

EXAMEN EUROPÉEN DE QUALIFICATION 2018

# Épreuve A

Cette épreuve contient :

- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| * Lettre du demandeur | 2018/A/FR/1-7 |
| * Document D1         | 2018/A/FR/8   |
| * Document D2         | 2018/A/FR/9   |



Société : Ins-Glass GmbH

Adresse : Klimaweg 123

Bad Silizium

5

Mesdames et Messieurs,

10 **[001]** Notre bureau technique s'occupe d'éléments de bâtiments tels que fenêtres et façades vitrées. Nous souhaitons protéger notre dernier développement au moyen d'un brevet. Nous aimerions également concéder des licences sur un futur brevet. Les fabricants de vitrages pourraient être des licenciés potentiels. Nous vous demandons donc de déposer une demande qui nous offre une protection maximale. Pour le moment, nos moyens financiers sont cependant limités. Nous ne souhaitons payer aucune taxe de revendication supplémentaire.

15

**[002]** Grâce à notre nouveau procédé nous pouvons former des protubérances à la surface de plaques de verre. Ces plaques de verre peuvent être utilisées dans le vitrage en verre isolé sous vide («VIG» pour «*Vacuum-Insulated Glass*»). Le vitrage VIG constitue une forme particulière de vitrage en verre isolé.

20

**[003]** Le verre isolé fait partie de l'état de la technique. Il assure une protection thermique et acoustique. Un verre isolé comporte deux ou plus, par exemple trois, plaques de verre qui sont assemblées via un cadre, lesdites plaques étant espacées les unes des autres. Le cadre ferme hermétiquement les espaces intermédiaires entre les plaques, lesquels, dans le cas d'un vitrage isolé conventionnel, sont remplis d'un gaz tel que l'argon ou le krypton. Avec ce type de vitrage isolé on peut par exemple fabriquer des fenêtres.

25 **[004]** Le vitrage VIG a récemment été également proposé pour des applications spécifiques. Le vitrage VIG présente principalement les mêmes composants qu'un vitrage isolé connu. Au contraire de ces derniers, les espaces intermédiaires ne sont pas remplis de gaz mais sont mis sous vide. On entend par «sous vide» une pression de moins de 1 atmosphère.



**[005]** Afin que les plaques de verre ne se touchent pendant la mise sous vide lors de la fabrication du vitrage en verre isolé, des écarteurs sont à prévoir sur celles-ci. Ces derniers sont répartis en nombre nécessaire sur lesdites plaques. Il s'agit typiquement d'éléments qui ne font pas partie des plaques de verre et qui sont en matière artificielle, en aluminium, en matériau céramique ou en verre. Les écarteurs sont déposés sur les plaques de verre dans une étape séparée du procédé de fabrication et peuvent être par exemple fixés par collage.

**[006]** Notre nouveau procédé permet de produire les écarteurs directement sur les plaques de verre. On s'affranchit ainsi des étapes séparées de la fabrication et du dépôt des écarteurs sur les plaques de verre. De plus, les écarteurs sont produits à partir de ladite plaque de verre. Ils auront donc la même composition que celle de la plaque de verre. Le procédé est plus simple et plus économique que les procédés conventionnels et il fournit des vitrages de meilleure qualité, par rapport aux vitrages conventionnels. On n'observe par exemple aucune diminution de la transparence des plaques de verre due aux écarteurs.

**[007]** Nos écarteurs sont produits par irradiation de plaques de verre au moyen d'un laser. L'énergie fournie par le rayonnement laser produit un réchauffement local et une fluidification du verre lorsqu'on atteint la température de travail du verre. En raison de l'augmentation du volume du verre à l'état fluide, il se forme une protubérance convexe à la surface de la plaque de verre. Lorsque le rayonnement laser est terminé, le verre fluidifié se fige presque immédiatement et les protubérances sont maintenues en surface. L'irradiation peut être répétée à un autre emplacement ou à une pluralité d'emplacements différents de la plaque de verre afin d'obtenir une plaque de verre avec une pluralité de protubérances réparties sur l'ensemble de la plaque de verre. Ces protubérances peuvent être utilisées comme écarteurs.

**[008]** Les vitres conventionnelles n'absorbent que très peu les longueurs d'onde dans l'ultraviolet (UV) ou l'infrarouge (IR). C'est pourquoi nous utilisons l'absorption photo-induite du verre. Des explications détaillées sur l'absorption photo-induite se trouvent dans le document D1 ci-joint. En résumé, l'absorption photo-induite consiste en une modification des propriétés d'absorption de substrats tels que le verre, via irradiation.



**[009]** Contrairement à ce qui est décrit dans D1, il ne nous a pas été possible lors des premiers essais de chauffer localement une vitre conventionnelle à sa température de travail au moyen d'un laser UV à onde continue. Nous avons observé un résultat négatif similaire lors d'un essai avec un laser IR à onde continue conventionnel. Nous  
5 supposons qu'un réchauffement suffisant peut être seulement atteint au moyen d'une irradiation de longue durée. Un tel procédé ne serait cependant pas rentable dans la pratique.

**[010]** Au cours d'essais ultérieurs nous avons utilisé un laser UV et/ou IR pulsé. Nous  
10 avons pu ainsi entraîner une absorption photo-induite dans la vitre. Grâce à l'irradiation produite par le laser pulsé UV et/ou IR, le verre a été chauffé jusqu'à la température à laquelle il commence à se fluidifier localement.

**[011]** L'irradiation peut se faire au moyen d'un laser UV seul, un laser IR seul, ou d'une  
15 combinaison d'un laser UV et d'un laser IR. Nous avons observé que la mise en œuvre d'un laser IR est avantageuse lorsque des protubérances doivent être générées sur les deux surfaces d'une plaque de verre.

**[012]** Nous vous avons schématisé à la Fig. 1 la configuration la plus simple pour  
20 générer des écarteurs sous forme de protubérances à la surface de plaques de verre. Un rayon laser 2 est envoyé à partir d'un laser 1. Le rayon laser 2 percute une plaque de verre 3 située à une distance D du laser 1, ladite plaque de verre 3 ayant une première surface 4 faisant face au laser 1 et une deuxième surface 5 opposée au laser 1. Lorsque la plaque de verre 3 est disposée dans un plan perpendiculaire à la  
25 direction du rayon laser 2, on observe dans ce cas la formation à la surface 4 de la plaque de verre 3, c'est à dire celle qui fait face au laser 1, d'une protubérance ayant une base circulaire, la protubérance formant une structure monolithique avec la plaque de verre 3. Monolithique veut dire que la plaque de verre et la protubérance forment une unité unique. Des tels dispositifs servant à irradier une surface au moyen d'un laser sont  
30 par ailleurs bien connus de l'homme du métier.



**[013]** En résumé, le procédé consiste à irradier une plaque de verre au moyen d'un rayon laser afin de former une protubérance au niveau d'un premier emplacement sur la surface de la plaque de verre faisant face au rayon laser; figer la protubérance en terminant l'irradiation; répéter l'irradiation et le figeage au niveau d'au moins un autre emplacement, différent du premier emplacement, à la surface de la plaque de verre qui fait face au rayon laser. Pour obtenir de bonnes propriétés optiques il est de plus essentiel que les protubérances aient une forme convexe. On entend par «forme convexe» la forme d'une demi-sphère qui peut être éventuellement aplatie en son sommet. Grâce à la convexité on atteint une amélioration de 20% à 40% de la transparence comparée aux vitrages connus. Des protubérances ayant une forme différente d'une forme convexe permettent encore d'atteindre une amélioration de la transparence de l'ordre de 10% comparée à celle des vitrages connus. On obtient également une amélioration de l'ordre de 10% avec des demi-sphères de verre collées sur la plaque de verre.

**[014]** Avec le procédé décrit ci-dessus, nous pouvons générer autant de protubérances à la surface des plaques de verre que souhaité. Le vitrage VIG le plus simple, que l'on appelle double-vitrage VIG, consiste en deux plaques de verre. On assemble pour cela une plaque de verre comprenant des protubérances et une plaque de verre sans protubérance dans un cadre pour former un double-vitrage VIG. On peut également assembler deux plaques de verre comprenant chacune des protubérances avec une plaque de verre sans protubérance dans un cadre pour former un triple-vitrage VIG.

**[015]** Afin d'assurer la transparence d'un tel triple-vitrage VIG selon tous les angles de vue possibles, il est nécessaire d'organiser les protubérances sur les deux plaques de verre qui en sont dotées de telle manière que lesdites protubérances soient essentiellement coïncidentes les unes avec les autres au sein du vitrage final. On y parvient facilement au moyen de mécanismes de contrôle utilisés pendant l'irradiation des plaques de verre. Il est important de s'assurer lors du montage du triple-vitrage VIG que les ajustements qui pourraient s'avérer possiblement nécessaires n'entraînent pas un agencement des protubérances au sein du triple-vitrage VIG final qui soit tel que ces dernières ne soient plus essentiellement coïncidentes les unes avec les autres.



[016] Le triple-vitrage VIG montre malgré la complexité de son montage des avantages indiscutables quant à la protection acoustique et aux économies d'énergie.

5 [017] Avec notre procédé il est également possible de former des protubérances sur les deux surfaces d'une plaque de verre. Une représentation schématique d'une coupe d'une plaque de verre ainsi obtenue se trouve à la Fig. 2. Pour une telle plaque de verre, les étapes de notre procédé décrites ci-dessus sont répétées sur la deuxième surface 5, différente de la première surface 4, de la plaque de verre 3. Afin d'y parvenir, on peut soit tourner la plaque de verre 3 pour irradier la deuxième surface 5, soit mettre en  
10 œuvre deux lasers, un de chaque côté de la plaque de verre. Dans ce cas il faut éviter un réchauffement des protubérances déjà présentes sur la première surface 4, ce qui pourrait éventuellement conduire à leur déformation. Afin d'assurer la transparence, les protubérances sur les deux faces doivent dans ce cas également substantiellement coïncider les unes avec les autres. Comme précisé précédemment, l'utilisation exclusive  
15 du laser IR pulsé s'est avérée être avantageuse.

[018] La hauteur des protubérances est influencée par différents facteurs, comme l'énergie du laser, la fréquence de répétition du laser, la durée d'irradiation et la qualité du verre de la plaque. Considérant les écarts connus pour le vitrage en verre isolé,  
20 nous concluons que les protubérances devraient avoir une hauteur  $H$  supérieure ou égale à  $100\ \mu\text{m}$  afin d'induire des propriétés isolantes suffisantes. Comme évoqué ci-dessus, les protubérances doivent avoir une forme convexe pour conduire à des plaques de verre ayant une bonne transparence. Nous avons constaté qu'il ne suffit pas simplement pour ceci de figer les protubérances en terminant l'irradiation. Il est plutôt  
25 important que le figeage ait lieu sous un courant d'air froid soufflé sur la surface de la plaque de verre. La forme convexe des protubérances ne peut seulement être obtenue qu'avec un tel refroidissement.



**[019]** Afin de contrôler la hauteur des protubérances, nous avons formé lors de nos essais celles-ci contre un élément obstacle. L'élément obstacle doit être transparent pour le rayon laser et ne doit pas l'affecter. Le chlorure de sodium ou le verre de quartz constituent par exemple des matériaux adaptés pour de tels éléments obstacles. De  
5 manière avantageuse, l'élément obstacle est sous forme d'une plaque disposée devant la plaque de verre sur laquelle les protubérances sont formées, et espacé par rapport à celle-ci.

**[020]** Les protubérances que nous avons obtenues en utilisant l'élément obstacle  
10 servant à limiter la hauteur des protubérances ont la forme d'une demi-sphère aplatie en son sommet. Cette forme des protubérances permet par ailleurs de limiter des tensions locales et ainsi d'éventuelles détériorations à la surface de contact entre les plaques de verre, sans pour autant que la surface de contact entre les plaques de verre mutuellement opposées n'augmente au point que les propriétés d'isolation thermique  
15 d'un vitrage VIG en pâtissent.

**[021]** Avec notre procédé, nous avons déjà produit des prototypes de vitrages afin de réaliser des essais. Nous avons ainsi réalisé un double-vitrage VIG utilisant un verre à vitre conventionnel traité avec un laser UV pulsé pour y former les protubérances. Nous  
20 avons également un prototype sous forme de triple-vitrage VIG. Dans ce vitrage, les protubérances se trouvent sur les deux surfaces de la plaque de verre du milieu.

**[022]** Dans le cadre d'un salon professionnel nous avons pris connaissance de l'annonce D2 ci-jointe, concernant des fenêtres VIG. Cette annonce qui a été distribuée  
25 à des fins publicitaires à des clients privés et des entreprises, actuels ou potentiels, nous semble toutefois peu pertinente.



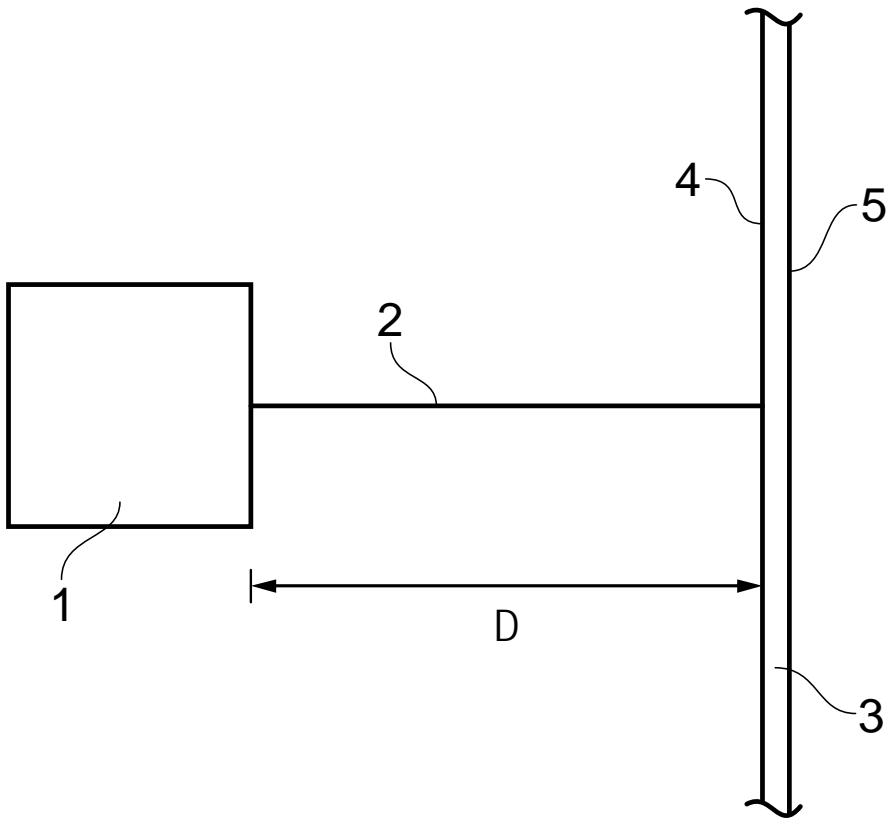


FIG. 1

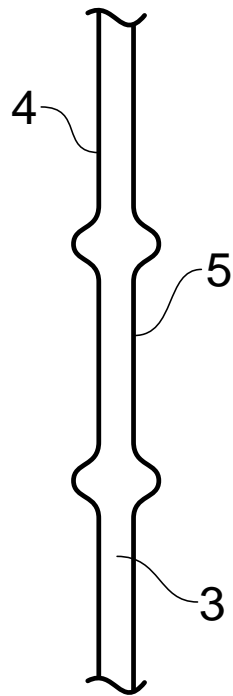


FIG. 2



**Document D1 : Science et technique**

5 [001] Les supports transparents, tels que le verre, n'absorbent que très peu les rayonnements électromagnétiques dans les gammes d'onde correspondant à l'ultraviolet (UV) et l'infrarouge (IR). Ces supports peuvent cependant voir leur capacité d'absorption desdits rayonnements électromagnétiques UV et IR augmenter dans le cadre d'une irradiation au moyen de rayons laser. Il est ainsi possible d'observer une augmentation de près de 50% de la valeur d'absorption par rapport à la valeur de base pour un support non irradié.

10

[002] Cet effet repose sur l'absorption dite photo-induite. L'absorption photo-induite est induite par la présence, dans le support transparent, d'éléments chimiques qui, lorsqu'ils sont irradiés au moyen d'un laser de longueur d'onde appropriée, voient par exemple leur état d'oxydation modifié. Cette modification de l'état d'oxydation induit une modification du comportement d'absorption et la capacité d'absorption du support augmente localement.

15

[003] Les lasers UV et IR, aussi bien continus que pulsés, sont envisageables pour effectuer l'irradiation.

20

[004] Cet effet permet de chauffer localement des supports transparents comme le verre. On a pu entraîner la fluidification du verre en surface d'une plaque de verre sous l'action de l'irradiation. La partie fluidifiée du verre, dont la densité est plus faible que le verre figé environnant, émerge de la surface de la plaque de verre sous forme de protubérance irrégulière. Cette protubérance se fige dès lors que l'irradiation laser est terminée.

25

[005] Si le laser mis en œuvre pour l'irradiation est mis en mouvement au-dessus de la plaque de verre au moyens d'un élément de contrôle adapté, on peut engendrer des protubérances avec des motifs. On peut par exemple doter les plaques de verre de logos superficiels intégrés. On peut en outre utiliser ces plaques de verre dans le cadre d'autres produits commerciaux comme le vitrage en verre isolé sous vide (VIG).

30



**Document D2 : Annonce**

5 [001] Nous avons le plaisir de pouvoir vous informer que nous avons élargi notre gamme de produits concernant le vitrage en verre isolé sous vide (fenêtre VIG) de manière innovante.

10 [002] Notre offre comprenait jusqu'à présent des fenêtres VIG consistant en deux plaques de verre de type isolation double. Nous pouvons désormais également vous proposer des fenêtres VIG de type isolation triple. Du fait de la présence de trois plaques de verres et des deux espaces sous vide, cette fenêtre présente des avantages supplémentaires quant à l'isolation acoustique et thermique.

15 [003] Les fenêtres VIG de type isolation triple comprennent trois plaques de verres assemblées via un cadre fermé hermétiquement, lesdites plaques étant espacées les unes des autres. Une plaque de verre centrale est disposée entre une plaque de verre située côté pièce et une plaque de verre située côté rue.

20 [004] Nous utilisons comme écarteur pour les plaques de verres des éléments séparés, convexes, réalisés à partir du verre même. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des éléments métalliques ou céramiques. Nous observons grâce à ces écarteurs une amélioration de la transparence de l'ordre de 10%, par rapport aux fenêtres réalisées à partir d'écarteurs conventionnels.

25 [005] Nous avons optimisé la répartition des écarteurs, lesquels sont nécessaires sur les deux surfaces de la plaque de verre centrale. C'est donc avec plaisir que nous vous proposons cette nouveauté, de qualité élevée à l'instar de tous nos produits, à un prix très compétitif. Laissez-vous convaincre par notre nouveauté!

