standard), de rester en place et d'empêcher le passage des fumées et des gaz chauds. Les tests normalisés de ce type de produits sont décrits entre autres dans les normes ISO 834 et ISO 3009.

Il est connu d'utiliser des vitrages feuilletés constitués par l'assemblage de plusieurs feuilles de verre silico-sodo-calcique trempées thermiquement, l'association étant réalisée avec des films de polyvinylbutyral (PVB), pour constituer des systèmes vitrés pare-flamme. Ainsi, le brevet européen EP - 219 801 B1 propose d'associer dans ce but au moins trois feuilles de verre flotté d'une épaisseur d'au moins 3 mm à l'aide de PVB pour réaliser un vitrage G 30. On connaît également des techniques de montage particulières qui permettent à une feuille de verre trempé à base d'une composition silico-sodo-calcique classique d'avoir un comportement pare-flamme de plus d'une demi-heure. Ainsi, le montage des brevets français FR - 2 282 033, FR - 2 314 993 et FR - 2 366 434 permet d'exposer les bords au rayonnement calorifique tandis que celui du brevet européen EP - 0 079 257 B permet un échauffement indirect des mêmes bords du vitrage. Cependant, les techniques de l'art antérieur sont limitées à des dimensions relativement réduites. En particulier, lorsqu'on a besoin d'un échauffement des bords régulier, il est indispensable que les flammes qui chauffent le verre soient homogènes sur toute sa surface, ce qui est d'autant plus difficile à réaliser lors des essais normalisés ou d'autant plus aléatoire en cas d'incendie réel, que les surfaces des vitrages sont plus grandes. De même, dans le cas du vitrage triple feuilleté de EP - 0 219 801. si les dimensions s'accroissent, les déformations du cadre dues aux sollicitations thermiques qu'il subit deviennent très importantes et risquent de briser le vitrage ou, au moins, d'entraîner la perte d'étanchéité

à sa périphérie.

Il est connu notamment grâce à la demande de brevet européen EP -A- 0 569 298 d'équiper un vitrage isolant anti-feu d'un dispositif qui assure normalement l'étanchéité mais qui, lors d'un incendie, limite la surpression à l'intérieur du vitrage et permet ainsi d'éviter son explosion.

L'invention se donne pour tâche de réaliser un vitrage de très grande dimension qui soit pare-flamme pour des durées sensiblement supérieures à la demi-heure et qui puisse être utilisé soit dans une cloison séparative, soit dans une façade soit en tant qu'écran de cantonnement.

La technique décrite dans le brevet EP - 0 219 801 - B1 permet, dans le cas de dimensions 160 x 120 cm², d'atteindre une durée pare-flamme de 36 minutes et cela grâce à la combinaison d'un verre feuilleté triple dont au moins les feuilles extérieures sont trempées de manière classique et d'un montage particulier qui serre la périphérie du vitrage grâce à des pare-clozes vissées sur un cadre support métallique de manière à empêcher tout mouvement du vitrage par rapport au mur qui le supporte. Lorsqu'on essaye un tel vitrage dans les conditions de la norme, c'est-à-dire en soumettant l'une de ses faces à une élévation de température ΔT en fonction du temps t du type : $\Delta = 345 \text{ Log}_{10}(8T + 1)$; (ΔT en kelvins et t en minutes) les conditions de montage conduisent systématiquement à ce que tout gradient thermique se transforme en contraintes dans la plaque de verre. Celles-ci peuvent atteindre des valeurs importantes, et s'il s'agit de contraintes d'extension, elles compensent la précontrainte de compression du verre trempé, tout dépassement entraînant un risque de casse. En revanche, le montage conforme à l'invention permet une relaxation des contraintes d'origine thermique puisque le verre peut se déformer librement : la limite de rupture du verre trempé, bien supérieure grâce à des conditions particulières, n'est atteinte que pour des gradients thermiques nettement supérieurs. Cependant, les déformations du vitrage pare-flamme selon l'invention, grâce à la technique d'étanchéité et à la possibilité de dilatations, restent compatibles avec un comportement de barrière aux gaz chauds, aux fumées et aux flammes.

En comparaison avec le système de vitrage pare-flamme qui utilise un feuilleté-trempé monté de manière plus traditionnelle et dont l'effet est de limiter le gradient thermique sur le verre arrière, le vitrage de l'invention permet également une amélioration sensible, puisqu'en autorisant la déformation du verre correspondant à un gradient thermique donné, il limite les contraintes qui en découlent pour le vitrage et retarde ici aussi la casse de ce verre arrière. L'étanchéité, elle aussi, est mieux assurée par les techniques de l'invention.

Les techniques utilisées habituellement pour réaliser des panneaux transparents pare-flamme font

appel soit à des verres borosilicates éventuellement trempés, soit, comme on l'a vu plus haut, à des verres silico-sodo-calciques dont un ou plusieurs ont subi une trempe thermique traditionnelle.

L'inconvénient des panneaux en borosilicate est leur prix élevé et, souvent, la très mauvaise qualité optique de la plaque. Par ailleurs, ces produits ne sont disponibles que dans des dimensions réduites.

On a vu que les verres trempés traditionnels, même associés dans des ensembles feuilletés comme dans le document EP - A- 0 219 801 sont également de dimensions limitées.

L'invention traite aussi bien le problème du montage de l'élément vitré que celui de sa nature.

Pour le montage, l'invention propose un panneau transparent pare-flamme apte à retarder la propagation des flammes et/ou fumées ou gaz en cas d'incendie. qui comporte un élément vitré comprenant du verre silico-sodo-calcique trempé équipé de moyens aptes à le fixer à une structure d'un bâtiment dans lequel, lors de son échauffement en cas d'incendie, l'élément vitré peut se déformer librement et dans lequel également l'ensemble des jeux périphériques mesurés à froid entre l'élément vitré et ses moyens de fixation à la structure et entre lesdits moyens et la structure sont suffisamment grands pour permettre la dilatation libre de l'élément vitré à ladite température causée par l'échauffement.

En ce qui concerne l'élément vitré à base de verre traditionnel, l'invention propose qu'il comporte une ou plusieurs plaques de verre silico-sodo-calcique dont une au moins a subi un traitement de trempe thermique.

La ou les plaques trempées ont de préférence une épaisseur supérieure à 5 mm, de plus, leurs chants sont polis avec une rugosité du poli inférieure à 5 µm et leur contrainte de trempe est supérieure à 120 mégapascals et de préférence de l'ordre de 140 mégapascals. Avantagement, les moyens de fixation du type cadre et/ou pareclose qui équipent l'élément vitré sur au moins un de ses côtés ne recouvrent la périphérie de la plaque de verre ayant subi une trempe thermique que jusqu'à une distance de son chant égale au maximum à 15 mm et de préférence à 10 mm. Le panneau de l'invention peut être avantagement utilisé en tant que vitrage dans une façade ou dans une cloison. Il est alors, usuellement, fixé à la structure porteuse de manière à ce que les moyens de fixation au cadre du type pareclose enserrant les quatre côtés de l'élément vitré. Si, par contre, il est utilisé en tant qu'écran de cantonnement en partie haute de locaux, ses moyens de fixation sont à adapter, avec notamment un cadre ou une pareclose n'enserrant que son bord supérieur, une fois fixé au plafond ou faux plafond.

L'élément vitré de l'invention existe en plusieurs variantes, soit c'est un monovitrage d'une épaisseur de l'ordre de 6 mm ou c'est un verre feuilleté compor-

tant au moins deux plaques de verre trempé chacune d'une épaisseur supérieure ou égale à 6 mm, les plaques étant de préférence au nombre de deux. Avantagement, le vitrage feuilleté comporte un seul film intercalaire de polyvinylbutyral d'une épaisseur inférieure à 1 mm. Mais l'élément vitré selon l'invention peut également être un vitrage isolant dont au moins la plaque de verre du côté opposé au feu est en un verre trempé conforme aux critères définis ci-dessus, quant aux plaques exposées au feu, elles peuvent être en verre trempé normal ou en verre feuilleté.

De préférence, le vitrage isolant comporte un élément d'équilibrage qui limite la surpression lorsque le vitrage est exposé au feu et les plaques de verre sont assemblées à leur périphérie avec une colle à base de silicones.

La combinaison d'un traitement de trempe particulier et du montage spécial prévu dans la revendication principale permet d'éviter que les contraintes mécaniques introduites tant par les gradients thermiques que par les déformations mécaniques ne dépassent la limite de rupture du verre trempé. Celui-ci reste donc intact dans tout le domaine de température où sa déformation est élastique. Lorsqu'il atteint le domaine de déformation plastique, il n'est plus susceptible alors de subir la casse fragile typique des matériaux verriers.

De préférence, si l'on envisage d'utiliser le panneau en tant qu'élément de séparation du type écran de cantonnement, l'élément vitré du panneau peut comporter un vitrage appelé anti-feu et formé d'au moins deux plaques de verre parallèles entre elles et définissent un espace intermédiaire dans lequel est placée une couche faite d'un gel aqueux dont la phase aqueuse comporte un sel, un type de vitrage par exemple connu des brevets FR - 2 346 548, EP- 0 214 056 ou EP- 0 442 768 ainsi que des brevets FR - 2 027 646 ou FR - 2 321 575. Leur principe de fonctionnement est le suivant : la chaleur, en cas de feu, commence à être absorbée dans le vitrage par l'eau du gel aqueux et elle la vaporise. Dans une seconde phase, après l'évaporation de l'eau et la combustion de la phase organique solide du gel, ledit gel constitue une croûte solide qui fait un « bouclier » isolant vis-à-vis du rayonnement thermique et qui, dans le contexte de l'invention, peut également faire office durant un certain temps de barrière aux flammes ou gaz.

L'élément vitré, peut aussi, outre la ou les plaques en verre silico-sodo-calcique, comporter des plaques en verres dits spéciaux présentant de par leur composition une résistance accrue à la chaleur, notamment une ou plusieurs plaques en verre de boro-silicate. On peut également mentionner les plaques en verre silico-soldo-calcique armé.

Le système de montage de l'élément vitré, toujours quand il sert d'élément de séparation du type

écran de cantonnement, c'est-à-dire l'ensemble de moyens qui va permettre de le fixer à la structure porteuse, intervient également de manière significative dans l'aspect général de l'élément de séparation. De préférence, ces moyens sont donc conçus de manière à laisser apparents au moins un des côtés de l'élément vitré, notamment ses bords latéraux et la majeure partie de son bord inférieur. (Dans le contexte de l'invention, les termes « latéraux », « supérieur » ou « inférieur » sont à comprendre en référence à l'élément de séparation que l'on considère une fois fixé à la structure porteuse, tel un plafond, selon un plan substantiellement vertical).

Laisser ainsi au moins un côté libre, et de préférence trois, apporte en effet un double avantage : tout d'abord, un tel montage renforce grandement le caractère de discrétion et l'impression de légèreté déjà donnés par l'ensemble de l'élément de séparation grâce au matériau verrier utilisé. Par ailleurs, ces bords apparents vont autoriser l'élément vitré à se dilater et se déformer librement dans ces zones une fois soumis à la chaleur, ce qui diminue d'autant le risque de casse brusque de celui-ci et par conséquent augmente sa tenue au feu.

Ces moyens de fixation comprennent notamment des moyens de soutien d'une partie du bord inférieur de l'élément vitré, moyens tout particulièrement localisés au niveau des coins dudit bord et qui peuvent prendre la forme de petits ergots-soutiens.

De la sorte, on garde à l'ensemble la légèreté précédemment mentionnée, tout en garantissant de manière optimale la fixation mécanique durable et sûre de l'élément vitré à la structure porteuse.

Les moyens de fixation peuvent également comporter des moyens de maintien d'au moins un des bords de l'élément vitré, tout particulièrement son bord supérieur. On comprend comme moyen de maintien, dans le cadre de l'invention, tout moyen permettant de positionner l'élément vitré par rapport à la structure porteuse et/ou de le maintenir fixé plus ou moins fortement et/ou d'assurer une étanchéité vis-à-vis des gaz entre l'élément de séparation et la structure ou le plafond contre lesquels il est disposé par la suite. Ces moyens de maintien comprennent notamment un cadre ou une pareclose ne couvrant de préférence qu'au plus 15 millimètres de la périphérie du bord, distance mesurée à partir de son chant. On assure ainsi l'étanchéité vis-à-vis des gaz entre ledit bord et le cadre ou la pareclose. Cette distance d'au plus 15 millimètres est en effet avantageuse dans le sens où la portion de verre qui se trouve enserrée dans le cadre où la pareclose se trouve suffisamment réduite pour diminuer au mieux les gradients thermiques dans l'élément vitré soumis au feu entre sa partie médiane et ses bords périphériques recouverts par ledit cadre, gradients thermiques qui sont la source de casse brutale du verre. Cependant, cette distance reste suffisante pour assurer un maintien satis-

faisant de l'élément vitré dans son cadre. L'étanchéité évoquée est bien sûr importante pour éviter la circulation des flammes et fumées entre cadre et verre.

Avantageusement, on prévoit que le maintien de l'élément vitré dans son cadre, tout particulièrement au niveau de son bord supérieur, soit assuré à l'aide d'un matériau fibreux interposé entre les deux, matériau fibreux qui peut être de nature métallique ou céramique. L'intérêt d'une matière fibreuse est sa capacité à la compression, ce qui permet de « régler » l'intensité du serrage de l'élément vitré dans son cadre par des moyens mécaniques du type vis et boulon, et donc de régler la fixation entre eux. S'il est de nature métallique, ce qui est par exemple connu de la demande de brevet EP- 0 568 458, il contribue d'une part, de par sa haute conductivité thermique, à diminuer les gradients thermiques entre le bord de l'élément vitré recouvert par le cadre et le reste dudit élément. Il tend d'autre part à ralentir la chute de l'élément vitré par affaissement lorsqu'il se ramollit sous l'effet de la chaleur, les fibres métalliques s'incrétant dans le verre ramolli et le retenant ainsi. Le type de montage préconisé dans cette demande permet un « pincement » très efficace du bord de l'élément vitré dans son cadre.

Par ailleurs, ces moyens de maintien du bord supérieur de l'élément vitré peuvent être conçus de manière à ce qu'une fois l'ensemble fixé à la structure porteuse, ils garantissent l'étanchéité vis-à-vis des gaz entre l'élément de séparation et ladite structure porteuse du type plafond. Ainsi le moyen de maintien sous forme de cadre peut avantageusement se prolonger de manière à pouvoir se plaquer au plafond sans discontinuité de contact entre cadre et plafond. Pour assurer la continuité entre cadre et structure porteuse type plafond, sans pour autant empêcher la dilatation du cadre en cas d'échauffement par incendie, on peut disposer entre eux tout type de joint fibreux ou compressible adapté. Il va de soi que, selon la conception du local à équiper, la fixation de l'élément de séparation peut être faite directement à une structure porteuse supérieure, type dalle, tandis que ledit élément se trouve de fait plaqué contre un faux plafond qui est lui-même fixé à la dalle. Peut être, en outre, prévu un moyen d'étanchéité supplémentaire du type mastic approprié entre cadre et plafond (ou faux plafond).

Des moyens de liaison peuvent également être avantageusement prévus pour relier les moyens de soutien, du type ergots, du bord inférieur de l'élément vitré aux moyens de maintien du type cadre du bord supérieur de ce dernier. De préférence, ces moyens de liaison, sous forme de tiges, longent sans contact au moins un des bords latéraux de l'élément vitré et sont conçus de manière à pouvoir pivoter par rapport audit élément de maintien.

De la sorte, il est facile de solidariser rapidement l'élément vitré à ses différents moyens de fixation.

Les moyens de fixation de l'élément vitré sont de préférence métalliques, le métal présentant une bonne tenue au feu et en outre se dilatant thermiquement davantage que l'élément vitré. De la sorte, notamment au niveau du moyen de maintien du type cadre du bord supérieur de l'élément vitré, ledit cadre se dilatera au moins autant que le verre lors d'un feu et de ce fait permettra à ce dernier de se déformer relativement librement sous la chaleur, même si, au départ, le verre est relativement fermement maintenu dans le cadre.

En fonction des dimensions du local à équiper avec les éléments de séparation conformes à l'invention il peut s'avérer nécessaire de prévoir une pluralité d'éléments disposés côte à côte. Il est alors avantageux de les assembler à l'aide de moyens de jointoiement étanches aux gaz, pour éviter la circulation des flammes et fumées entre deux éléments de séparation adjacents.

Il est à noter par ailleurs qu'avec le montage selon l'invention, on peut fabriquer des éléments de séparation efficaces, de grandes dimensions et offrant cependant une grande sécurité d'emploi. Ainsi, les éléments vitrés selon l'invention peuvent présenter usuellement une hauteur de 0,3 à 1 mètre, une longueur de 1 à 2,5 mètres et une épaisseur d'environ 6 à 10 millimètres ou plus.

Les détails et caractéristiques avantageuses de l'invention ressortent des modes de réalisation suivants, non limitatifs et illustrés à l'aide des figures qui représentent: (les deux premières figures concernent un panneau utilisé en tant que vitrage. Les figures suivantes concernent un panneau utilisé en tant qu'écran de cantonnement).

- figure 1 : une coupe d'un cadre d'un vitrage monolithique conforme à l'invention et,
- figure 2 : un vitrage double.
- figure 3 : un écran de cantonnement selon l'invention,
- figure 4 : une vue partielle de la fixation en partie haute de l'élément vitré de l'écran de cantonnement selon la figure 3,
- figure 5 : une vue partielle du montage de la fixation en partie basse de l'élément vitré de l'écran de cantonnement selon la figure 3.

Sur la figure 1 on a représenté en 1 un vitrage monolithique trempé conforme à l'invention. Il s'agit d'un verre flotté silico-sodo-calcique qui a subi un traitement particulier qui sera présenté en détail plus loin. Le profilé en tôle d'acier pliée 2 d'une épaisseur de l'ordre de 2 mm constitue le cadre du vitrage, il est lié à la structure du bâtiment dans des conditions décrites plus bas. Ce profilé 2 comporte une feuillure à section en équerre qui porte le verre par l'intermédiaire de cales d'appui 5 inférieures faites d'un matériau à base d'amiante. La dénomination PROMABEST Y de la Société PROMAT à 78540 Vernouillet (France) désigne un matériau adapté. Dans le cas d'un verre

1 de 10 mm d'épaisseur et de hauteur 170 cm, les dimensions des cales d'appui 5 sont : largeur 13 mm, épaisseur 8 mm, elles s'étendent sans interruption sous toute la dimension horizontale du vitrage. Sur les deux côtés verticaux et au-dessus du vitrage un espace d'épaisseur équivalente est laissé libre. De part et d'autre du verre, des joints 6 en fibre céramique le maintiennent latéralement. Pour l'étanchéité des couvre-joints 7, par exemple en silicone, terminent l'ensemble. La tenue latérale est assurée par une pareclose 3 en tôle pliée également. Elle possède un ergot longitudinal 10 qui s'insère dans le logement 9 du profilé principal. De place en place, une vis autotaraudeuse 11 empêche lors de l'incendie la sortie de la pareclose, l'espace entre les vis 11 est de l'ordre de 70 cm ou moins. La hauteur des profilés 2 est, pour un vitrage d'une dimension de 1,70 m au carré, de l'ordre de 80 mm. La largeur doit être plus faible, de l'ordre de la moitié.

Le profilé 2 n'est pas en contact direct avec la structure du bâtiment mais il existe tout autour du cadre, à froid, un jeu périphérique important (au moins 0,6 % c'est-à-dire, par exemple, 20 mm de jeu cumulé par rapport à la structure pour des dimensions globales de l'ensemble vitré de l'ordre de 3 m).

Sur la figure ce jeu représenté en 17 est rempli de laine de roche.

La fixation latérale du cadre perpendiculairement au verre, en revanche, est rigide.

Un moyen de réaliser ces deux conditions, fixation latérale et possibilité de dilatation longitudinale, est réalisé par le système représenté au bas de la figure 1. Des profilés en L, sur les quatre côtés du cadre sont fixés rigidement à la structure par des moyens (tire-fonds par exemple) non représentés. Dans le plan parallèle au vitrage, la fixation se fait par des vis 13 équipées de rondelles 18, elles traversent des trous oblongs 12 (les vis sont à l'extrémité de ces trous dirigée vers l'intérieur du cadre). Ces trous ont une longueur au moins égale au jeu prévu en 17. Sur la figure, le montage est prévu pour que le feu provienne de la droite, dans ce cas, il est avantageux que les rondelles 18 (du côté du feu) soient constituées d'un matériau qui flue à la chaleur mais dont le module à froid reste élevé et le fluage faible; Un alliage d'aluminium convient comme matériau pour ces rondelles; mais même avec des rondelles en acier, en général, les efforts de dilatation et le jeu procuré par l'échauffement de la vis sont tels que la dilatation du cadre n'est pas empêchée.

De l'autre côté une fixation du même type permet à une plaque 14 d'obturer le passage sans gêner la dilatation du cadre grâce à des vis 15 traversant des trous oblongs 16.

L'espace 17 est, on l'a vu, avantageusement rempli de laine de roche.

Les jeux qui sont prévus, d'une part à la périphérie du verre en 5 et d'autre part à la périphérie du ca-

dre en 17 permettent de limiter fortement les contraintes qui s'exercent sur le verre lors d'un incendie. Si le jeu autour du verre peut rester le même, indépendamment des dimensions de celui-ci, il n'en va pas de même du jeu 17, à la périphérie du cadre. Lui doit être d'autant plus important que les dimensions du cadre sont elles-mêmes plus importantes. En général, un jeu de 8 mm à la périphérie du verre suffit. En revanche, on l'a vu, le jeu 17 doit être de l'ordre de 0,6 % de la dimension correspondante de la baie.

Un paramètre également important est la hauteur de recouvrement de la feuillure d'un côté et de la pare-close de l'autre sur le verre 1. Cette hauteur qui correspond à « l'ombre portée » par l'acier du cadre sur le vitrage lors de l'incendie doit rester inférieure à 15 mm, la valeur de 10 mm convient parfaitement.

Le verre silico-sodo-calcique 1 sur la figure 1 a une épaisseur de 6 mm. Il a subi un traitement spécial. D'une manière générale, l'élément vitré est constitué d'un vitrage conçu pour rester en place au cours d'un incendie. La combinaison triple décrite dans le brevet européen EP - 0 219 801 B1, avec des dimensions hauteur 160 cm, largeur 120 cm et des combinaisons d'épaisseur 4 mm trempé, 4 mm recuit, 4 mm trempé, répond par exemple à cette exigence pendant une durée de 36 minutes lorsqu'il est soumis à la courbe d'élévation de température normalisée.

Mais les éléments vitrés de l'invention de conception à la fois plus simple et plus rigoureuse permettent d'obtenir des tenues au feu de plus longue durée. Ils comportent une ou plusieurs plaques de verre silico-sodo-calcique dont une au moins a subi un traitement particulier. Celui-ci consiste d'une part en un polissage des chants avec une rugosité de poli inférieure à 5 µm et d'autre part en un traitement de trempe thermique fournissant une contrainte de compression superficielle d'au moins 120 mégapascals et de préférence de 140 mégapascals.

Le montage présenté figure 1 est compatible comme on l'a vu avec élément monolithique de 6 mm d'épaisseur mais, à condition d'accroître la largeur du profilé 2, il est également compatible avec des épaisseurs de 8 ou de 10 mm (éléments monolithiques ayant subi les mêmes étapes de traitement).

Une autre combinaison a également été essayée et a donné satisfaction, il s'agit de l'association de deux verres monolithes du type précédent associés en un vitrage feuilleté grâce à un film de polyvinylbutyral (PVB). Des épaisseurs de verre de deux fois 8 mm et deux fois 10 millimètres ont donné satisfaction, les verres étaient associés par une feuille unique de PVB d'une épaisseur de 0,76 mm.

La figure 2 montre l'association d'un cadre peu différent de celui de la figure 1 avec un élément vitré constitué par un vitrage isolant.

Le vitrage isolant 20 est constitué de deux verres 21, 22 dont au moins un 22 a subi le traitement de l'invention, c'est lui qui est situé du côté opposé au feu.

Il est nécessaire que les deux verres 21, 22 aient subi le même traitement dans le cas où la paroi pare-flamme doit pouvoir fonctionner dans les deux sens.

Le profilé 23 qui sépare les deux verres est en acier, l'assemblage est réalisé avec un mastic 24 à base de silicones. De plus, le vitrage isolant est équipé d'un dispositif non représenté qui permet un équilibrage des pressions entre l'intérieur et l'extérieur du vitrage lorsqu'un incendie provoque son échauffement. Le dispositif décrit dans la demande de brevet européen de numéro de dépôt 93 401 162.8 correspondant à FR-2,690,946 et qui consiste en un coin spécial avec un opercule fusible qui sert à l'assemblage des profilés 23 convient parfaitement.

Le montage du vitrage isolant 20 dans le profilé 25 est identique à celui de la figure 1, la méthode de liaison entre le cadre et la structure du bâtiment est également la même.

Dans le cas où les deux verres 21, 22 ne sont pas identiques, on peut associer au vitrage 22 qui a subi la préparation spéciale conforme à l'invention, un vitrage 21 qui est soit un verre trempé normal, soit un verre feuilleté associant deux verres silico-sodo-calciques recuits.

Deux essais au feu selon la norme ISO 834 et ISO 3009 ont été réalisés. Dans les deux cas, le cadre était du type de ceux des figures 1 et 2. Les éléments vitrés étaient d'une part en verre monolithique de 6 mm d'épaisseur et d'autre part un vitrage feuilleté constitué de deux verres de 10 mm assemblés avec du PVB.

ESSAI N°1

La baie du four de 3 m x 3 m était équipée de 4 éléments vitrés dont les dimensions étaient respectivement :

hauteur 109 cm, largeur 105 cm
et hauteur 109 cm, largeur 172 cm

pour les verres du bas et :

hauteur 168 cm, largeur 105 cm
et hauteur 168 cm, largeur 172 cm

pour ceux du haut.

Tous avaient subi le façonnage et la trempe spéciaux.

Leur épaisseur commune était 6 mm.

L'élévation de température en °C suivait la loi :

$$T - T_0 = 345 \text{ Log}_{10}(8 t + 1)$$

où le temps t est exprimé en minutes.

- à la 12^{ème} minute, le montant vertical central se cintrait vers le four avec une flèche de 10 cm,
- à la 24^{ème} minute, montant et traverse centraux avaient une flèche de 15 cm et à 38 minutes, de 20 cm,
- à la minute 43, la flèche atteint 25 cm, la déformation du vitrage le plus grand est visible,
- à la 59^{ème} minute, le plus grand des verres du haut commence à fluer et libère pour la première

re fois le passage aux flammes et aux gaz : fin de l'essai.

ESSAI N°2

L'élément vitré est un vitrage feuilleté 2 x 10 mm dont chaque élément constitutif en verre silico-sodocalcique a subi les deux traitements particuliers décrits plus haut. Ils sont associés avec une unique feuille de PVB d'épaisseur 0,76 mm. Le vitrage est vertical, d'une hauteur de 2,78 m sur une largeur de 1,68 m.

L'essai se déroule dans les conditions habituelles:

- dès la 3^{ème} minute le vitrage se déforme (convexité du côté du four),
- à la minute 7 le verre côté chaud se fragmente en tout petits morceaux qui restent collés à l'autre verre,
- minute 14, inflammation du PVB. Quelques fragments du verre côté chaud tombent,
- 18^{ème} minute, le PVB noircit,
- minute 21 : la déformation (cintrage) du vitrage atteint 5 cm,
- minute 36 début de fluage du vitrage mais il reste maintenu en partie haute,
- 42^{ème} minute, la partie haute du vitrage sort de la pareclose,
- minute 43 : fin de l'essai, le vitrage s'effondre et libère le passage pour les flammes et les gaz.

Un deuxième mode de réalisation de l'invention est représenté aux figures 3 à 5. Il s'agit d'un écran de cantonnement, ou élément de séparation.

L'élément de séparation 31 représenté de manière schématique à la figure 3 est destiné à être suspendu selon un plan substantiellement vertical au plafond (non représenté) d'un local de grandes dimensions afin de bloquer, ou au moins de freiner pendant un certain temps, la propagation des fumées, flammes et gaz toxiques d'un bout à l'autre dudit local si un incendie s'y déclare.

Cet élément 31 comporte principalement un élément vitré transparent composé d'un vitrage dit pare-flamme présentant une bonne tenue au feu. Il s'agit d'un vitrage monolithique (il pourrait bien sûr également présenter une structure feuilletée ou de vitrage isolant) en verre flotté silico-sodo-calcique ayant subi d'une part un polissage de ses chants afin d'obtenir une rugosité de poli inférieure à 5 micromètres et d'autre part une trempe thermique afin de lui conférer une contrainte de compression superficielle d'au moins 120 Mpa et ici d'environ 140 Mpa, tout comme le vitrage monolithique de la figure 1 précédente.

Ses dimensions sont approximativement les suivantes : une épaisseur de 6 millimètres, une largeur de 50 centimètres et une longueur de 1,8 mètre.

En partie supérieure du vitrage 32, le bord du vi-

trage 32, donc celui qui va se trouver le plus proche du plafond, a sa périphérie enserrée dans un profilé métallique 35 qui, comme montré à la figure 4, se compose d'une plat 36 et d'une cornière 37. La cornière 37 est vissée sur le plat 36 à l'aide d'écrous 38 associés à des vis 39. On prévoit d'interposer entre vitrage 32 et profilé 35 un matériau fibreux 40, soit en fibres céramiques notamment commercialisées sous le nom de Fiberfrax, soit en fibres métalliques, notamment sous la forme d'une tresse guipée conformément à la demande de brevet EP- 0 568 458 précitée. S'il est choisi métallique, il permet, en pénétrant à la surface du verre ramolli, d'en freiner la chute sous l'effet de la chaleur d'un incendie et, du fait qu'il est un bon conducteur thermique, il limite le gradient thermique entre le bord du vitrage 32 dans le cadre profilé 35 et le reste du vitrage.

Ce matériau fibreux, quelle que soit sa nature, présente au repos une section d'environ 10 x 5 millimètres carré.

En ajustant le serrage du boulon 38, 39, le matériau fibreux 40 se trouve plus ou moins fortement comprimé et le vitrage 32 plus ou moins fermement maintenu dans le profilé 35.

Puisque le profilé 35 est ici de nature métallique, il n'est cependant pas nécessaire de prévoir au départ un jeu à froid trop important, entre cadre et vitrage permettant au vitrage de se déformer en cas de feu, puisque le profilé tendra à se dilater davantage que le verre, créant de ce fait le jeu nécessaire au moment de l'incendie. Si le profilé est de nature autre, il pourra être avantageux cependant de ménager un jeu périphérique plus important, à froid, entre le vitrage 32 et le profilé 35 pour éviter que le vitrage ne se casse brutalement lors d'un feu et ne soit rendu de ce fait complètement inopérant.

Un couvre-joint 41 en un matériau étanche aux gaz et résistant à la chaleur, par exemple celui commercialisé sous le nom de Pyrosil B, est déposé sur le matériau fibreux 40 afin d'assurer une finition soignée. Conjointement avec le matériau fibreux 40, il bloque en outre efficacement le passage des flammes et fumées entre le bord supérieur du vitrage 32 et le profilé 35.

Le plat 36 est muni en partie haute d'orifices 42 régulièrement répartis sur toute sa longueur et destinés à pouvoir le fixer de manière sûre au plafond à l'aide de moyens mécaniques connus non représentés. L'élément de séparation 31 peut donc, par le prolongement de ce plat 36, se plaquer contre le plafond, en interdisant tout passage de gaz ou flammes entre les deux.

On prend soin que la périphérie du bord supérieur du vitrage 32 mesurée à partir de son chant ne soit couverte que d'environ 10 millimètres par le profilé 35, de manière à assurer un maintien suffisant du vitrage 32 dans son profilé 35 tout en limitant au mieux l'importance des gradients thermiques qui peuvent

s'établir lors d'un feu entre le bord du vitrage recouvert par le profilé et le reste du vitrage qui est, lui, directement exposé à la chaleur, gradients qui sont la source de casses rapides du vitrage comme déjà mentionné.

L'effort de support du vitrage 32 peut être en partie et même pour l'essentiel assuré par un maintien ferme du bord supérieur de ce dernier dans son profilé 35.

On peut cependant préférer, pour plus de sûreté, assurer un support du vitrage 32 en partie inférieure, ce qui est l'objet de la figure 5. Ce support consiste à soutenir les deux coins inférieurs du vitrage du vitrage 32 à l'aide d'ergots 33 prenant la forme de profilés métalliques de section en U. On peut les prévoir d'une longueur adaptée pour qu'ils offrent un support efficace tout en restant suffisamment discrets. Un bon compromis est par exemple une longueur de l'ordre de 15 à 25 millimètres. Ces ergots 33 sont eux-mêmes supportés par des tiges métalliques 34 de section carrée d'environ 12 x 12 millimètres carrés qui longent sans les toucher les bords latéraux du vitrage 32 et sont fixées au profilé 35 de manière à ce que soit autorisé un mouvement de pivotement des tiges par rapport au profilé.

Le montage du vitrage diminue donc au mieux les risques de casse du vitrage, en limitant les gradients thermiques dans le vitrage et en lui laissant la possibilité de se déformer, tout en lui assurant un support mécanique efficace une fois l'élément de séparation 31 suspendu.

Le fait que les bords latéraux et quasiment tout le bord inférieur soient laissés libres rend l'ensemble discret et esthétique, et les caractéristiques mêmes du vitrage lui assurent une excellente tenue au feu.

Afin d'évaluer la durée pendant laquelle un tel élément de séparation ou écran de cantonnement 31 peut assurer sa fonction de barrière aux flammes et gaz, on l'a soumis aux essais d'incendie selon les normes ISO 834 et ISO 3009 dans les mêmes conditions que précédemment.

L'élément de séparation 31 est durant l'essai situé à 190 millimètres parallèlement et derrière le verre vitro céramique constituant la face avant du four utilisé pour simuler l'incendie.

Pendant les vingt premières minutes de l'essai, l'écran 31 garde sa tenue mécanique sans aucune faiblesse. Vers la 25^{ème} minute, le vitrage commence à s'affaïsser et s'amincir en-dessous de la zone de fixation par pincement dans le profilé 35. L'effondrement de celui-ci se produit vers la 35^{ème} minute.

Les éléments de séparation selon l'invention sont donc capables de bloquer en partie haute de locaux la propagation des flammes et gaz pendant au moins environ 30 minutes. Ils présentent donc le niveau de tenue au feu requis tout en étant très esthétiques.

Si l'on souhaite un serrage extrêmement efficace du bord supérieur du vitrage dans son cadre, le mon-

tage décrit dans la demande précitée EP - 0 568 458 est également particulièrement recommandé. Donc à la fois par le choix de l'élément vitré résistant au feu lui-même et par le choix de son montage, on peut adapter l'écran selon l'invention en fonction des besoins et du niveau de performance requis. En tout état de cause le type de montage permet à l'élément vitré de se dilater librement, puisqu'il a trois de ses côtés libres, son côté supérieur enserré à l'aide d'un matériau fibreux d'une manière autorisant également une certaine dilatation.

Par ailleurs, on peut, si nécessaire, disposer les écrans bord à bord, en les assemblant par exemple à l'aide d'un joint résistant à la chaleur et étanche aux gaz, disposé entre les tiges 34 des écrans que l'on assemble. On peut aussi envisager de munir chaque écran 31 d'une seule tige 34 ne longeant qu'un seul des bords latéraux du vitrage mais munie de deux ergots 33 aptes donc à soutenir simultanément les deux coins contigus de deux éléments de séparation assemblés côte à côte.

Les vitrages qu'on vient de décrire et leur technique de montage permettent ainsi, à partir de verres bon marché et d'excellente qualité optique, d'obtenir des produits pare-flamme performants.

Avant le développement des produits verriers et des techniques de montage de l'invention, seuls des produits de petite dimension ou des verres spéciaux (verres armés, borosilicates) permettaient de disposer de vitrages pare-flamme. En particulier, les techniques de montage selon l'invention permettent d'atteindre les limites intrinsèques du produit verrier lui-même alors qu'auparavant sa cassese produisait bien avant que les limites intrinsèques de l'élément vitré ne soient atteintes.

Revendications

1. Panneau transparent dit pare-flamme apte à retarder la propagation des flammes et/ou fumées ou gaz en cas d'incendie et comportant un élément vitré comprenant du verre silico-sodo-calcique trempé équipé de moyens aptes à le fixer et à une structure porteuse d'un bâtiment, **caractérisé en ce que** lors de son échauffement en cours d'incendie, l'élément vitré peut se déformer librement, **et en ce que** l'ensemble des jeux périphériques mesurés à froid entre l'élément vitré et ses moyens de fixation à la structure porteuse et entre lesdits moyens et ladite structure sont suffisamment grands pour permettre la dilatation libre de l'élément vitré causée par son échauffement.
2. Panneau selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément vitré comporte une ou plusieurs plaques de verre silico-sodo-calcique dont

- une au moins a subi un traitement de trempe thermique.
3. Panneau selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la ou les plaques de verre de l'élément vitré ayant subi une trempe thermique ont une épaisseur supérieure à 5 mm, **en ce que** leurs chants sont polis avec une rugosité du poli inférieure à 5 μm **et en ce que** leur contrainte de trempe est supérieure à 120 mégapascals et de préférence de l'ordre de 140 mégapascals. 5
 4. Panneau selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** les moyens de fixation du type cadre et/ou pareclose qui équipent l'élément vitré sur au moins un de ses côtés ne recouvrent la périphérie de la plaque de verre ayant subi une trempe thermique que jusqu'à une distance de son chant égale au maximum à 15 mm et de préférence égale à 10 mm. 10
 5. Panneau selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'élément vitré comporte une seule plaque de verre d'une épaisseur de l'ordre de 6 mm. 15
 6. Panneau selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'élément vitré est un verre feuilleté, comportant notamment au moins deux plaques de verre trempé chacune d'une épaisseur supérieure ou égale à 6 mm. 20
 7. Panneau selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le vitrage feuilleté comporte un seul film intercalaire de polyvinylbutyral d'une épaisseur inférieure à 1 mm. 25
 8. Panneau selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'élément vitré est un vitrage isolant dont au moins la plaque de verre du côté opposé au feu est en un verre trempé conforme à la revendication 3. 30
 9. Panneau selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la ou les plaques exposées au feu sont en verre trempé normal ou en verre feuilleté. 35
 10. Panneau selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le vitrage isolant comporte un élément d'équilibrage qui limite la surpression lorsque le vitrage est exposé au feu. 40
 11. Panneau selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** les plaques de verre sont assemblées à leur périphérie avec une colle à base de silicone. 45
 12. Panneau (31) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le maintien de l'élément vitré (32) dans les moyens de fixation ayant la forme de cadre ou de pareclose (35) est assuré à l'aide d'un matériau fibreux (40) interposé entre les deux, notamment de nature céramique ou métallique. 50
 13. Panneau selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** il est destiné à être disposé en partie haute de locaux en tant qu'élément de séparation, les moyens aptes à fixer l'élément vitré à la structure porteuse du type plafond étant conçus de manière à laisser apparents au moins un des côtés dudit élément vitré (32), notamment les bords latéraux et la majeure partie du bord inférieur de l'élément vitré (32) une fois fixé à la structure porteuse selon un plan substantiellement vertical. 55
 14. Panneau (31) selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** les moyens aptes à fixer l'élément (32) à la structure porteuse comportent des moyens de soutien (33) d'une partie du bord inférieur de l'élément vitré (32) une fois fixé à la structure porteuse, notamment au niveau des coins dudit bord. 60
 15. Panneau (31) selon la revendication 13 ou la revendication 14, **caractérisé en ce que** les moyens aptes à fixer l'élément (32) à la structure porteuse comportant des moyens de maintien (35) d'au moins un des bords de l'élément vitré (32), notamment uniquement le bord supérieur dudit élément (32) une fois fixé à la structure porteuse, moyens de maintien comprenant un cadre ou une pareclose ne recouvrant de préférence qu'au plus 15 millimètres de la périphérie du bord mesurée à partir de son chant et assurant l'étanchéité vis-à-vis des gaz entre bord et cadre ou pareclose. 65
 16. Panneau (31) selon l'une des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** les moyens de maintien (35) du bord supérieur de l'élément vitré (32) sont conçus de manière à ce qu'une fois l'élément de séparation (31) fixé à la structure porteuse du type plafond, ils garantissent l'étanchéité aux gaz entre élément de séparation (31) et la structure porteuse du type plafond ou le faux plafond. 70
 17. Panneau selon l'une des revendications 13 à 16, **caractérisé en ce que** les moyens de soutien (33) sont reliés aux moyens de maintien (35) par des moyens de liaison (34), notamment des tiges longeant sans contact au moins un des bords latéraux de l'élément vitré (32) une fois l'ensemble fixé à la structure porteuse et pouvant pivoter par rapport auxdits moyens de maintien (35). 75

18. Panneau (31) selon l'une des revendications 13 à 17, **caractérisé en ce que** les moyens de fixation (33, 34, 35) de l'élément vitré (32) sont métalliques.
19. Panneau (31) selon l'une des revendications 13 à 18, **caractérisé en ce que** l'élément vitré (32) est un vitrage anti-feu formé d'au moins deux plaques de verre parallèles entre elles et définissant un espace intermédiaire dans lequel est placée une couche faite d'un gel aqueux dont la phase aqueuse comporte un sel.
20. Panneau (31) selon l'une des revendications 13 à 19, **caractérisé en ce que** l'élément vitré (32) comporte également au moins une plaque de verre en borosilicate ou au moins une plaque de verre silico-sodo-calcique armé.
21. Pluralité de panneaux (31) selon l'une des revendications 13 à 20, **caractérisé en ce qu'ils** sont assemblés côte à côte à l'aide de moyens de jointoiement étanches aux gaz.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10

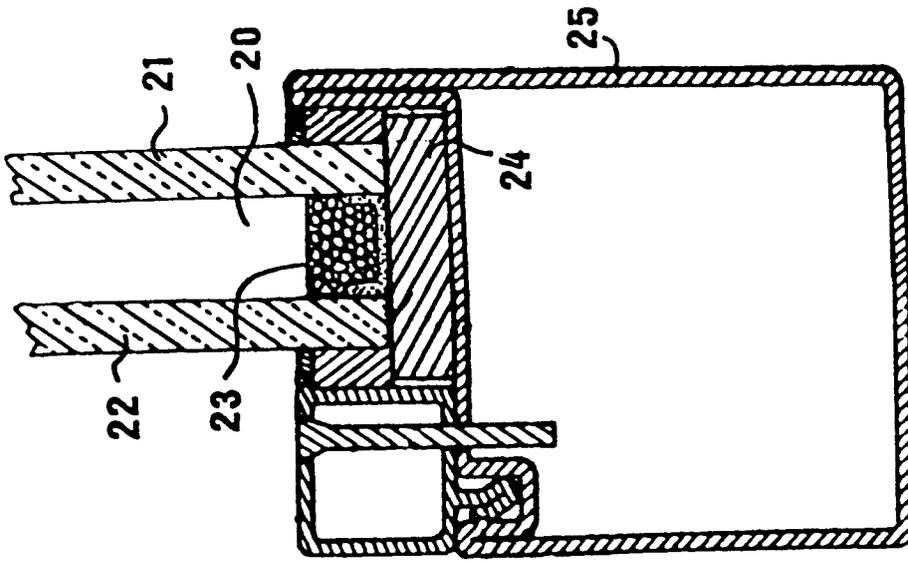


Fig. 2

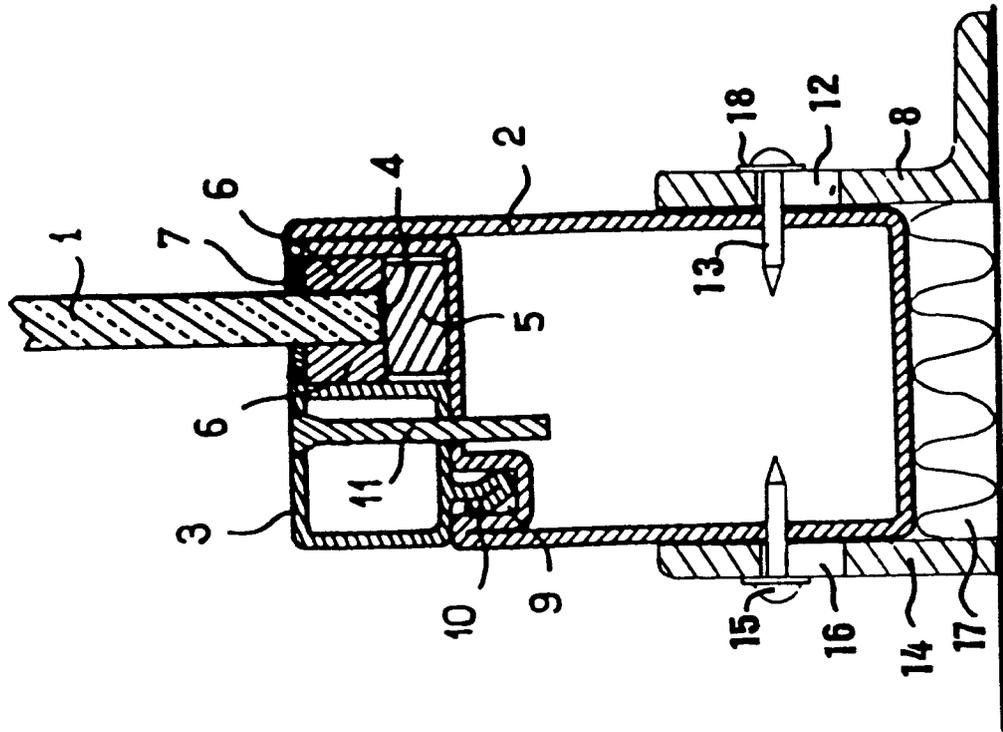


Fig. 1

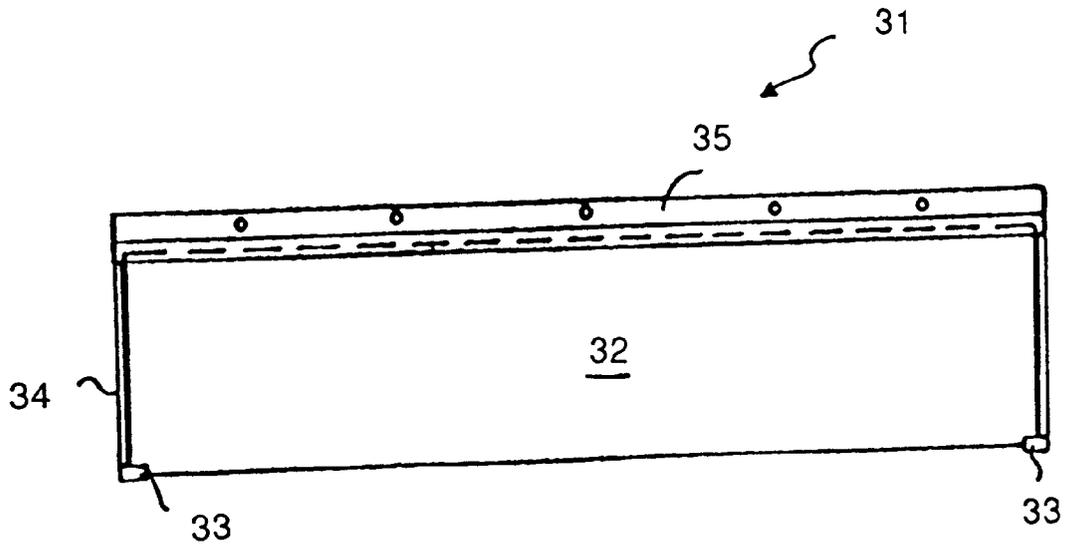


Fig. 3

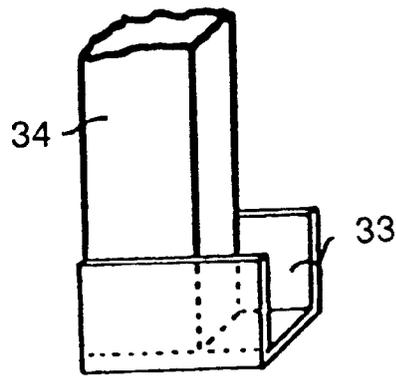


Fig. 5

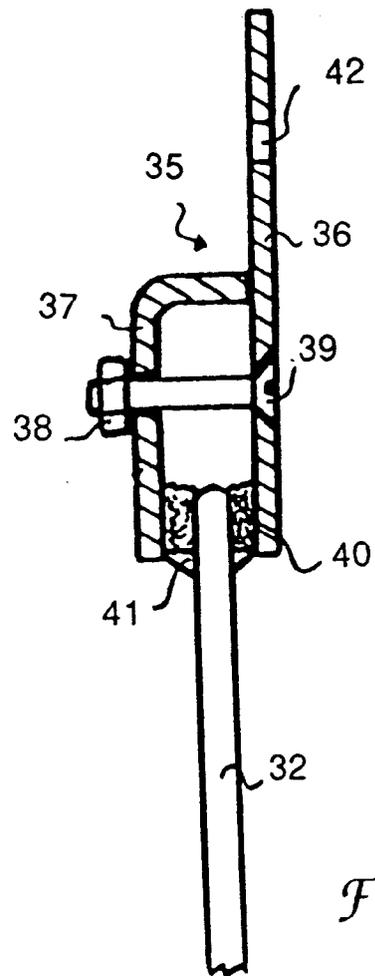


Fig. 4