

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

②2 Date de dépôt : 11 juillet 1983.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 18 janvier 1985.

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

⑦1 Demandeur(s) : *SAINTE-GOBAIN VITRAGE S.A.* — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jean-Louis Bravet, Daniel Colmon, Gérard
Daude et Michel Jean Moncheaux.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : René Muller.

⑤4 Vitrage feuilleté de sécurité.

⑤7 L'invention concerne un vitrage feuilleté comprenant une
feuille de verre, une couche intercalaire à base d'un polyuré-
thane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie et une
couche de revêtement autocicatrisable.

Selon l'invention, la couche intercalaire à base d'un polyuré-
thane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie est formée
essentiellement d'un polyuréthane obtenu par coulée réactive
sur un support plan horizontal d'un mélange réactionnel d'un
composant isocyanate d'une viscosité inférieure à 5 000 centi-
poises à 40° C et d'un composant polyol, le composant isocya-
nate comprenant au moins un diisocyanate aliphatique ou
cycloaliphatique ou un prépolymère d'isocyanate, le composant
polyol comprenant au moins un polyol long difonctionnel de
masse moléculaire comprise entre 500 et 4 000 et au moins
un diol court en tant qu'agent d'allongement de chaîne.

Le vitrage peut être utilisé en tant que pare-brise de véhi-
cule.

VITRAGE FEUILLETE DE SECURITE

10 L'invention concerne les vitrages feuilletés notamment des
pare-brise de véhicule comprenant un support rigide transparent en ver-
re de silicate, une couche de matière plastique transparente ayant des
propriétés d'absorbeur d'énergie (couche A E) et une couche de revête-
ment transparente en matière plastique résistant à la rayure et à
15 l'abrasion désignée par couche auto-cicatrisable ou encore couche de
protection interne (couche P I), car orientée vers l'intérieur de
l'habitacle dans le cas d'un pare-brise.

Des vitrages feuilletés de ce type sont connus. Par exemple,
dans la publication de brevet français 2 134 255, on décrit un vitrage
20 feuilleté comprenant une feuille de verre, une couche d'une matière
plastique ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie, notamment une
couche de polyvinylbutyral plastifié, un revêtement protecteur relative-
ment mou à base d'un polyuréthane aliphatique. Un tel vitrage feuil-
leté n'était pas entièrement satisfaisant car après un laps de temps
25 pouvant varier de quelques jours à plusieurs mois, il se produisait une
perte des propriétés d'adhésion notamment entre le verre et la couche
intercalaire entraînant un décollement des éléments du vitrage
feuilleté, ainsi qu'une perte des qualités optiques du vitrage avec
formation de zones troubles. Ces pertes étaient dues semble-t-il à une
30 reprise d'humidité de la couche de polyvinylbutyral plastifié.

On connaît également d'après la publication du brevet
français 2 398 606 un vitrage feuilleté du type décrit précédemment
dans lequel la couche intercalaire ayant des propriétés d'absorbeur
d'énergie est un polyuréthane thermoplastique obtenu à partir d'au
35 moins un diisocyanate aliphatique et d'au moins un polyesterdiol ou
polyétherdiol, le rapport des groupements équivalents NCO aux groupe-
ments équivalents OH étant de préférence compris entre 0,8 et 0,9. Ce
vitrage conserve ses bonnes propriétés optiques et l'adhésion reste
bonne entre les éléments, dans des conditions de température et d'humi-

dité très variables, mais les propriétés bio-mécaniques du vitrage et notamment la résistance aux chocs ne sont pas entièrement satisfaisantes.

On connaît encore d'après la publication de brevet européen
5 0 054 491 un vitrage feuilleté ayant la structure décrite précédemment
et pour lequel la couche intercalaire de matière plastique ayant des
propriétés d'absorbeur d'énergie est à base d'un polyuréthane-polyurée
présentant une structure linéaire et une teneur en groupe urée de l'or-
dre de 1 à 20 % en poids, ce polyuréthane-polyurée étant le produit
10 réactionnel d'un prépolymère issu d'un composant polyol et d'un compo-
sant isocyanate pris en excès, avec au moins une diamine. Cette couche
intercalaire est fabriquée par extrusion d'une résine polyuréthane-
polyurée ou par coulée d'une solution de ladite résine et évaporation
des solvants, ce qui dans un cas comme dans l'autre nécessite plusieurs
15 opérations successives.

Dans le cas de l'extrusion, il est nécessaire d'effectuer une
synthèse préalable de la résine pour pouvoir l'extruder.

En outre pour obtenir la qualité optique nécessaire à l'ap-
plication envisagée, il faut "repasser" la feuille. Cette qualité opti-
20 que obtenue ne se maintient d'ailleurs généralement pas dans le temps
car la matière plastique garde en mémoire son procédé de fabrication et
la qualité obtenue par le "repassage" s'amenuise avec le temps.

De plus, l'extrusion de la couche ayant des propriétés d'ab-
sorbeur d'énergie pose un problème d'assemblage avec la couche autoci-
25 catrisable.

Dans le cas de la coulée d'une solution, il est également né-
cessaire d'effectuer une synthèse préalable de la résine. Il faut en-
suite dissoudre celle-ci dans un solvant puis couler la solution et
évaporer le solvant de façon répétitive pour l'obtention d'une couche
30 d'épaisseur compatible avec le caractère absorbeur d'énergie recherché.
L'évaporation du solvant constitue en outre une source de nuisance.

L'invention obvie aux inconvénients cités et propose un vi-
trage de sécurité utilisé notamment en tant que pare-brise de véhicule
qui présente de bonnes propriétés optiques et bio-mécaniques et qui les
35 conserve dans des conditions variables de température et d'humidité.

Le vitrage selon l'invention comprend de même que les vitra-
ges connus cités ci-dessus, une feuille de verre, une couche de matière
plastique ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie et une couche de
revêtement autocicatrisable résistant à la rayure et à l'abrasion, son

originalité résidant dans le choix de la couche de matière plastique ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie.

Cette couche est selon l'invention formée dans un processus en continu par coulée réactive, sur un support plan horizontal duquel
5 elle est détachable, d'un mélange réactionnel d'un composant isocyanate et d'un composant à hydrogènes actifs notamment un composant polyol, le composant isocyanate comprenant au moins un diisocyanate aliphatique, cycloaliphatique ou un prépolymère de diisocyanate, ce composant ayant une viscosité inférieure à environ 5000 centipoises à + 40°C, le compo-
10 sant polyol comprenant au moins un polyol long difonctionnel de masse moléculaire comprise entre 500 et 4000 et au moins un diol court en tant qu'agent d'allongement de chaîne. Par coulée réactive on entend la coulée sous forme d'une couche ou d'un film d'un mélange liquide des composants à l'état de monomères ou de prépolymères, suivie d'une poly-
15 mérisation de ce mélange par la chaleur. Cette coulée réactive qui fournit à la couche ses bonnes propriétés mécaniques et optiques sera décrite plus complètement dans la suite de la description.

Les proportions des composants du polyuréthane sont choisies pour obtenir de préférence un système stoechiométriquement équilibré,
20 c'est-à-dire que le rapport des groupements équivalents NCO apportés par le composant diisocyanate aux groupements équivalents OH apportés par le composant polyol, c'est-à-dire le ou les polyols longs et le ou les diols courts est de l'ordre de 1. Lorsque le rapport NCO/OH est inférieur à 1, plus il décroît et plus les propriétés mécaniques recher-
25 chées pour l'application deviennent rapidement peu satisfaisantes. Lorsque le rapport NCO/OH est supérieur à 1, plus il croît et plus certaines propriétés mécaniques de la couche obtenue par coulée réactive sont renforcées, par exemple la couche devient plus rigide, mais étant donné le coût plus élevé du composant isocyanate par rapport à celui du
30 composant polyol, le choix de ces rapports NCO/OH sensiblement égal à 1 est un bon compromis entre les propriétés obtenues et le coût.

Les proportions entre le polyol long et le diol court peuvent varier en fonction des propriétés désirées et aussi du rapport des groupements équivalents, le nombre des groupements équivalents OH dus
35 au diol court représentant cependant généralement de 20 à 70 % des groupements équivalents totaux du mélange formant le composant polyol dans le cas où le rapport des groupements équivalents NCO sur les groupements OH est de l'ordre de 1. Lorsqu'on augmente la proportion du diol court on durcit la couche et on augmente généralement son module.

Les diisocyanates convenables utilisés dans le cadre de l'invention sont choisis parmi les isocyanates difonctionnels aliphatiques suivants : hexaméthylènediisocyanate (HMDI), 2,2,4-triméthyl-1,6-hexanediisocyanate (TMDI), bis 4-isocyanatocyclohexylméthane (Hylène W), bis 3-méthyl-4-isocyanatocyclohexylméthane, 2,2 bis (4-isocyanatocyclohexyl) propane, 3-isocyanatométhyl-3,5,5 triméthylcyclohexylisocyanate (IPDI), m-xylylènediisocyanate (XDI), m- et p-tétraméthylxylylènediisocyanate (m- et p- TMXDI), trans-cyclohexane-1,4 diisocyanate (CHDI), 1,3 (diisocyanatométhyl)-cyclohexane (XDI hydrogéné).

On utilise de préférence de l'IPDI notamment pour des raisons de prix de revient.

Sous un des aspects de l'invention, on utilise un composant isocyanate contenant des fonctions urées. Ces fonctions urées améliorent certaines propriétés mécaniques de la couche. Le taux d'urée peut représenter jusqu'à environ 10 % du poids total du composant isocyanate à fonctions urées. De préférence le taux d'urée est compris entre 5 et 7 % du poids total dudit composant. Pour la raison invoquée précédemment on utilise de préférence du 3-isocyanatométhyl-3,5,5 triméthylcyclohexylisocyanate comportant des fonctions urées (IPDI et dérivés).

Les polyols longs convenables sont choisis parmi des polyétherdiols ou des polyesterdiols de masse moléculaire 500 - 4000 ; les polyesterdiols étant les produits d'estérification d'un diacide tel que l'acide adipique, succinique, palmitique, azelaïque, sébacique, o-phthalique, et d'un diol tel un éthylèneglycol, propanediol -1,3, butanediol - 1,4, hexanediol- 1,6, les polyétherdiols de formule générale

$$\text{H} \left[\text{O} (\text{CH}_2)_n \right]_m \text{OH}$$

avec n = 2 à 6 ; m tel que la masse moléculaire soit située dans l'intervalle 500 - 4000, ou les polyétherdiols de formule générale

30
$$\text{H} \left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{OCH} - \text{CH}_2 \end{array} \right]_m \text{OH}$$
 avec m tel que la masse moléculaire soit située également dans l'intervalle 500 - 4000. On peut encore utiliser des polycaprolactoneddiols.

On utilise de préférence un polytétraméthylèneglycol (n = 4) de masse moléculaire 1000.

Les agents d'allongement de chaînes convenables sont des diols courts de masse moléculaire inférieure à environ 300 et de préférence inférieure à 150, tels que les : éthylèneglycol, propanediol-1,2, propanediol-1,3, butanediol-1,2, -1,3, -1,4, diméthyl-2,2 propanediol-

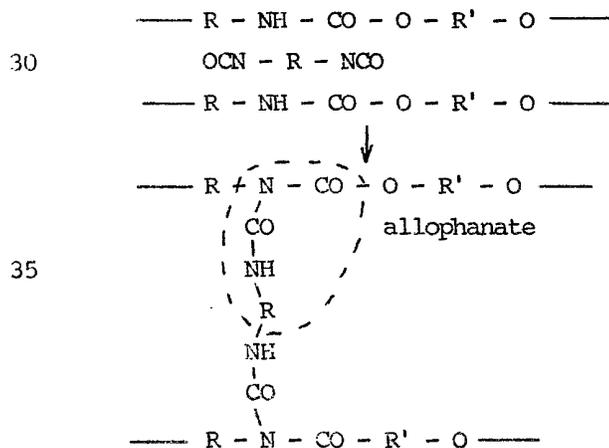
1,3 (néopentylglycol), pentanediol-1,5, hexanediol-1,6, octanediol-1,8, décanediol-1,10, dodécanediol-1,12, cyclohexanediméthanol, bisphénol A, méthyl-2 pentanediol-2,4, méthyl-3 pentanediol- 2,4, éthyl- 2 hexanediol-1,3, triméthyl-2,2,4-pentanediol-1,3, diéthylèneglycol,

5 triéthylèneglycol, tétraéthylèneglycol, butyne-2-diol-1,4, butènediol-1,4 et décynediol substitués et/ou étherifiés, hydroquinone-bis-hydroxyéthyléther, bisphénol A étherifiés par deux ou quatre groupes d'oxyde de propylène, acide diméthylolproponique. En général plus le diol est court plus la couche est dure.

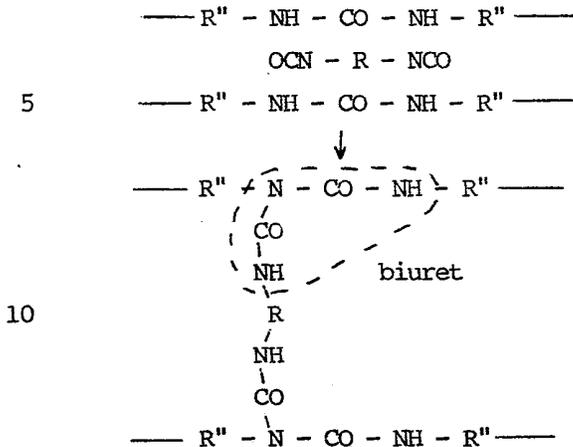
10 On utilise de préférence le butanediol-1,4 qui est un bon compromis pour l'obtention d'une couche ni trop dure, ni trop souple, que l'on recherche pour ce type d'application en tant qu'absorbeur d'énergie.

Une des caractéristiques de la couche ayant des propriétés
15 d'absorbeur d'énergie est qu'elle est obtenue par coulée réactive sur un support plan horizontal. Cette coulée réactive dont une forme a déjà été décrite par exemple dans la publication de brevet français 2 442 128 pour l'obtention d'une couche de polyuréthane thermodurcissable à partir d'un mélange de composants trifonctionnels fournit de façon sur-
20 prenante selon l'invention dans le cas de composants de départ difonctionnels une couche qui n'est pas entièrement thermoplastique lorsque le rapport des groupements NCO/OH est sensiblement égal à 1.

La coulée réactive implique une réaction rapide pour que la couche soit formée en des temps compatibles avec une fabrication industrielle. Ceci
25 nécessite une température élevée, de l'ordre de 100 à 140°C environ, température à laquelle des réactions secondaires de ramification se produisent créant par exemple des groupements allophanates et/ou biurets entre les chaînes d'uréthane, telles que :



ou



Dans ces conditions opératoires, mêmes avec des composants
 15 difonctionnels, lorsque le rapport NCO/OH est sensiblement égal à 1
 comme indiqué précédemment, le produit obtenu n'est pas complètement
 thermoplastique, en effet il est infusible et insoluble dans la plupart
 des solvants des polyuréthanes tel que le tétrahydrofurane, le
 diméthylformamide. Ceci ne présente pas d'inconvénient, car le film ou
 20 la feuille est déjà formé ; au contraire, on en tire comme avantage des
 propriétés mécaniques améliorées à formulation égale par rapport à un
 système équivalent polymérisé à basse température où seule une polycon-
 densation linéaire se produit.

Lorsque le rapport NCO/OH est inférieur à 1 et de l'ordre de
 25 0,8 à 0,9, une réticulation du type décrit ci-dessus ne se produit que
 de façon insignifiante.

Dans une réalisation de la couche de polyuréthane ayant des
 propriétés d'absorbeur d'énergie, le composant polyol peut contenir une
 faible proportion d'au moins un polyol de fonctionnalité égale ou supé-
 30 rieure à trois et notamment des triols aliphatiques monomères tels le
 glycérol, le triméthylolpropane, des triols à chaînes polyéther, des
 triols de polycaprolactone, la masse moléculaire de ces triols étant
 généralement comprise entre 90 et 1000. L'ajout d'un triol provoque des
 liaisons de pontage supplémentaires entre les chaînes du polyuréthane
 35 et peut ainsi encore améliorer la cohésion de la couche.

Les proportions entre le polyol long, le diol court et éven-
 tuellement le triol peuvent varier selon les propriétés désirées. On
 choisit généralement des proportions telles que pour un équivalent
 hydroxyle, le polyol long représente environ de 0,35 à 0,45 équivalent,

le diol court d'environ 0,2 à 0,7 équivalent et le triol environ 0 à 0,3 équivalent. Dans ces conditions, la couche présente les caractéristiques mécaniques suivantes mesurées selon les normes AFNOR NFT 46.002, 51.034 et 54.108.

- 5 - une contrainte au seuil d'écoulement σ_y à - 20°C inférieure ou égale à 3 daN/mm² ,
- une contrainte à la rupture σ_R à + 40°C supérieure ou égale à 2 daN/mm²,
- un allongement à la rupture ϵ_R à + 20°C compris entre 250 et
- 10 400 %, - une résistance à la déchirure amorcée Ra à + 20°C supérieure ou égale à 8,8 daN/mm d'épaisseur.

Sous un aspect de l'invention, une partie du composant polyol peut être remplacée par un produit à hydrogènes actifs différents tel

15 une amine.

Un avantage important de la couche AE utilisée selon l'invention est qu'elle peut être formée par coulée réactive sur une première couche de matière plastique déjà polymérisée ou achevant sa polymérisation, notamment la couche de matière plastique autocicatrisable, sans

20 qu'il soit nécessaire de traiter la couche support.

La couche de recouvrement autocicatrisable résistante à la rayure en matière plastique que l'on désigne encore dans l'application selon l'invention par couche de protection interne (couche P I) est par exemple celle décrite dans les publications de brevets françaises 2 187

25 719 et 2 251 608. Cette couche autocicatrisable a dans les conditions normales de température, une haute capacité de déformation élastique, un faible module d'élasticité, inférieur à 2000 daN/cm² et de préférence inférieur à 200 daN/cm², et un allongement à la rupture de plus de 60 % avec moins de 2 % de déformation plastique et de préférence un allongement à la rupture de plus de 100 % avec moins de 1 % de déformation

30 plastique. Les couches préférées de ce type sont des polyuréthanes therm durcissables ayant un module d'élasticité d'environ 25 à 200 daN/cm² et un allongement d'environ 100 à 200 % avec moins de 1 % de déformation plastique.

Des exemples de monomères qui conviennent pour la préparation de ces polyuréthanes therm durcissables sont d'une part les isocyanates difonctionnels aliphatiques, comme le 1,6-hexanediisocyanate, le 2,2,4-triméthyl-1,6-hexanediisocyanate, le 2,4,4-triméthyl-1,6-hexanediisocyanate, le 1,3-bis (isocyanatométhyl)benzène, le bis (4-

isocyanatocyclohexyl)méthane, le bis (3-méthyl-4-isocyanatocyclohexyl) méthane, le 2,2-bis(4-isocyanatocyclohexyl)propane et le 3-isocyanato-méthyl-3,5,5-triméthylcyclohexylisocyanate, ainsi que les biurets, isocyanurates et prépolymères de ces composés ayant une fonctionnalité de 3 ou davantage et d'autre part les polyols polyfonctionnels, comme les
5 polyols ramifiés tels que les polyesterpolyols et polyétherpolyols obtenus - par réaction d'alcools polyfonctionnels, notamment le 1,2,3-propanetriol (glycérol), le 2,2-bis (hydroxyméthyl)-1-propanol (triméthyloléthane), le 2,2-bis (hydroxyméthyl)-1-butanol (triméthylolpropane), le 1,2,4,-butane-triol, le 1,2,6-hexane-triol, le 2,2-bis
10 (hydroxyméthyl)-1,3-propane-diol (pentaérythritol) et le 1,2,3,4,5,6-hexane-hexol (sorbitol), avec des diacides aliphatiques comme l'acide malonique, l'acide succinique, l'acide glutarique, l'acide adipique, l'acide subérique et l'acide sébacique ou avec des éthers cycliques, comme l'oxyde d'éthylène, l'oxyde de 1,2-propylène et le tétrahydrofu-
15 rane.

Le poids moléculaire des polyols ramifiés est avantageusement d'environ 250 à 4000 et de préférence d'environ 450 à 2000. Des mélanges de différents polyisocyanates et polyols monomères peuvent être
20 utilisés. Un polyuréthane thermodurcissable particulièrement préféré est celui décrit dans la publication de brevet française 2 251 608.

Le choix de l'épaisseur de la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie (couche A E) et de celle de la couche autocicatrisable (couche P I) et le rapport entre ces deux épaisseurs sont des
25 facteurs importants. Selon l'invention, l'épaisseur totale des deux couches superposées est supérieure à 0,5 mm avec une épaisseur d'au moins 0,4 mm pour la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie.

En outre, l'adhésion entre cette couche et la feuille de verre doit être supérieure à environ 2 daN/5 cm, valeur mesurée au test de pelage comme décrit par la suite. Cette force d'adhésion ne devant
30 pendant pas être trop élevée surtout lorsqu'on utilise une couche A E d'épaisseur relativement faible, proche de la limite inférieure convenable d'environ 0,4 mm.

La couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie peut contenir divers additifs qui servent généralement à faciliter sa fabri-
35 cation par coulée réactive.

Elle peut contenir un catalyseur tel un catalyseur d'étain par exemple le dibutyldilaurate d'étain, l'oxyde de tributylétain, l'octoate d'étain, un catalyseur organomercurique par exemple l'ester

phenyl mercurique, un catalyseur amine par exemple le diazabicyclo-(2,2,2)-octane, le 1,8diazabicyclo (5,4,0)-1 decene-7.

La couche peut contenir un stabilisant tel le bis (2,2,6,6-tétraméthyl-4 piperidyl) sebaçate, un antioxydant phénolique.

La couche peut contenir également un agent nappant tel une
5 résine silicone, un ester fluoroalkylé, une résine acrylique.

On peut fabriquer une feuille à deux couches de la façon suivante.

On fabrique tout d'abord une première couche qui peut être soit la couche adhésive ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie
10 (couche A E), soit la couche de matière plastique autocicatrisable de protection interne (couche P I) formée notamment d'un polyuréthane thermodurcissable. Et sur cette première couche, on forme la deuxième couche.

On peut ainsi fabriquer tout d'abord une couche de polyuréthane thermodurcissable par coulée du mélange des composants sur un support de coulée. Après polymérisation des monomères et formation
15 d'une couche thermodurcissable d'épaisseur pouvant varier entre 0,1 et 0,8 mm, on coule le mélange réactionnel des composants de la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie.

On peut encore procéder d'une façon inverse, c'est-à-dire en formant d'abord la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie
20 (couche A E).

Pour fabriquer le vitrage feuilleté, on en assemble les éléments par utilisation de la pression, par exemple par pinçage entre les
25 rouleaux d'une calandreuse, et par action de la chaleur, la couche AE étant toujours comprise entre le verre et la couche PI.

Il est possible d'améliorer la liaison des éléments ultérieurement en soumettant le vitrage feuilleté à un cycle d'autoclave, par exemple une heure à une température d'environ 100 à 140°C et sous une
30 pression d'environ 3 à 15 bars, ou par un cycle d'étuvage.

Des exemples de fabrication de vitrages feuilletés selon l'invention sont décrits par la suite.

EXEMPLE 1

Sur un support en verre mobile défilant de manière continue,
35 revêtu d'un agent de séparation qui peut être par exemple celui décrit dans la publication de brevet français 2 383 000, à savoir un produit d'addition modifié d'éthylène oxyde, on coule un mélange homogène avec les proportions suivantes de :

- 1000 g d'un polyéther d'un poids moléculaire d'environ 450 obtenu par condensation d'oxyde de 1,2-propylène avec du 2,2-bis (hydroxyméthyl)- 1-butanol et ayant une teneur en radicaux hydroxyles libres d'environ 10,5 à 12 %, contenant 1 % en poids d'un stabilisant, 0,05 % en poids d'un catalyseur à savoir du dilaurate de dibutylétain
5 et 0,1 % en poids d'un agent nappant,

- 1020 g d'un biuret de 1,6-hexanediisocyanate ayant une teneur en radicaux isocyanates libres d'environ 23,2 %.

On utilise une tête de coulée telle que celle décrite dans la publication de brevet français 2 347 170. On forme une couche uniforme
10 qui après polymérisation sous l'effet de la chaleur, par exemple environ 15 minutes à 120°C, présente une épaisseur d'environ 0,19 mm et des propriétés d'autocicatrisation.

Pour fabriquer la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie, on prépare au préalable le composant polyol en mélangeant un
15 polytétraméthylène glycol de masse moléculaire 1000 (par exemple le produit commercialisé sous l'appellation Polymeg 1000 par la société QUAKER OATS), avec du butanediol-1,4, les proportions des deux constituants étant telles que le polytétraméthylène glycol apporte 0,37 équivalent en groupes hydroxyles alors que le butanediol-1,4 en apporte
20 0,63.

Au composant polyol on incorpore un stabilisant à raison de 0,5 % en poids de la masse totale du composant polyol et du composant isocyanate, un agent nappant à raison de 0,05 % en poids calculé de la même façon et un catalyseur à savoir du dilaurate de dibutylétain à
25 raison de 0,02 % en poids calculé de la même façon que précédemment.

Le composant isocyanate utilisé est du 3-isocyanatométhyl-3,5,5 -triméthylcyclohexylisocyanate (IPDI) présentant des fonctions urées obtenues par hydrolyse partielle de l'IPDI et ayant une teneur en groupements NCO d'environ 31,5 % en poids.

30 Les composants sont pris en quantités telles que le rapport NCO/OH est de 1.

Après dégazage sous vide des composants, le mélange porté à environ 40°C est coulé à l'aide d'une tête de coulée comme celle décrite dans la publication de brevet français 2 347 170, sur la couche de
35 polyuréthane autocicatrisable formée précédemment. On forme ainsi une couche d'environ 0,53 mm d'épaisseur qui est soumise à un cycle de polymérisation consistant en 25 minutes de chauffage à 120°C environ.

La feuille à deux couches est retirée du support en verre et

elle peut être manipulée aisément, stockée ou utilisée juste après pour la fabrication des vitrages feuilletés selon l'invention.

Pour fabriquer le vitrage on assemble la feuille à deux couches obtenue précédemment avec une feuille en verre recuit de 2,6 mm d'épaisseur. Le verre peut éventuellement être durci ou trempé.

5 L'assemblage comme mentionné auparavant peut s'effectuer en deux étapes, une première étape consistant en un assemblage préliminaire obtenu par passage des éléments constitutifs du vitrage entre deux rouleaux d'une calandreuse, à cette fin, on peut par exemple utiliser le
10 dispositif décrit dans la publication de brevet européen 0 015 209, la couche AE étant appliquée contre la face interne du verre et une seconde étape consistant en une mise du produit feuilleté obtenu dans un autoclave où pendant une heure environ il subit une pression d'environ 10 bars à une température d'environ 135°C. Ce cycle d'autoclave peut être éventuellement remplacé par un cycle d'étuvage sans pression.

15 Le vitrage obtenu présente une excellente qualité optique et une transparence parfaite.

L'adhérence obtenue entre la feuille de verre et la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie est mesurée sur le vitrage fabriqué par un test de pelage décrit ci-dessous.

20 On découpe une bande de 5 cm de large de la feuille de recouvrement à deux couches. On décolle l'extrémité de la bande sur laquelle on effectue une traction perpendiculaire à la surface de vitrage, avec une vitesse de traction de 5 cm par minute. L'opération est réalisée à 20°C. On note la force de traction moyenne nécessaire au décolllement de
25 la bande. En opérant ainsi, on obtient une force de traction de 10 daN/5 cm.

Des essais de résistance au choc à différentes températures sont réalisés sur le vitrage fabriqué selon l'exemple.

Le premier essai de résistance au choc est effectué avec une
30 bille d'acier d'un poids de 2,260 kg (test de la grosse bille) que l'on fait tomber sur la partie centrale d'un échantillon de vitrage feuilleté de 30,5 cm de côté, maintenu sur un cadre rigide. On détermine la hauteur approximative pour laquelle 90 % des échantillons testés à la température choisie résistent à la chute de bille sans être traversés.

35 Pour le vitrage feuilleté selon l'exemple la valeur obtenue est de 8 mètres.

Un autre essai de résistance au choc est effectué avec une bille d'acier de 0,227 kg et de 38 mm de diamètre. Un essai est réalisé

à une température de - 20°C, un autre est réalisé à une température de + 40°C. Les valeurs obtenues sont respectivement de 11 et de 13 mètres.

Compte-tenu de la norme européenne R 43 en vigueur, les résultats recherchés sont d'au moins 4 mètres à la grosse bille, d'au moins 8,5 mètres à la petite bille à - 20°C et d'au moins 9 mètres à la
5 petite bille à + 40°C.

Par ailleurs la couche PI montre des propriétés de surface suffisantes pour une utilisation dans un vitrage feuilleté et notamment une résistance à la rayure mesurée avec l'appareil ERICHSEN type 413 supérieure à 20 g et une résistance à l'abrasion selon la norme euro-
10 péenne R 43 avec un écart de flou (Δ flou) inférieur à 4 %.

Le vitrage selon l'exemple présente toutes les caractéristiques le rendant apte à l'utilisation en tant que pare-brise de véhicule.

EXEMPLE TEMOIN

On opère de la même façon que dans l'exemple 1 avec les mêmes
15 composants de départ et les mêmes proportions pour la fabrication de la couche A E sauf que cette couche n'est pas obtenue par coulée réactive mais par plusieurs coulées successives d'une solution de polyuréthane préparée par synthèse en solution, en vue d'obtenir une épaisseur de
0,53 mm.

20 Des essais de résistance au choc réalisés dans les mêmes conditions que dans l'exemple 1 fournissent les valeurs suivantes :

- 3,5 mètres à la grosse bille, 4 mètres et 3 mètres à la petite bille aux températures respectives de - 20°C et + 40°C.

Le test de pelage fournit une valeur de 8 daN/5 cm.

25 Ces valeurs sont insuffisantes ce qui montre que la coulée réactive utilisée dans l'exemple 1 donne à la couche A E les propriétés recherchées.

EXEMPLE 2

On opère de la même façon que dans l'exemple 1, sauf que l'on
30 fabrique des couches avec des épaisseurs différentes, à savoir une couche autocicatrisable (P I) de 0,41 mm d'épaisseur et une couche A E de 0,29 mm d'épaisseur.

Le vitrage feuilleté obtenu présente les caractéristiques suivantes :

35 Le test de pelage fournit une valeur de 10 daN/5 cm. Le test de la grosse bille et les deux essais à la petite bille donnent des valeurs respectives de 3,5, 9 et 9 mètres ce qui est insuffisant. Ces mauvaises valeurs sont dues à l'épaisseur insuffisante de la couche ayant

des propriétés d'absorbeur d'énergie.

EXEMPLE 3

On opère de la même façon que dans l'exemple 1, sauf que l'on fabrique une couche P I de 0,315 mm d'épaisseur et une couche A E de 0,415 mm d'épaisseur.

5 Le test de pelage fournit une valeur de 10 daN/5 cm. Les tests à la grosse bille et à la petite bille fournissent des valeurs respectives de 4,5, 10 et 13 mètres ce qui est tout à fait satisfaisant.

EXEMPLE 4

10 On opère de la même façon que dans l'exemple 1 sauf que l'on fabrique une couche PI de 0,32 mm d'épaisseur, une couche AE de 0,42 mm d'épaisseur et que l'on fait subir à la surface du verre avant assemblage un traitement classique par un promoteur d'adhésion tel des silanes pour obtenir une valeur d'adhésion plus élevée.

15 Le test de pelage fournit une valeur de 20 daN/5 cm. Le test à la grosse bille fournit une valeur de 3,5 m. Cette valeur insuffisante pour la résistance au choc est due à l'adhésion trop forte de la couche AE avec le verre dans le cas où cette couche présente une épaisseur relativement peu élevée. Cet exemple est à comparer à l'exemple 3 qui malgré l'utilisation des couches de mêmes épaisseurs fournit un vi-
20 trage satisfaisant grâce à une force d'adhésion plus faible.

EXEMPLE 5

On opère de la même façon que dans l'exemple 1 sauf que l'on fabrique une couche PI de 0,46 mm d'épaisseur et une couche AE de 0,56 mm d'épaisseur et que l'on traite le verre avant assemblage comme dans
25 l'exemple 4.

Le test de pelage fournit une valeur de 20 daN/5 cm alors que les tests à la grosse et petite bille fournissent des valeurs respectives de 8, 11,5 et 13 mètres.

30 Cet exemple est à comparer à l'exemple 4. Il montre que malgré une forte adhésion, l'emploi d'une couche AE de forte épaisseur fournit des valeurs de résistance mécanique satisfaisantes.

EXEMPLE 6

On opère de la même façon que dans l'exemple 1, sauf que le composant polyol de départ pour la couche A E est formé d'un mélange de
35 polytétraméthylèneglycol de masse moléculaire 1000, de butanediol - 1,4 et de polycaprolactonetriol (par exemple le produit commercialisé sous l'appellation Niox 301 par la Société UNION CARBIDE), dans des proportions respectives telles que pour un équivalent d'hydroxyle on

utilise 0,35, 0,55 et 0,10 équivalent de chacun des polyols.

On fabrique des couches de 0,160 mm d'épaisseur pour la couche P I et de 0,660 mm d'épaisseur pour la couche A E.

Le vitrage obtenu présente des caractéristiques optiques et mécaniques tout à fait satisfaisantes. Les valeurs mesurées aux différents tests sont les suivantes : une adhésion de 3 daN/5 cm, des valeurs aux tests de billes de 9, 13 et 13 mètres.

EXEMPLE 7

On opère de la même façon que dans l'exemple 6 sauf que les proportions des différents polyols sont respectivement de 0,35 équivalent OH pour le Polymeg 1000, 0,45 équivalent OH pour le butanediol - 1,4, et 0,20 équivalent OH pour le Niax 301.

On fabrique des couches de 0,31 mm d'épaisseur pour la couche P I et de 0,48 mm d'épaisseur pour la couche A E.

Les valeurs mesurées aux tests sont les suivantes : une adhésion de 3 daN/5 cm, des valeurs de 4,5, 10 et 12 mètres aux billes, ce qui est satisfaisant.

EXEMPLE 8

On opère de la même façon que dans l'exemple 7 sauf que l'on utilise des épaisseurs de 0,39 mm pour la couche P I et de 0,39 mm pour la couche A E.

Les valeurs mesurées sont les suivantes : une adhésion de 4, des valeurs de 3, 8 et 8 pour les billes, ce qui est insuffisant.

Cet exemple comparé à l'exemple 7 montre que pour une même épaisseur pour la feuille à 2 couches, il existe un rapport d'épaisseur entre la couche A E et la couche P I qui, selon la valeur, fournit un vitrage satisfaisant ou non.

30

35

REVENDEICATIONS

1. Vitrage feuilleté comprenant une feuille de verre, une couche intercalaire transparente à base d'un polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie, une couche de revêtement transparente
5 en matière plastique autocicatrisable, notamment à base d'un polyuréthane thermodurcissable, caractérisé en ce que la couche intercalaire à base d'un polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie est formée essentiellement d'un polyuréthane obtenu par coulée réactive sur un support plan horizontal d'un mélange réactionnel d'un composant isocyanate d'une viscosité inférieure à 5000 centipoises à 40°C et d'un
10 composant polyol, le composant isocyanate comprenant au moins un diisocyanate aliphatique ou cycloaliphatique ou un prépolymère d'isocyanate, le composant polyol comprenant au moins un polyol long difonctionnel de masse moléculaire comprise entre 500 et 4000 et au moins un diol court en tant qu'agent d'allongement de chaîne.

2. Vitrage feuilleté selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composant isocyanate contient des fonctions urées, le taux d'urée pouvant atteindre 10 % du poids total du composant isocyanate, de préférence ce taux d'urée étant compris entre 5 et 7 %.

20 3. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que le composant isocyanate comprend du 3-isocyanatométhyl-3,5,5-triméthylcyclohexylisocyanate.

4. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le composant isocyanate et le composé polyol du polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie sont pris en
25 quantité telle que le rapport des groupements équivalents isocyanates au groupements équivalents hydroxyles est d'environ égal à 1.

5. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les proportions entre les différents polyols sont
30 choisies telles que le nombre de groupements hydroxyles équivalents dus au diol court représente de 20 à 70 % du total des groupements hydroxyles lorsque le rapport des groupements équivalents OH est de l'ordre de 1.

6. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le composant isocyanate est formé essentiellement
35 de 3-isocyanatométhyl- 3,5,5-triméthylcyclohexylisocyanate présentant des groupements urées et en ce que le composant polyol est formé essentiellement de polytétraméthylèneglycol de masse moléculaire d'environ 1000 et de butanediol - 1,4.

7. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le composant polyol comprend en outre au moins un triol.

5 8. Vitrage feuilleté selon la revendication 7, caractérisé en ce que le triol est un polycaprolactone triol.

9. Vitrage feuilleté selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que pour un équivalent d'hydroxyle au total pour le composant polyol du polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie, le polyol long représente 0,35 à 0,45 équivalent, le diol court 0,2 à 0,7 équivalent et le triol de 0 à 0,3 équivalent.

10 10. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que la couche de polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie comprend des additifs tel un catalyseur, un agent nappant, un stabilisant.

15 11. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche du polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie augmentée de l'épaisseur de la couche de revêtement est supérieure à 0,5 mm, avec une épaisseur d'au moins 0,4 mm pour la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie.

20 12. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'adhésion entre la couche ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie et la feuille de verre est supérieure à 2 daN/5 cm.

25 13. Vitrage feuilleté selon une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la couche de polyuréthane ayant des propriétés d'absorbeur d'énergie présente sous une épaisseur d'environ 0,5 mm, une contrainte au seuil d'écoulement σ_y à -20°C inférieure, ou égale à 3 daN/mm², une contrainte à la rupture σ_R à $+40^\circ\text{C}$ supérieure ou égale à 2 daN/mm², un allongement à la rupture ϵ_R à $+20^\circ\text{C}$ compris entre 250 et 400 %, une résistance à la déchirure amorcée R_a à $+20^\circ\text{C}$ supérieure ou égale à 8,8 daN/mm.