

Brevet N°

84622

du 1er février 1983

Titre délivré :

- 8 SEP. 1983

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La société dite: PILKINGTON BROTHERS P.L.C., Prescott Road, (1)
St. Helens, Merseyside WAL0 3TT, Grande-Bretagne, représentée
par Monsieur Jacques de Muyser, agissant en qualité de manda- (2)
taire

dépose(nt) ce premier février 1983 quatre-vingt-trois (3)
à 15 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg: .

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant:
"Trempe thermique du verre". (4)

2. la délégation de pouvoir, datée de _____ le _____

3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires;

4. 7 planches de dessin, en deux exemplaires;

5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,

le 1er février 1983

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont):
voir au verso (5)

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
(6) brevet déposée(s) en (7) Grande-Bretagne
le 1er février 1982 (No. 8202768) et le 11 octobre 1982 (8)
(No. 8229004)

au nom de domicile (9)

élit(élient) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg _____

35, bld. Royal (10)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à // mois. (11)

Le mandataire

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des
Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

1er février 1983

à 15 heures



Pr. le Ministre

de l'Économie et des Classes Moyennes,

p. d.

- Malcolm James RIGBY, 30 Poplar Road, Haydock, St. Helens, Merseyside
WAll 05W, Grande-Bretagne
- Peter WARD, 2 Argyll Close, Garswood, Near Wigan, Lancashire WN4 0ST,
Grande-Bretagne
- Brian MARSH, 26 Tarnside Road, Orrell, Near Wigan, Lancashire WN5 8RN
Grande-Bretagne

REVENDICATION DE LA PRIORITE

D. 51.967

de la demande de brevet / du modèle d'utilité

En GRANDE-BRETAGNE

Du 1 février 1982

11 octobre 1982



Mémoire Descriptif

déposé à l'appui d'une demande de

BREVET D'INVENTION

au

Luxembourg

au nom de: PILKINGTON BROTHERS P.L.C.

pour: Trempe thermique du verre.



Trempe thermique du verre.

La présente invention concerne la trempe thermique du verre et plus particulièrement, un procédé et un appareil destinés à la trempe thermique du verre et dans lesquels du verre chaud est
5 soumis à un refroidissement brusque avec une matière en particules.

Traditionnellement, on a effectué la trempe thermique du verre en dirigeant de l'air froid sur
10 les surfaces du verre chauffé. Les tentatives entreprises en vue d'accroître le degré de trempe en augmentant le débit d'air de refroidissement n'ont pas toujours été acceptables à l'échelle commerciale en raison des détériorations mécaniques des surfaces en
15 verre, ces détériorations donnant lieu à des défauts optiques ne permettant pas d'utiliser les feuilles de verre trempé pour les fenêtres des véhicules à moteur.

On a également proposé de diriger, contre les surfaces du verre chaud, un liquide de refroidissement brusque sous forme de jets ou d'une pulvérisation, comme décrit dans les brevets britanniques n°
20 441.017, 449.602 et 449.864.

On a également proposé d'utiliser, comme milieu de trempe, une suspension d'une matière en
25 particules dans un écoulement gazeux. Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.423.198 se rapporte à l'utilisation d'une suspension gazeuse d'un polymère organique en particules, en particulier, de caoutchouc silicone ou de polyfluorocarbène. Dans le brevet des
30 Etats-Unis d'Amérique n° 3.764.403, on décrit la mise en contact du verre chaud avec une neige d'anhydride carbonique sublimable.

Un objet principal de la présente invention est de fournir un procédé et un appareil perfectionnés
35 pour la trempe thermique du verre en améliorant le

h

réglage de la mobilité d'une matière en particules qui est dirigée sur les surfaces du verre.

Suivant l'invention, on prévoit un appareil pour la trempe thermique du verre en soumettant un article en verre chaud à un refroidissement brusque avec une matière en particules, cet appareil étant caractérisé en ce qu'il comporte un élément destiné à contenir une masse d'une matière en particules aérées en mouvement, ainsi qu'un élément d'extraction de gaz situé dans une zone de cette masse à travers laquelle on doit engendrer un écoulement d'une matière en particules vers le verre.

De préférence, cet appareil est caractérisé en ce qu'il comporte un élément destiné à contenir une réserve de matière en particules, un élément d'alimentation et d'extraction de gaz relié à l'élément précité, ainsi qu'un élément en vue de régler cet élément d'alimentation et d'extraction de gaz de façon à régler sélectivement le mouvement de la matière en particules et amorcer ainsi un écoulement de cette dernière vers le verre, tout en maintenant cet écoulement pendant un laps de temps suffisant pour créer des contraintes de trempe dans le verre.

L'élément destiné à contenir une masse d'une matière en particules peut être un réservoir d'alimentation comportant une sortie pour l'écoulement précité, tandis que l'élément d'alimentation et d'extraction de gaz peut comporter au moins un tube poreux situé dans la zone de la sortie du réservoir d'alimentation et relié, via un élément à soupape, à des canalisations maîtresses d'alimentation et d'extraction de gaz.

Dans la forme de réalisation préférée, la sortie du réservoir d'alimentation est reliée à un conduit d'alimentation comportant une rangée d'ajuta-

h

ges en vue de projeter des courants de particules
aérées et très serrées vers le verre, ce réservoir
étant localisé de façon à assurer une colonne de
pression efficace pour l'alimentation de particules,
5 des tubes poreux prévus pour l'extraction et l'alimentation du gaz étant situés dans le conduit d'alimentation à proximité des entrées des ajutages.

Une forme de réalisation préférée de l'appareil comprend un élément à soupape reliant chaque
10 tube poreux à une canalisation maîtresse d'alimentation de gaz et à une canalisation maîtresse d'extraction de gaz, de même que des minuteriers reliées à cet élément à soupape afin de contrôler la séquence de branchement de l'alimentation et de l'extraction de
15 gaz respectivement vers et hors des tubes poreux.

En outre, au moins un tube poreux peut être situé dans la zone d'entrée du conduit d'alimentation et il peut être relié, par une soupape, à la canalisation maîtresse d'extraction de gaz, une minuterie pouvant être reliée à cette soupape afin de
20 contrôler le branchement de l'extraction de gaz, contrôlant ainsi l'écoulement de la matière en particules à partir du réservoir d'alimentation.

Lors de la trempe d'une feuille de verre suspendue, l'appareil peut comporter deux conduits
25 d'alimentation pourvus chacun d'une rangée d'ajutages définissant, entre leurs extrémités de sortie, un espace de traitement pour la feuille de verre suspendue, deux réservoirs étant reliés respectivement à ces
30 conduits d'alimentation.

L'invention concerne également un procédé de trempe thermique du verre, procédé dans lequel on soumet un article en verre chaud à un refroidissement brusque avec une matière en particules, caractérisé en
35 ce qu'on règle sélectivement la mobilité de la matière



en particules afin d'amorcer un écoulement de cette dernière vers le verre et de maintenir cet écoulement pendant un laps de temps suffisant pour amorcer des contraintes de trempe dans le verre.

5 L'invention consiste également à contrôler l'écoulement d'une matière en particules aérées et mobiles à partir d'une réserve en extrayant du gaz d'une zone de cette réserve à travers laquelle l'écoulement doit être engendré afin de comprimer cette
10 matière dans cette zone et d'empêcher l'écoulement.

Un procédé préféré consiste à aérer une masse d'une matière en particules pour alimenter l'écoulement tout en extrayant du gaz d'une zone de sortie de cette masse afin de comprimer cette matière et
15 empêcher l'écoulement, l'écoulement de la matière en particules aérées étant amorcé en passant d'une extraction de gaz hors de cette zone de sortie à une alimentation de gaz vers cette dernière.

Le gaz peut être introduit dans l'écoulement
20 en aval de la zone précitée afin de régler la pression d'écoulement.

Une méthode opératoire consiste à engendrer cet écoulement vers le verre sous forme de plusieurs courants de particules aérées et très serrées,
25 puis régler la pression du gaz introduit dans l'écoulement afin de projeter les courants précités vers une surface du verre à une vitesse garantissant le maintien de l'intégrité de chaque courant sur sa trajectoire vers la surface du verre.

30 Lors de la trempe thermique d'une feuille de verre, cette dernière peut être posée verticalement, tandis que les courants de particules sont dirigés vers les deux surfaces du verre.

Les courants de particules peuvent être
35 projetés à partir de rangées verticales d'ajutages.

De préférence, chaque rangée d'ajutages est alimentée par un écoulement d'une masse descendante d'une matière en particules aérées, le gaz est introduit dans cet écoulement à proximité des ajutages, tandis qu'on règle la hauteur de la masse de matière située au-dessus des ajutages et la pression de cette alimentation de gaz afin de régler la vitesse de projection des courants vers le verre.

La réserve de matière peut être une colonne d'une matière en particules, un gaz étant extrait d'une zone située au fond de cette colonne afin d'empêcher l'écoulement de la matière en particules hors de celle-ci, ce gaz étant ensuite amené à cette zone afin de contrôler l'écoulement de la matière en particules hors de cette colonne.

Ce procédé peut également être caractérisé en ce qu'il consiste à introduire un gaz dans chaque écoulement à plusieurs endroits qui sont espacés verticalement l'un de l'autre près des ajutages, passer de l'alimentation à l'extraction du gaz à ces endroits afin d'arrêter l'écoulement à la fin d'une opération de trempe et ensuite passer à l'alimentation de gaz vers ces endroits afin d'amorcer la projection des courants de particules vers la feuille de verre suivante qui doit être trempée.

Le passage à l'alimentation de gaz vers ces endroits peut être minuté sélectivement et peut commencer à l'endroit occupant la position inférieure extrême.

Ce procédé peut également consister à empêcher l'écoulement de la matière en particules hors de la réserve précitée en extrayant le gaz hors d'une zone de sortie située juste au-dessus de la rangée d'ajutages.



L'invention concerne également du verre soumis à une trempe thermique et obtenu par le procédé de l'invention.

On décrira à présent certaines formes de réalisation de l'invention à titre d'exemple en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est une élévation latérale et partiellement en coupe d'une forme de réalisation de l'appareil suivant l'invention pour la trempe thermique de feuilles de verre ;

la figure 2 est une élévation de face et partiellement en coupe de l'appareil illustré en figure 1 ;

la figure 3 est une vue en plan par le sommet de l'appareil illustré dans les figures 1 et 2 ;

la figure 4 est une coupe verticale schématique d'une autre forme de réalisation de l'appareil utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention ;

la figure 5 est une coupe verticale schématique d'une autre forme de réalisation de l'appareil suivant l'invention pour la trempe thermique d'une feuille de verre disposée horizontalement ;

la figure 6 est une vue semblable à celle de la figure 1, illustrant une modification de l'appareil représenté dans cette dernière et comprenant un lit de refroidissement brusque fluidisé par un gaz, et

la figure 7 est une élévation latérale et partiellement en coupe d'une autre forme de réalisation de l'appareil suivant l'invention.

En se référant aux figures 1 à 3, une feuille de verre 1 à base de soude, de chaux et de silice qui, dans la forme de réalisation illustrée, a une forme rectangulaire, mais pourrait être découpée à la forme d'un pare-brise, d'une vitre latérale

d'une lunette arrière d'un véhicule à moteur, est suspendue de la manière habituelle par des morailles 2 au moyen d'un système de suspension 3 descendant d'une barre à morailles 4. La barre à morailles 4 est suspendue à des câbles 5 venant d'un système de levage 6 de type classique qui est monté au-dessus de la toiture d'un four vertical de construction habituelle qui est indiqué d'une manière générale par le chiffre de référence 7. Les câbles de levage 5 passent à travers des manchons 8 prévus dans la toiture du four 7, toiture à travers laquelle s'étendent également des rails de guidage verticaux 9 sur lesquels voyage la barre à morailles 4. Au fond du four 7, est formée une embouchure ouverte 10 qui peut être fermée par des portes 11 actionnées hydrauliquement. Le four est monté sur une plate-forme 12 au-dessus de laquelle se trouve une ossature 13 supportant le système de levage 6.

La plate-forme 12 est montée sur le sommet d'une ossature verticale 14 s'étendant vers le haut à partir du sol 15.

Deux conduits verticaux d'alimentation 28 et 29 comportent chacun une rangée d'ajutages 30 et 31 respectivement ressortant en saillie vers l'intérieur à partir des faces frontales des conduits 28 et 29. Ces conduits 28 et 29 sont montés sur l'ossature 14 et un espace de traitement pour la feuille de verre 1 est défini entre les extrémités de sortie des ajutages. Les ajutages 30 et 31 de chaque rangée sont disposés en une configuration en "cinq de domino" s'étendant à partir de la face verticale intérieure des conduits d'alimentation respectifs 28 et 29, lesquels ont une section transversale rectangulaire et s'étendent verticalement vers le bas à partir des extrémités de sortie de glissières pneumatiques indi-

L

viduelles 32 et 33 partant du fond des réservoirs
 verticaux 34 et 35 renfermant des colonnes de matière
 en particules qui doit être acheminée en un état aéré
 aux ajutages 30 et 31. La glissière pneumatique 32 a
 5 un fond poreux indiqué en 36 et à travers lequel de
 l'air est amené à partir d'une chambre de tranquillisation 37. De l'air comprimé est amené à cette chambre de tranquillisation 37 à partir d'une canalisation maîtresse d'air comprimé 38 via un régulateur de
 10 pression 39. Près du fond du réservoir 34, de l'air
 est acheminé par un tube de projection poreux 40 afin
 d'aérer et de déplacer la matière en particules se
 trouvant dans ce réservoir 34. Ce tube 40 est relié
 à la canalisation maîtresse d'air comprimé 38 via un
 15 régulateur de pression 41. De la même manière, de
 l'air comprimé venant de la canalisation maîtresse 38
 est acheminé à partir d'une chambre de tranquillisation 42 à travers le fond poreux 43 de la glissière
 pneumatique 33, ainsi qu'à un tube de projection po-
 20 reux 44 près du fond du réservoir 35.

Ainsi qu'on le décrira ci-après, on prévoit
 un système transporteur de recyclage afin de maintenir une masse de matière en particules au sommet du
 réservoir 34 où les particules tombent à travers un
 25 fin filtre 45. La chute de la matière en particules
 à travers le réservoir vertical entraîne l'air à partir
 du sommet de ce dernier et, conjointement avec
 l'air venant de la glissière 32, cet air entraîné
 aère efficacement les particules contenues dans le
 30 réservoir, si bien que ces particules se déplacent
 et peuvent s'écouler vers le bas à la manière d'un
 fluide. Cet effet est favorisé par l'alimentation
 d'air sous pression réglée à travers le tube de pro-
 jection 40 prévu au fond du réservoir 34, ainsi qu'à
 35 travers le fond poreux 36 de la glissière pneumatique

32, établissant ainsi un système d'aération équilibré assurant la fluidité des particules qui s'écoulent au moment voulu dans l'extrémité supérieure du conduit d'alimentation vertical 28.

5 En fait, la hauteur du niveau superficiel habituel 46 de la colonne de matière en particules dans le réservoir vertical 34 au-dessus des ajutages 30 engendre une colonne de pression dans l'alimentation des particules vers ces ajutages 30. Avec n'im-
10 porte quelle rangée particulière d'ajutages, cette colonne de pression contribue à régler la vitesse à laquelle les courants de particules aérées et très serrées sont projetés des ajutages 30 vers le verre devant être trempé.

15 La rangée opposée d'ajutages 31 est alimentée de la même manière par un écoulement d'une matière en particules aérées venant du conduit vertical 29 s'étendant vers le bas à partir de la glissière pneu-
20 matique 33 partant du fond du réservoir 35. Un fin filtre 47 est prévu au sommet du réservoir 35 et le niveau superficiel habituel de la colonne de matière en particules contenue dans le réservoir 35 est indiqué en 48.

25 Dans chacun des conduits verticaux d'alimentation 28 et 29, sont prévus plusieurs tubes poreux d'alimentation de gaz 49, par exemple, en métal fritté poreux. Ces tubes 49 s'étendent horizontale-
30 ment en travers des conduits, derrière et près des ajutages et ils sont verticalement équidistants en plusieurs endroits dans chaque conduit. Ces tubes 49 peuvent être réglés horizontalement vers et à l'écart des entrées des ajutages. A l'extérieur du conduit dans lequel il est situé, chaque tube 49 est relié,
35 par une de ses extrémités, à une soupape de permutation 50 telle qu'une soupape à tiroir, comportant une



première entrée reliée, via un régulateur de pression 51, à la canalisation maîtresse d'air comprimé 38, ainsi qu'une deuxième entrée reliée à une canalisation maîtresse de vide 52. Le fonctionnement de cette sou-
5 pape à tiroir est commandé par une minuterie 53.

Dans la forme de réalisation illustrée, on prévoit six tubes poreux 49 et les minuterie 53 sont commandées par un appareil électronique de contrôle séquentiel de type connu qui commande une séquence de
10 branchement de l'alimentation de gaz de la canalisation maîtresse 38 aux tubes et de l'extraction de gaz de ces tubes vers la canalisation maîtresse de vide 52.

Lorsque les tubes 49 sont reliés à la ca-
15 nalisation maîtresse d'alimentation d'air comprimé 38 par les soupapes 50, l'air s'infiltrant à travers les tubes 49 constitue une alimentation d'air supplémentaire dans la masse de particules aérées descendant dans les conduits verticaux. La pression régnant
20 dans les particules aérées aux entrées des ajutages est déterminée à la fois par la hauteur de chaque lit d'alimentation, désignée par les niveaux superficiels 46 et 48 des colonnes de matière en particules, et par la pression réglée des alimentations d'air branchées
25 vers les tubes 49 installés dans chacun des conduits 28 et 29, déterminant ainsi la vitesse à laquelle les courants de particules aérées et très serrées sont projetés des ajutages 30 et 31 vers les surfaces d'une
feuille de verre lorsque celle-ci est suspendue dans
30 l'espace de traitement ménagé entre ces ajutages 30 et 31.

Un tube poreux 54 est situé au sommet de
chacun des conduits d'alimentation 28 et 29, c'est-à-
dire dans la zone où l'écoulement de matière en parti-
35 cules pénètre dans chaque conduit. Chaque tube 54

est relié, par une soupape de permutation à tiroir 55, à la canalisation maîtresse d'air comprimé 38 et à la canalisation maîtresse de vide 52. La soupape 55 est commandée par une minuterie 56.

5 A chacun des réservoirs 34 et 35, est associé un transporteur vertical à disques 57 et 58 respectivement. Le transporteur 57 s'étend vers le haut à partir d'une trémie 59 en direction d'une sortie 60 qui est située au-dessus du sommet ouvert du réservoir 10 34. La trémie 59 est située en dessous de l'extrémité de décharge d'une glissière pneumatique 61 qui est fixée sous un léger angle par rapport à l'horizontale et qui est espacée d'un côté d'une cuve collectrice 62 pour recevoir la matière en particules débordant 15 par-dessus un bord latéral supérieur 63 de cette cuve 62. Le transporteur 58 s'étend vers le haut à partir d'une trémie 64 en direction d'une sortie 65 qui est située au-dessus du sommet du réservoir 35. Cette trémie 64 est située en dessous de l'extrémité de 20 décharge d'une glissière pneumatique 66 qui est également montée sous un léger angle (comme indiqué en figure 1) pour recevoir la matière en particules débordant par-dessus l'autre bord latéral supérieur 63 de la cuve 62.

25 Les trémies 59 et 64 comportent des filtres à grosses mailles 67 et 68 à travers lesquels la matière en particules tombe à partir des extrémités de décharge des glissières pneumatiques 61 et 66.

30 On décrira à présent le cycle opératoire prévu pour la trempe thermique d'une feuille de verre.

 Au départ, on règle les alimentations d'air comprimé vers les tubes poreux 40 et 44 au fond des réservoirs 34 et 35, ainsi que vers les glissières pneumatiques 32 et 33. De la sorte, des réserves 35 d'une matière en particules aérées sont maintenues

en un état de disponibilité dans les réservoirs 34 et 35. Le vide est branché vers les tubes poreux 49 et 54. L'extraction du gaz par les tubes 54 comprime efficacement la matière en particules se trouvant dans la zone des sorties des glissières pneumatiques 32 et 33 en empêchant l'écoulement de la matière en particules hors des masses en mouvement se trouvant dans les réservoirs. L'extraction du gaz par les tubes 49 empêche toute tendance de la matière en particules à ruisseler à travers les ajutages 30 et 31.

Les portes 11 installées au fond du four sont ouvertes et la barre à morailles 4 est abaissée par le système de levage de telle sorte que la feuille de verre 1 qui doit être trempée, puisse être suspendue aux morailles.

Le système de levage 6 est alors actionné pour élever la barre à morailles dans le four dans la position illustrée dans les figures 1 et 2, puis les portes 11 du four sont fermées. Le verre séjourne dans le four pendant un laps de temps suffisant pour chauffer la feuille à une température voisine de son point de ramollissement se situant, par exemple, entre 620 et 680°C et ce, par rayonnement à partir de dispositifs de chauffage électriques installés dans les parois du four. Lorsque la feuille de verre a atteint une température désirée, les portes installées au fond du four s'ouvrent et la feuille de verre est abaissée rapidement à une vitesse constante dans l'espace de traitement vertical ménagé entre les ajutages 30 et 31. Un mécanisme de freinage dynamique prévu dans le système de levage 6 assure une décélération rapide lorsque la feuille de verre atteint la position illustrée en traits discontinus dans les figures 1 et 2 entre les rangées d'ajutages 30 et 31.

R

Lorsqu'on doit fabriquer des feuilles cintrées de verre trempé, on peut installer des matrices de cintrage de façon connue entre le four et l'espace de traitement. La feuille de verre chaud est tout d'abord abaissée dans une position située entre les matrices de cintrage que l'on fait ensuite avancer pour les refermer sur la feuille de verre qui est alors cintrée. Ensuite, on rétracte les matrices et on abaisse la feuille de verre dans l'espace de traitement.

En variante ou en outre, on peut adopter la technique de suspension décrite dans GB-A 2.038.312 soit pour faciliter le cintrage lorsqu'on utilise des matrices de cintrage, soit pour effectuer le cintrage de la feuille de verre suspendue.

Lorsque la feuille de verre est fixe dans l'espace de traitement, les minuteriers 56 actionnent les soupapes de permutation 55 qui branchent les tubes 54 de l'alimentation de vide vers l'alimentation d'air comprimé. En même temps, les minuteriers 53 associées aux tubes inférieurs extrêmes 49 font passer les soupapes de permutation inférieures extrêmes 50 de l'alimentation de vide vers l'alimentation d'air comprimé et l'aération de la matière stagnante en particules se trouvant au fond des conduits 28 et 29 commence. La séquence de branchement se poursuit pour brancher rapidement les autres soupapes 50 vers la canalisation maîtresse d'air comprimé 38.

Il se produit instantanément une mise en mouvement de la matière en particules dans les conduits 28 et 29 et, étant donné que l'écoulement de la matière en particules aérées à partir des réservoirs 34 et 35 n'est plus obstrué par l'extraction de gaz via des tubes 54, la colonne de pression subsistant dans les réservoirs 34 et 35 entre immédiatement en

jeu et la projection de courants de particules aérées et très serrées est amorcée à partir des rangées d'ajutages en direction des surfaces de la feuille de verre.

5 La colonne de pression effective déterminée par la hauteur de la masse descendante de particules dans les réservoirs verticaux 34 et 35, ainsi que par la pression de l'air acheminé via les tubes poreux 49 détermine la pression dans les conduits d'alimen-
10 tation verticaux 28 et 29 juste derrière les rangées d'ajutages 30 et 31. Des courants de particules aérées et très serrées sont ainsi projetés des ajutages 30 et 31 vers les surfaces du verre dans l'espace de traitement à une vitesse garantissant le maintien
15 de l'intégrité de chaque courant dans sa trajectoire vers le verre.

 L'excès de matière en particules déborde par-dessus les bords latéraux 63 et 67 de la cuve 62, pour descendre ensuite le long de goulottes et parve-
20 nir sur les glissières pneumatiques 61 et 66 d'où cette matière est distribuée dans les trémies 59 et 64, pour être ensuite recyclée au sommet des réservoirs 34 et 35 par les transporteurs 57 et 58. Immédiatement
25 après que l'écoulement est amorcé, le réapprovisionnement en matière en particules dans les réservoirs 34 et 35 maintient la hauteur des lits d'alimentation à peu près aux niveaux superficiels statiques indiqués en 46 et 48.

 Au terme d'une période de trempe au cours
30 de laquelle la feuille de verre est refroidie à une température nettement inférieure à son point de déformation permanente, tandis que des contraintes de trempe se créent à mesure que le refroidissement du verre vers la température ambiante se poursuit, la commande
35 des minuteries 53 et 56 amène ces dernières à brancher



les soupapes 50 et 55 vers la canalisation de vide, obstruant ainsi l'écoulement vers les ajutages en comprimant la matière en particules dans les conduits 28 et 29 derrière les ajutages, ainsi qu'en comprimant la matière dans la zone de la sortie de chacune des glissières pneumatiques.

Les réserves de la matière aérée se trouvant dans les réservoirs restent en mouvement. Lorsque l'extraction du gaz via les tubes 54 a établi une obstruction à l'écoulement de la matière aérée hors des glissières pneumatiques, on pourrait prévoir un système en vue de mettre les tubes 49 en communication avec l'atmosphère si la matière, qui est alors stagnante dans les conduits 28 et 29, ne manifeste aucune tendance à ruisseler à travers les ajutages inférieurs des rangées.

Un facteur qui, ainsi qu'on l'a constaté, influence le degré de trempe provoqué dans le verre, est la fraction de vide de chaque courant de particules, cette fraction étant définie ci-après et se situant, de préférence, dans l'intervalle de 0,9 à 0,4. La pression effective régnant aux entrées des ajutages et, partant, la vitesse à laquelle les courants de particules aérées et très serrées sont éjectés hors des ajutages, sont calculées de façon à préserver l'intégrité de chaque courant sur sa trajectoire en direction de la surface de verre, avec la fraction de vide requise.

En conséquence, les facteurs de contrôle principaux sont la hauteur des lits d'alimentation de la matière en particules aérées, la pression du gaz s'échappant des tubes poreux 49 dans les conduits verticaux 28 et 29, le temps pendant lequel les jets agissent, ainsi que la géométrie des ajutages et de leurs rangées.

On peut faire varier indépendamment l'une de l'autre les quantités d'air acheminées aux tubes individuels 49 (comme illustré) ou à des paires de ces tubes, ce qui permet d'effectuer un réglage indépendant du débit de la matière en particules à travers des parties de rangées d'ajutages, permettant ainsi de maintenir l'uniformité du refroidissement brusque.

Dans un système d'appareil prévu pour la trempe de feuilles de verre, la longueur de chacun des ajutages des rangées 30 et 31 est de 30 mm, tandis que l'alésage de chaque ajutage est de 3 mm. Les ajutages sont disposés en une rangée en "cinq de domino" avec un écartement de 20 mm x 20 mm. Chaque rangée d'ajutages occupe un espace de 1010 mm x 620 mm et chaque rangée comporte 3.200 ajutages. La distance entre les extrémités des ajutages des deux rangées qui se font face, est de 115 mm. La hauteur des niveaux superficiels 46 et 48 de la matière en particules se trouvant dans les lits d'alimentation que renferment les réservoirs verticaux 34 et 35, est d'environ 2 mètres au-dessus du sommet des rangées d'ajutages 30 et 31. L'espace de traitement d'une largeur de 115 mm ménagé entre les extrémités des ajutages est suffisant pour permettre le refroidissement brusque d'une feuille de verre plat ou d'une feuille qui a été cintrée à la forme courbe habituellement adoptée pour un pare-brise d'un véhicule à moteur.

On a trempé des feuilles de verre de soude de chaux et de silice ayant des dimensions globales de 300 mm x 300 mm. On a chauffé chaque feuille de verre à une température préalable au refroidissement brusque (par exemple, 650°C), puis on l'a soumise à un refroidissement brusque dans les courants des particules projetés via les ajutages 30 et 31 dans.

l'espace de traitement.

On a projeté chaque courant vers l'avant en direction de la surface du verre à une vitesse à laquelle les limites du courant ne sont pas devenues
5 diffuses et à laquelle également l'intégrité de ce courant a été préservée au cours de sa trajectoire en direction de la surface du verre. Habituellement, les courants sont venus heurter le verre avant de s'être incurvés fortement vers le bas.

10 On a trouvé qu'il était préférable que chaque courant ait une fraction de vide se situant dans l'intervalle compris entre 0,9 et 0,4. La composante de vitesse de chaque courant de particules perpendiculairement à la surface du verre était d'au
15 moins 1 m/s.

La fraction de vide est une indication du vide existant dans chaque courant de particules. Par exemple, pour chaque courant :

20 Fraction de vide = $\frac{V_n - V_p}{V_n}$

où V_n = volume d'une courte longueur du courant, et
 V_p = volume de la matière en particules dans cette courte longueur du courant.

25 La valeur de la fraction de vide diminue à mesure que le degré de tassement de la matière en particules augmente et, pour une matière en poudre, elle tombe entre 0,4 et 0,5 pour des tas statiques de poudre ou des masses très serrées de poudre qui sont en mouvement. A l'autre limite de l'intervalle,
30 à mesure que la fraction de vide s'élève au-delà de 0,9 vers la valeur limite de 1, qui représente un gaz pur, il n'y a qu'une faible proportion de poudre dans l'écoulement de gaz.

35 Les courants de matière en particules sont dirigés vers les surfaces de verre pendant une période

prédéterminée suffisante pour amorcer les contraintes de trempe requises dans le verre. Après cette période, les minuterie 53 actionnent les soupapes de permutation 50 et les tubes poreux 49 sont branchés vers la canalisation maîtresse de vide 52. L'extraction de gaz aux emplacements des tubes 49 obstrue l'écoulement de la matière en particules à travers les ajutages et la projection de particules hors de ces derniers en direction du verre s'arrête rapidement.

En même temps, la minuterie 56 actionne la soupape à tiroir 55 pour brancher les tubes poreux 54 sur la canalisation maîtresse de vide 52. La matière en particules se trouvant dans les zones de sortie des glissières pneumatiques 32 et 33 empêche rapidement, puis bloque l'écoulement de la matière en particules vers les conduits d'alimentation 28 et 29.

La matière en particules aérées se trouvant dans les glissières pneumatiques 32 et 33, ainsi que dans les réservoirs 34 et 35 est maintenue en mouvement et en disponibilité pour la trempe de la feuille de verre suivante.

Au terme d'une opération de trempe, les alimentations d'air comprimé vers les glissières pneumatiques 32 et 33, ainsi que vers les tubes poreux 40 et 44 peuvent également être coupées, tandis que la matière en particules se trouvant dans les réservoirs 34 et 35, ainsi que dans les glissières pneumatiques 32 et 33 se dépose, mais doit être à nouveau aérée avant l'opération de trempe suivante.

On donnera ci-après certains exemples d'une trempe thermique de feuilles de verre par le procédé de l'invention en utilisant les rangées d'ajutages qui ont été décrites ci-dessus.

L

Exemple 1

La matière en particules utilisée était de la γ -alumine ayant les propriétés suivantes :

Densité des particules = 1,83 g/cm³

5 Granulométrie des particules = 20 μ m à 140 μ m

Granularité moyenne des particules = 60 μ m.

On a chauffé un certain nombre de feuilles de verre ayant des épaisseurs différentes à 650°C, puis on les a soumises à un refroidissement brusque avec les courants de γ -alumine dans les conditions suivantes :

Pression de l'alimentation d'air vers les tubes d'alimentation 49 = 0,172 MPa

Vitesse du courant à la sortie des ajutages = 1,88 m/s

15 Débit de masse hors de chaque ajutage = 10,1 g/s

Fraction de vide de chaque courant = 0,602.

Le tableau I ci-après indique le degré de trempe de feuilles de verre d'une épaisseur de 1,1 à 12 mm.

20

TABEAU I

25

30

Epaisseur du verre (mm)	Contrainte de traction centrale (MPa)	Contrainte de compres- sion superficielle (MPa)
1,1	50	74
2	63	108
2,3	68	120
3	80	148
6	114	240
8	120	266
10	124	280
12	128	286

On a mesuré la contrainte de traction centrale par une technique à lumière diffuse selon laquelle on a dirigé un faisceau laser à l'hélium/néon à travers un bord du verre en mesurant les franges de retardement dans les 20 à 30 premiers millimètres de la surface du verre pour obtenir une mesure de la contrainte de traction centrale moyenne dans cette zone du verre. On a mesuré la contrainte de compression superficielle en utilisant un réfractomètre superficiel différentiel.

La modification de la pression d'alimentation d'air vers les tubes d'alimentation 49 a exercé un effet sur la vitesse de sortie des courants de γ -alumina projetés hors des ajutages, ainsi que sur la fraction de vide de chaque courant (comme indiqué dans le tableau II), permettant ainsi de dégager des résultats pour la trempe de feuilles de verre d'une épaisseur de 2,3 mm et de 3 mm que l'on a chauffées à une température de 650°C avant le refroidissement brusque.

TABLEAU II

	Pression d'alimen- tation d'air (MPa)	Vitesse à la sor- tie des ajutages (m/s)	Fraction de vide	Débit de masse g/s	Contrainte de traction cen- trale (MPa)	
					2,3 mm	3 mm
25	0,035	1,12	0,714	4,34	52	56
	0,103	1,35	0,533	8,74	66	75
	0,172	1,88	0,602	10,1	68	80
	0,276	2,3	0,626	11,73	72	84
30	0,035	1,12	0,714	4,34	52	56
	0,103	1,35	0,533	8,74	66	75
	0,172	1,88	0,602	10,1	68	80
	0,276	2,3	0,626	11,73	72	84

Ces résultats indiquent la façon dont un accroissement de la pression d'alimentation d'air de 0,035 MPa à 0,276 MPa donne lieu à un accroissement de la vitesse des courants de particules aux sorties des
 5 ajutages de 1,12 m/s à 2,3 m/s. La fraction de vide se situait dans l'intervalle allant de 0,533 à 0,714. Le débit de masse de γ -alumine dans chaque courant s'élève de 4,34 g/s à 11,73 g/s. Les courants ont conservé leur intégrité et ils sont venus heurter la
 10 surface de verre avant que leur trajectoire n'ait pris une importante courbure vers le bas, si bien que la composante de vitesse d'impact de chaque courant sur le verre perpendiculairement à la surface de ce dernier n'était pas fortement inférieure à la valeur
 15 mesurée aux sorties des ajutages. La composante perpendiculaire est, de préférence, d'au moins 1 m/s et, afin d'éviter une détérioration du verre, on a trouvé qu'il était préférable que la composante de vitesse perpendiculairement à la surface du verre ne dépasse
 20 pas 5 m/s.

Lorsque le verre était à une température plus élevée (par exemple, 670°C), on a obtenu une trempe à un degré quelque peu plus élevé. Par exemple, une contrainte de traction centrale de 87 MPa
 25 a été provoquée dans une feuille de verre d'une épaisseur de 3 mm lorsque la pression d'alimentation d'air vers les tubes 45 était de 0,276 MPa. Dans les mêmes conditions, une contrainte de traction centrale de 75 MPa a été provoquée dans une feuille de verre d'une
 30 épaisseur de 2,3 mm.

Il convient de prendre des précautions afin que les surfaces de verre ne soient pas détériorées par une vitesse trop élevée de la matière en particu-
 les venant heurter ces surfaces alors qu'elles sont
 35 chaudes et vulnérables. On a trouvé que la limite

supérieure de vitesse de 5 m/s était appropriée.

On peut adopter un écartement descendant jusqu'à environ 50 à 60 mm entre les extrémités des ajutages. A mesure que cet écartement augmente, le degré de trempe de la feuille de verre diminue en supposant que toutes les autres conditions restent constantes.

Cette caractéristique a été démontrée en faisant varier l'écartement entre les ajutages de 60 mm à 200 mm lors de la trempe de feuilles de verre d'une épaisseur de 2,3 mm chauffées à 650°C avec une pression d'alimentation d'air de 0,172 MPa vers les tubes 45. Les résultats obtenus sont repris dans le tableau III.

TABLEAU III

Ecartement entre les ajutages (mm)	Contrainte de traction centrale (MPa)
60	90
80	81
120	68
150	67
200	66

Ces résultats ont démontré que le fait de faire varier l'écartement entre les ajutages entre environ 120 mm et environ 60 mm, constituait une autre méthode intéressante pour faire varier la vitesse des courants lorsqu'ils viennent heurter le verre, faisant ainsi varier les contraintes provoquées dans ce dernier.

Un écartement de 200 mm entre les ajutages est suffisant pour 80 à 90% de la gamme habituelle des

feuilles de verre cintrées pour les pare-brise des véhicules à moteur et pour 95% des feuilles de verre habituelles pour les lunettes arrière et les vitres latérales des véhicules.

5 Exemple 2

On a effectué des essais analogues à ceux décrits à l'exemple 1 en utilisant de l'alumine à trois molécules d'eau ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ayant les propriétés suivantes :

- 10 Densité des particules = 2,45 g/cm³
 Granulométrie des particules = 20 μm à 160 μm
 Granularité moyenne des particules = 86 μm .

- On a chauffé un certain nombre de feuilles de verre d'épaisseurs différentes à 650°C, puis on les a soumises à un refroidissement brusque avec des courants de l'alumine à trois molécules d'eau dans les conditions suivantes :

- 15 Pression d'alimentation d'air vers les tubes d'alimentation 49 = 0,172 MPa
 20 Vitesse du courant à la sortie des ajutages = 1,77 m/s
 Débit de masse hors de chaque ajutage = 10,38 g/s
 Fraction de vide de chaque courant = 0,68.

Le tableau IV indique le degré de trempe de feuilles de verre d'une épaisseur de 1,1 à 12 mm.



TABLEAU IV

	Epaisseur du verre (mm)	Contrainte de traction centrale (MPa)	Contrainte de com- pression superfi- cielle (MPa)
5	1,1	53	79
	2	68	110
10	2,3	72	122
	3	82	150
	6	126	259
	8	138	288
	10	140	300
15	12	142	309

On a à nouveau démontré la façon dont la modification de la pression d'alimentation d'air vers les tubes 49 influençait la vitesse de sortie des courants projetés hors des ajutages, la fraction de vide des courants et le degré de trempe des feuilles. Les résultats obtenus avec des feuilles de verre d'une épaisseur de 2 mm, de 2,3 mm et de 3 mm, chauffées à 650°C, sont semblables à ceux obtenus en utilisant la γ -alumine, comme indiqué dans le tableau V.

TABLEAU V

Pression d'alimen- tation d'air (MPa)	Vitesse à la sor- tie des ajutages (m/s)	Fraction de vide	Débit de masse g/s	Contrainte de traction centrale (MPa)		
				2,0 mm	2,3 mm	3 mm
0,035	1,13	0,736	5,65	46	54	58
0,103	1,51	0,66	9,35	60	68	78
0,172	1,78	0,683	10,38	68	72	82
0,276	2,51	0,729	12,44	72	76	85

Ces résultats démontrent que, lorsqu'on utilise de l'alumine à trois molécules d'eau, un accroissement de la pression d'alimentation d'air de 0,035 MPa à 0,276 MPa vers les tubes 49 a pour effet de donner lieu à un accroissement de la vitesse à la sortie des ajutages de 1,13 m/s à 2,51 m/s. La fraction de vide se situe dans l'intervalle allant de 0,66 à 0,736. On a augmenté le débit de masse de l'alumine à trois molécules d'eau dans chaque courant de 5,65 g/s à 12,44 g/s et les courants avaient la même forme qu'à l'exemple 1.

Lorsque le verre était à une température plus élevée (par exemple, 670°C), on a obtenu une plus forte contrainte de traction centrale (soit 87 MPa) dans une feuille de verre d'une épaisseur de 3 mm lorsque la pression d'alimentation d'air était de 0,276 MPa.

Exemple 3

Avec les mêmes rangées et les mêmes dimensions d'ajutages, on a utilisé un mélange de 95% en volume de l'alumine à trois molécules d'eau de l'exemple 2 avec 5% en volume de bicarbonate de sodium pour tremper des feuilles de verre d'une épaisseur de 2,3 mm et de dimensions globales de 300 mm x 300 mm. Les particules de bicarbonate de sodium avaient une granularité moyenne de 70 μ m et une densité de 2,6 g/cm³. On a obtenu des contraintes supérieures à celles obtenues par refroidissement brusque avec l'alumine à trois molécules d'eau seule. Les résultats obtenus sont repris dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Pression d'alimenta- tion d'air (MPa)	Contrainte de traction centrale (MPa)		
	Température du verre 630°C	Température du verre 650°C	Température du verre 670°C
0,035	49	59	63
0,103	70	78	81
0,172	74	84	87
0,276	76	86	89

Des contraintes plus élevées encore ont été obtenues dans des feuilles de verre d'une épaisseur de 3 mm dans les mêmes conditions, comme indiqué au tableau VII.

TABLEAU VII

Pression d'alimenta- tion d'air (MPa)	Contrainte de traction centrale (MPa)		
	Température du verre 630°C	Température du verre 650°C	Température du verre 670°C
0,035	53	63	66
0,103	75	84	87
0,172	77	86	89
0,276	79	88	92

Exemple 4

On a utilisé une rangée d'ajutages analogue à celle utilisée pour les exemples 1 à 3, mais l'alésage des ajutages était de 2 mm.

On a utilisé la même alumine à trois molécules d'eau qu'à l'exemple 2.

On a chauffé des feuilles de verre d'une épaisseur de 2,3 mm à 650°C, puis on les a soumises à un refroidissement brusque avec des courants de l'alumine à trois molécules d'eau. Les conditions opératoires et les résultats obtenus sont repris dans le tableau VIII.

5

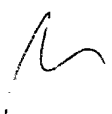


TABLEAU VIII

Pression d'alimentation d'air (MPa)	Vitesse à la sortie des ajutages (m/s)	Fraction de vide	Débit de masse g/s	Contrainte de traction centrale (MPa)	Contrainte de compression superficielle (MPa)
0,103	1,48	0,52	5,37	71	120
0,137	1,78	0,483	7,1	73	123
0,276	2,17	0,53	7,86	78	132

Exemple 5

Avec les mêmes rangées d'ajutages que celles des exemples 1 à 3, la matière en particules utilisée pour la trempe thermique d'une feuille de verre d'une épaisseur de 2,3 mm était une poudre de "Fillite" qui était constituée de sphères creuses en verre provenant de cendres de combustibles pulvérisées de chaudières d'une centrale électrique et ayant les caractéristiques suivantes :

Densité de la matière = 2,6 g/cm³
 Densité des particules = 0,38 g/cm³
 Granulométrie des particules = 15 μ m à 200 μ m
 Granularité moyenne des particules = 80 μ m.

On a réglé la pression d'alimentation d'air vers les tubes d'alimentation 45 pour obtenir des courants de "Fillite" ayant, à la sortie des ajutages, une vitesse de 1,4 m/s avec une fraction de vide de 0,76.

On a chauffé la feuille de verre d'une épaisseur de 2,3 mm à 650°C avant le refroidissement brusque et la contrainte de traction centrale dans la feuille de verre trempé était de 58 MPa.

Exemple 6

Avec les mêmes rangées d'ajutages que celles des exemples 1 à 3, la matière en particules utilisée était du sable de zircon à 150 mailles ayant les caractéristiques suivantes :

Densité des particules = 5,6 g/cm³
 Granulométrie des particules = 30 μ m à 160 μ m
 Granularité moyenne des particules = 110 μ m.

Le tableau IX reprend les résultats obtenus lors de la trempe de feuilles de verre d'une épaisseur de 2,3 mm.

TABLEAU IX

Pression d'alimentation d'air (MPa)	Vitesse à la sortie des ajutages (m/s)	Fraction de vide	Débit de masse g/s	Contrainte de traction centrale (MPa)
0,103	1,5	0,86	8,25	50
0,172	1,7	0,865	9,02	65
0,276	2,2	0,80	16,88	82

Exemple 7

En faisant varier la structure des ajutages sans modifier les pressions d'alimentation d'air vers les tubes 49, on a trouvé que l'on pouvait obtenir des vitesses de sortie plus élevées.

Cette caractéristique a été démontrée en utilisant la même alumine à trois molécules d'eau que celle employée à l'exemple 2, cette alumine étant projetée à partir de deux rangées verticales d'ajutages.

Dans chaque rangée, les ajutages étaient disposés en "cinq de domino" avec un écartement de 20 mm à 20 mm entre eux. La longueur de chaque ajutage était de 55 mm et leur alésage était de 3 mm. Chaque rangée occupait un espace de 1010 mm x 620 mm et la distance entre les extrémités face à face des ajutages des deux rangées était de 85 mm.

On a chauffé des feuilles de verre d'une épaisseur de 2,3 mm à 630°C, 650°C et 670°C et on les a soumises à un refroidissement brusque par des courants d'alumine à trois molécules d'eau projetés à partir de ces rangées d'ajutages sous les pressions d'alimentation d'air de 0,103 MPa, 0,172 MPa et 0,276 MPa qui ont été utilisées dans les essais de l'exemple 2.

Les résultats obtenus sont repris dans le tableau X.



TABLEAU X

Pression d'alimentation d'air (MPa)	Vitesse à la sortie des ajutages (m/s)	Fraction de vide	Débit de masse g/s	Contrainte de traction centrale (MPa)		
				Température du verre 630°C	Température du verre 650°C	Température du verre 670°C
0,103	1,6	0,729	7,46	61	66	67
0,172	2,32	0,741	10,38	70	73	77
0,276	4	0,823	12,21	72	77	81

Dans ces exemples, des courants de particules aérées et très serrées ayant une fraction de vide se situant dans l'intervalle allant de 0,87 à 0,53 sont efficaces.

5 On a trouvé qu'une fraction de vide se situant dans l'intervalle allant de 0,76 à 0,4 donnait de bons résultats.

10 On peut obtenir des effets de trempe différentielle, par exemple, en vue de former, dans une feuille de verre, des zones de vision destinées à être incorporées dans un pare-brise, en disposant les
15 ajutages de chaque rangée suivant une configuration désirée de zones de contrainte plus élevée devant être engendrées dans la feuille de verre, ces zones de contrainte plus élevée étant dispersées parmi des zones de contrainte de trempe plus faible par lesquelles une vision adéquate est assurée lorsque la
feuille vient à se briser.

20 Le verre chaud suspendu peut être transporté horizontalement à travers l'espace de traitement ménagé entre les ossatures verticales. Dans une autre méthode de travail, les feuilles de verre devant être soumises à la trempe peuvent être supportées angulairement (par exemple, sous un angle de 45°) par
25 rapport à la verticale et elles peuvent être déplacées sur un parcours horizontal entre des rangées d'ajutages à travers un espace de traitement qui est orienté sous un même angle par rapport à la verticale.

30 Certains ajutages peuvent être orientés vers l'intérieur de façon à projeter des courants de particules vers les bords de la feuille de verre, favorisant ainsi la formation de contraintes dans les bords de cette feuille. Dans un autre système, les ajutages se trouvant dans les zones marginales
35 des rangées peuvent être orientés vers l'intérieur



afin de provoquer un écoulement généralisé vers le centre de la feuille de verre devant être trempée.

Une autre forme de réalisation de l'appareil prévu pour la mise en oeuvre de l'invention est illustrée en figure 4.

Deux cuves 69 et 70 contenant une matière fluidisée en particules comportent des parois latérales 71 et 72 qui sont perforées. Les rangées d'ajutages 30 et 31 s'étendent à partir de ces parois latérales. L'écartement entre les extrémités des ajutages est de 110 mm et la feuille de verre 1 qui doit être soumise à la trempe thermique, est abaissée dans l'espace de traitement ménagé entre les extrémités des ajutages.

Des particules aérées sont acheminées à chacun des ajutages 30 et 31 à partir de la matière fluidisée en particules se trouvant dans les cuves 69 et 70.

Une membrane poreuse 73 située au fond de la cuve 69 forme la toiture d'une chambre de tranquillisation 74 à laquelle de l'air de fluidisation est acheminé par une conduite d'alimentation 75. Le sommet de la cuve 69 est fermé par une toiture 76 comportant une lumière d'entrée 77 reliée à un conduit de remplissage 78 renfermant un clapet 79. La matière en particules est chargée dans la cuve 69 via le conduit 78 lorsque le clapet 79 est ouvert. Un conduit d'air 80 communique avec une ouverture ménagée dans la toiture 76. Dans le conduit 80, est prévue une soupape 81 au moyen de laquelle la hauteur libre de la cuve 69 peut être reliée à une conduite à pression 82 ou être mise en communication avec l'atmosphère via une conduite d'évacuation 83.



Un autre conduit 84 est relié à une ouverture ménagée dans la toiture 76 près de la paroi latérale 71 de la cuve 69. Le conduit 84 forme une sortie au-dessus d'une partie du lit fluidisé contenu dans la cuve 69, cette partie étant séparée de la partie principale du lit par une chicane 85 qui s'étend vers le bas à partir de la toiture 76. L'extrémité inférieure de la chicane 85 est espacée au-dessus du fond poreux 73 de la cuve afin de définir un parcours indiqué par la flèche 86 pour l'écoulement de la matière fluidisée en particules de la partie principale de la cuve vers l'espace défini entre la chicane 85 et la paroi latérale 71 de cette cuve, assurant ainsi l'alimentation des particules aérées vers les ajutages 30. L'excès d'air de fluidisation est envoyé dans l'atmosphère par le conduit 84.

On utilise les mêmes chiffres de référence pour la structure de la toiture (avec ses conduits d'entrée et de sortie) située au sommet de la cuve identique 70.

Au fond de la cuve 70, est prévue une membrane poreuse 87 par laquelle l'air de fluidisation est acheminé à partir d'une chambre de tranquillisation 88 ayant sa propre alimentation d'air 89. Un écoulement de particules aérées est acheminé à partir de la cuve 70 en passant en dessous de l'extrémité inférieure de la chicane 85 comme indiqué par la flèche 86 pour alimenter les ajutages 31. Lorsqu'une quantité appropriée de la matière choisie en particules a été versée dans les deux cuves 69 et 70, on ferme les soupapes 79, tandis que les soupapes 81 relient les conduites à pression 82 aux conduits 80, maintenant ainsi une pression au-dessus des lits fluidisés contenus dans les cuves 69 et 70. La pression des alimentations d'air de fluidisation via les

conduits 75 et 89 en direction des chambres de tranquillisation 74 et 88 est calculée de telle sorte que la matière en particules contenue dans les cuves 69 et 70 soit en un état fluidisé approprié, malgré la
 5 pression (indiquée par des flèches 90) qui est maintenue dans les hauteurs libres situées au-dessus des deux lits fluidisés.

En réglant la pression de l'alimentation d'air de fluidisation via les conduits 75 et 89 par
 10 rapport aux pressions 90 maintenues au-dessus des surfaces des lits d'alimentation fluidisés, la pression régnant dans les particules aérées s'écoulant vers les rangées d'ajutages 30 et 31, est réglée de telle sorte que des courants de particules aérées et
 15 très serrées soient projetés vers les surfaces du verre à une vitesse garantissant le maintien de l'intégrité de ces courants sur leur trajectoire en direction de la surface du verre. Le branchement des alimentations d'air est contrôlé de la même manière
 20 que dans la forme de réalisation illustrée dans les figures 1 à 3.

La matière en particules projetée par les ajutages 30 et 31 est recueillie et acheminée dans une cuve d'entreposage séparée et, au moment voulu, elle
 25 est recyclée aux conduits 78 des cuves 69 et 70.

L'utilisation des chicanes 85 permet, à la matière fluidisée en particules contenue dans les cuves 69 et 70, de descendre sans altérer l'effet de trempe exercé, puisqu'aussi bien une pression constante est maintenue dans les hauteurs libres situées
 30 au-dessus des surfaces de la matière fluidisée contenue dans les cuves 69 et 70. En envoyant le gaz dans l'atmosphère via les conduits 84, on contribue à régler la pression régnant dans les particules aérées
 35 devant être acheminées aux ajutages.



La figure 5 des dessins annexés illustre une autre forme de réalisation de l'invention, appropriée pour la trempe thermique d'une feuille de verre 91 supportée horizontalement.

5 Des conduits d'alimentation 92 et 93, disposés horizontalement et contenant la matière fluidifiée en particules, comportent des rangées horizontales supérieure et inférieure d'ajutages 30 et 31 respectivement.

10 Les ajutages 30 ressortent en saillie vers le bas à partir de la face inférieure du conduit d'alimentation 92, tandis que les ajutages 31 ressortent en saillie vers le haut à partir de la face supérieure du conduit d'alimentation 93. Un espace de
15 traitement horizontal pour une feuille de verre 1 est défini entre les extrémités des ajutages.

Un réservoir vertical d'alimentation 94 est relié à la face supérieure du conduit d'alimentation supérieur 92, tandis qu'un réservoir d'alimen-
20 tation 95 est relié à un côté du conduit d'alimentation inférieur 93. Dans chacun des conduits d'alimentation 92 et 93, sont prévus des tubes poreux 96.

Des tubes poreux supplémentaires 97 et 98 sont adaptés à la base du réservoir d'alimentation 95,
25 le tube 98 étant relié en parallèle aux tubes 96 du conduit d'alimentation 93.

Avant le traitement d'une feuille de verre, on branche le vide vers les tubes 96 des conduits d'alimentation 92 et 93. Le vide est également
30 branché vers le tube 98 situé à la base du réservoir d'alimentation 95.

De la sorte, la matière en particules se trouvant dans les conduits d'alimentation 92 et 93 est maintenue en un état comprimé et non aéré. De
35 l'air est acheminé continuellement au tube 97 à la



base du réservoir d'alimentation 95 de telle sorte que la matière en particules contenue dans ce dernier soit maintenue aérée et en un état de disponibilité.

5 Une feuille de verre 91 qui a été chauffée à une température préalable au refroidissement brusque, est supportée sur une ossature 99 et est amenée dans l'espace de traitement horizontal. De l'air est
10 ensuite introduit dans les tubes 96 se trouvant dans le conduit d'alimentation supérieur 92, ainsi qu'aux tubes 96 et au tube 98 se trouvant dans le conduit d'alimentation inférieur 93.

L'aération de la matière en particules dans les conduits d'alimentation 92 et 93 est telle
15 que l'effet de trempe exercé par la matière en particules projetée vers le bas à travers les ajutages 30 sur la surface supérieure de la feuille de verre, soit pratiquement le même que celui exercé par la matière en particules projetée vers le haut à travers
20 les ajutages 31 en direction de la face inférieure de la feuille de verre.

La figure 6 est une vue semblable à celle de la figure 1, illustrant une autre méthode de mise en oeuvre de l'invention, selon laquelle les conduits
25 d'alimentation 28 et 29 sont immergés dans un lit de refroidissement brusque fluidisé par un gaz et constitué de la matière en particules, lit dans lequel la feuille de verre 1 est abaissée. Les courants sont projetés des ajutages dans le lit fluidisé à une
30 vitesse garantissant le maintien de l'intégrité de chaque courant sur sa trajectoire à travers le lit fluidisé et en direction du verre.

Les rangées d'ajutages 30 et 31, ainsi que l'alimentation de la matière fluidisée en particules
35 sont les mêmes que celles décrites en se référant aux

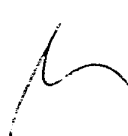
L

figures 1 à 3.

Sur le sol 15, à l'intérieur de l'ossature 14, est montée une table élévatrice en ciseaux 100 entourée d'un soufflet 101. La table 100 est illustrée dans sa position abaissée par des traits discontinus. Sur la table 100, est prévu un récipient 102 destiné à contenir un lit de refroidissement brusque fluidisé par un gaz et constitué de la même matière en particules que celle acheminée aux
5 ajutages 30 et 31. Ce récipient a une section transversale horizontale rectangulaire et il comporte un sommet ouvert. Le fond de ce récipient est formé par une membrane poreuse dont la position est indiquée par le chiffre de référence 103. Cette membrane
10 poreuse 103 constitue également le sommet d'une chambre de tranquillisation qui est indiquée d'une manière générale par le chiffre de référence 104.

Cette chambre de tranquillisation 104 est subdivisée en trois parties par des cloisons, à
20 savoir une partie centrale ayant sa propre alimentation d'air et située en dessous de l'espace de traitement, ainsi que deux parties extérieures ayant une alimentation d'air commune. L'air est acheminé dans la partie centrale de la chambre de tranquillisation
25 sous une pression supérieure à celle régnant dans les parties extérieures.

La porosité de la membrane 103 est conçue de telle sorte qu'il y ait une importante perte de charge dans le courant d'air traversant cette membrane.
30 La pression de l'alimentation d'air dans la partie centrale de la chambre de tranquillisation est calculée de telle sorte que la partie centrale du lit fluidisé contenu dans le récipient 102 soit dans un état de fluidisation de particules calme et uniformément expansé. La quantité de la matière en particules
35



qui est initialement présente dans le récipient 102 est calculée de telle sorte que, lorsque l'air de fluidisation est acheminé à la chambre de tranquillisation 104, le niveau superficiel calme du lit fluidisé soit situé à peu près à mi-hauteur de ce récipient.

Des tubes de refroidissement (non représentés) peuvent être montés dans le récipient près de ses parois latérales afin de maintenir le lit fluidisé à une température appropriée de refroidissement brusque, par exemple, de l'ordre de 60 à 80°C.

En actionnant la table élévatrice en cis-seaux 100, le récipient 102 est soulevé de sa position abaissée vers sa position élevée illustrée en trait plein. Les deux conduits verticaux d'alimentation 28 et 29 sont immergés dans le lit fluidisé et le déplacement de la matière fluidisée par ces conduits est tel que le lit fluidisé remplit alors le récipient et peut déborder légèrement par-dessus son bord supérieur.

La glissière pneumatique 61 est espacée d'un côté du récipient 102 pour recevoir la matière en particules débordant par-dessus le bord supérieur de ce récipient en tombant dans deux goulottes collectrices 105. On prévoit quatre goulottes 105 fixées au récipient dont elles entourent, ensemble, tout le bord supérieur de ce récipient. Les deux autres goulottes collectrices 105 déchargent la matière dans la glissière pneumatique 66. Chaque goulotte descend vers une gorge 106 à laquelle est articulé un bec 107. Lorsque le récipient 102 est soulevé ou abaissé, les becs 107 sont déplacés vers le haut et, lorsque le récipient occupe sa position élevée, ces becs sont déplacés vers le bas pour venir se placer par-dessus les glissières pneumatiques 61 et 66.

Le cycle opératoire est analogue à celui décrit pour la forme de réalisation des figures 1 à 3. Lorsque les portes 11 du four ont été fermées et que la feuille de verre suspendue est chauffée dans ce four, la table élévatrice en ciseaux est actionnée pour élever le récipient. Les becs 107 sont déplacés vers le haut de façon à dégager ainsi les glissières pneumatiques 61 et 66. Dès que la table 100 commence à monter, les transporteurs 57 et 58 sont mis en marche. Lorsque le récipient occupe sa position élevée, les alimentations d'air vers la chambre de tranquillisation 104 sont mises en service.

L'air acheminé à la chambre de tranquillisation 104 a pour effet de fluidiser la matière en particules contenue dans le récipient 102, la matière en particules se trouvant dans l'espace de traitement situé entre les rangées d'ajutages étant en un état de fluidisation de particules calme et uniformément expansé.

A ce moment, les portes 11 du four s'ouvrent et la feuille de verre chaud est abaissée rapidement à une vitesse constante dans l'espace de traitement. Dès que le bord inférieur de la feuille de verre est descendu à travers la surface supérieure horizontale calme de la matière fluidisée en particules, l'air est branché vers les tubes poreux 49, ainsi que vers les glissières pneumatiques 52 et 57. La matière en particules aérées s'écoule des réservoirs d'alimentation 34 et 35 vers les ajutages sous une pression calculée de telle sorte que des courants cohérents de la matière en particules soient projetés vers la feuille de verre via la matière calmement fluidisée se trouvant dans l'espace de traitement.

La matière en particules déborde par-dessus le bord supérieur du récipient et elle est recyclée

6

aux réservoirs 34 et 35 pour maintenir les niveaux superficiels statiques des lits fluidisés d'alimentation.

5 Le lit fluidisé calme se trouvant dans le récipient 102 lui-même confère un niveau de contrainte de base au verre et le transfert de chaleur à partir des surfaces du verre est favorisé par l'effet des courants submergés venant des ajutages et atteignant les surfaces du verre, favorisant ainsi l'agitation localisée de la matière en particules sur les
10 surfaces du verre, tout en conférant, à ce dernier, un profil de contrainte plus uniforme que celui obtenu par les courants de la matière en particules seuls.

La figure 7 illustre un autre appareil
15 suivant l'invention en vue de cintrer et de tremper des feuilles de verre.

On utilise les mêmes chiffres de référence que ceux des figures 1 à 3 pour désigner les mêmes éléments ou des éléments semblables.

20 Le four 7 est localisé au fond de l'appareil et des matrices de cintrage 108 et 109 sont montées au-dessus de l'embouchure 10 du four.

Avec leurs rangées d'ajutages 30 et 31, les conduits d'alimentation 28 et 29 constituent les
25 sections inférieures de conduits verticaux dont les sections supérieures constituent les réservoirs d'alimentation 34 et 35. Les glissières pneumatiques 32 et 33 de la forme de réalisation des figures 1 à 3 ne sont pas nécessaires.

30 L'aération de la matière en particules dans chacune des parties supérieures d'alimentation 34 et 35 des conduits est assurée par deux paires de tubes poreux 40. Une paire de tubes 40 est montée à peu près à mi-hauteur de chaque section supérieure.
35 La paire inférieure de tubes 40 est montée près de la



base de la section supérieure. Les tubes 40 de chaque paire sont reliés, via un régulateur de pression 41, à la canalisation maîtresse d'air comprimé 38. L'alimentation continue d'air comprimé aux tubes 40 maintient la réserve de matière en particules se trouvant dans les sections supérieures en un état aéré et de disponibilité.

Au sommet de chacune des sections inférieures 28 et 29, juste au-dessus des rangées d'ajustages 30 et 31, est monté un groupe de trois tubes poreux 54 qui sont reliés en parallèle à une soupape de permutation 55 commandée par une minuterie 56. Une entrée de la soupape 55 est reliée directement à la canalisation maîtresse de vide 52. L'autre entrée de la soupape 55 est reliée, via un régulateur de pression 114, à la canalisation maîtresse d'air comprimé 38.

Chacune des sections inférieures 28 et 29 comporte 10 tubes poreux 49 espacés verticalement et reliés, par paires, aux soupapes de permutation 50 qui sont commandées par des minuteries 53 et qui comportent des entrées reliées directement à la canalisation maîtresse de vide 52, de même que des entrées reliées, via des régulateurs de pression 51, à la canalisation maîtresse d'air comprimé 38.

Le mode opératoire est le même que celui de l'appareil illustré dans les figures 1 à 3. En branchant le vide vers les groupes de trois tubes poreux 54 dans la zone de sortie des sections supérieures d'alimentation 34 et 35 des conduits verticaux, on assure une compression positive de la matière en particules dans ces zones au-dessus desquelles les réserves aérées de la matière en particules sont supportées jusqu'à ce que l'écoulement soit nécessaire.

La feuille chaude 1 est soulevée hors du four pour être amenée dans une position de cintrage

entre les matrices 108 et 109 qui se referment sur cette feuille. Lorsque les matrices s'ouvrent, la feuille cintrée, qui est encore chaude, est soulevée dans la position illustrée dans l'espace de traitement ménagé entre les rangées d'ajutages 30 et 31.

5 Une goulotte collectrice de poudre 115 se déplace en dessous des rangées d'ajutages et les soupapes 55 branchent alors l'air comprimé vers les tubes 54, libérant ainsi les réserves de la matière en particules aérées se trouvant dans les sections supérieures 34 et 35, tandis que l'écoulement descendant de cette matière dans les conduits verticaux commence pour assurer l'alimentation des courants projetés hors des ajutages suite au branchement sé-

10 quentiel de l'air comprimé vers les tubes 49, ce branchement commençant lorsque la minuterie 56 actionne la soupape 55.

Dans chacune des formes de réalisation, la section transversale des ajutages peut varier à partir de la forme circulaire ; par exemple, cette

20 section transversale peut être ovale. En lieu et place des ajutages, les faces frontales des conduits d'alimentation 28 et 29 peuvent comporter des rangées d'ouvertures en forme de rainures ou de fentes qui

25 sont capables d'engendrer des courants de particules aérées et très serrées qui sont ensuite projetés vers la surface du verre.

L'invention permet d'obtenir des feuilles de verre soumises à une trempe thermique et ayant de

30 hautes valeurs de contrainte de traction centrale, ainsi que de hautes valeurs proportionnées de contrainte de compression superficielle. La contrainte de traction centrale est une indication de la haute résistance du verre trempé.



Par exemple, en adoptant le procédé de l'invention, on a atteint, dans des feuilles de verre d'une épaisseur se situant entre 6 mm et 12 mm, des contraintes de traction centrale se situant entre
5 114 MPa et 128 MPa.

En adoptant l'invention, on a fabriqué des feuilles de verre d'une plus faible épaisseur se situant dans l'intervalle allant de 2 mm à 3 mm et ayant une contrainte de traction centrale se situant
10 dans l'intervalle compris entre 60 MPa et 92 MPa, ainsi que des feuilles d'une épaisseur se situant dans cet intervalle et ayant une contrainte de traction centrale inférieure à 60 MPa, par exemple, jusqu'à environ 46 MPa.

Grâce au procédé de l'invention, des feuilles de verre plus minces encore peuvent être trempées thermiquement en atteignant une haute résistance. Par exemple, on a fabriqué du verre trempé d'une épaisseur de 1,1 mm ayant une contrainte de traction centrale
15 20 aussi élevée que 53 MPa.



REVENDEICATIONS

1. Appareil pour la trempe thermique du verre en soumettant un article en verre chaud à un refroidissement brusque avec une matière en particules, caractérisé en ce qu'il comprend un élément destiné à contenir une masse d'une matière en particules aérées et mobiles, ainsi qu'un élément d'extraction de gaz situé dans une zone de cette masse à travers laquelle doit être engendré un écoulement d'une matière en particules vers le verre.

2. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un élément destiné à contenir une réserve d'une matière en particules, un élément d'alimentation et d'extraction de gaz relié à cet élément, ainsi qu'un élément destiné à régler l'élément d'alimentation et d'extraction de gaz afin de régler sélectivement la mobilité de la matière en particules et amorcer l'écoulement de celle-ci vers le verre, tout en maintenant cet écoulement pendant un laps de temps suffisant pour amorcer des contraintes de trempe dans le verre.

3. Appareil suivant la revendication 2, caractérisé en ce que l'élément destiné à contenir une masse de matière en particules est un réservoir comportant une sortie pour l'écoulement précité, tandis que l'élément d'alimentation et d'extraction de gaz comprend au moins un tube poreux situé dans la zone de sortie du réservoir et relié, via un élément à soupape, aux canalisations maîtresses d'alimentation et d'extraction de gaz.

4. Appareil suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la sortie du réservoir d'alimentation est reliée à un conduit d'alimentation comportant une rangée d'ajutages en vue de projeter des courants de particules aérées et très serrées vers le

verre, le réservoir étant localisé pour établir une colonne de pression efficace pour l'alimentation des particules, tandis que des tubes poreux assurant l'alimentation et l'extraction du gaz sont situés dans ce conduit d'alimentation près des entrées des ajutages.

5. Appareil suivant la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend un élément à soupape reliant chaque tube poreux à une canalisation maîtresse d'alimentation de gaz, ainsi qu'à une canalisation maîtresse d'extraction de gaz, des minuteriers étant reliées à cet élément à soupape afin de contrôler la séquence de branchement de l'alimentation de gaz vers les tubes poreux et l'extraction du gaz hors de ces derniers.

6. Appareil suivant la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un tube poreux situé dans la zone de l'entrée du conduit d'alimentation et relié, par une soupape, à la canalisation maîtresse d'extraction de gaz, une minuterie étant reliée à cette soupape afin de contrôler le branchement de l'extraction de gaz, contrôlant ainsi l'écoulement de la matière en particules hors du réservoir.

7. Appareil suivant l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend deux conduits d'alimentation comportant chacun une rangée d'ajutages, ces rangées d'ajutages définissant, entre leurs extrémités de sortie, un espace de traitement pour une feuille de verre, deux réservoirs étant reliés respectivement aux conduits d'alimentation.

8. Procédé pour la trempe thermique du verre, dans lequel un article en verre chaud est soumis à un refroidissement brusque avec une matière en parti-

L

cules, caractérisé en ce qu'on règle sélectivement la mobilité de la matière en particules afin d'amorcer un écoulement de la matière en particules vers le verre, tout en maintenant cet écoulement pendant un laps de
5 temps suffisant pour amorcer des contraintes de trempe dans le verre.

9. Procédé suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'on contrôle l'écoulement de la matière en particules aérées et mobiles à partir d'une
10 réserve en extrayant un gaz d'une zone de cette réserve à travers laquelle doit être engendré l'écoulement afin de comprimer la matière se trouvant dans cette zone et empêcher l'écoulement.

10. Procédé suivant la revendication 8 ou
15 9, caractérisé en ce qu'on aère une masse d'une matière en particules pour alimenter l'écoulement, tout en extrayant un gaz d'une zone de sortie de cette masse pour comprimer la matière et empêcher l'écoulement, l'écoulement de la matière en particules aérées
20 étant amorcé en passant d'une extraction de gaz hors de cette zone de sortie à une alimentation de gaz en direction de cette dernière.

11. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'on introduit un gaz dans l'écoulement en aval de cette zone afin de régler la pression d'écoulement.
25

12. Procédé suivant la revendication 11, caractérisé en ce qu'on engendre cet écoulement vers le verre sous forme de plusieurs courants de particules aérées et très serrées, tandis qu'on règle la
30 pression du gaz introduit dans cet écoulement afin de projeter les courants vers une surface du verre à un débit garantissant le maintien de l'intégrité de chaque courant sur sa trajectoire vers la surface
35 du verre.

6

13. Procédé suivant la revendication 12 pour la trempe thermique d'une feuille de verre, caractérisé en ce que la feuille de verre est posée verticalement, tandis que les courants de particules sont dirigés vers les deux surfaces du verre.

14. Procédé suivant la revendication 13, caractérisé en ce que les courants de particules sont projetés à partir de rangées verticales d'ajutages.

15. Procédé suivant la revendication 14, caractérisé en ce que chaque rangée d'ajutages est alimentée par un écoulement provenant d'une masse descendante d'une matière en particules aérées, on introduit un gaz dans cet écoulement près des ajutages, tandis qu'on règle la hauteur de la masse de matière située au-dessus des ajutages, de même que la pression de cette alimentation de gaz afin de régler la vitesse de projection des courants vers le verre.

16. Procédé suivant la revendication 15, caractérisé en ce que la réserve de matière est une colonne d'une matière en particules, un gaz est extrait d'une zone située au fond de la colonne afin d'empêcher l'écoulement de la matière en particules hors de cette dernière et ensuite, on introduit un gaz dans cette zone afin de régler l'écoulement de la matière en particules hors de la colonne.

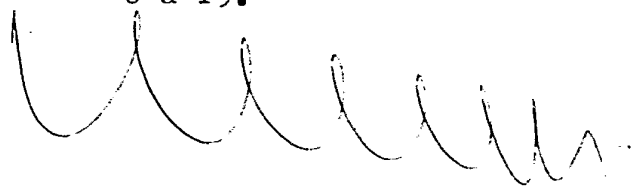
17. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisé en ce qu'on introduit un gaz dans chaque écoulement en plusieurs endroits qui sont espacés verticalement l'un de l'autre près des ajutages, on passe de l'alimentation à l'extraction du gaz à ces endroits afin d'empêcher l'écoulement à la fin d'une opération de trempe et l'on passe à l'alimentation du gaz à ces endroits afin d'amorcer la projection des courants de particules vers la feuille de verre suivante qui doit être trem-

pée.

18. Procédé suivant la revendication 17, caractérisé en ce qu'on minute sélectivement le branchement de l'alimentation de gaz à ces endroits en commençant par l'endroit occupant la position inférieure extrême.

19. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce qu'on empêche l'écoulement de la matière en particules hors de sa réserve en extrayant un gaz d'une zone de sortie située juste au-dessus de la rangée d'ajutages.

20. Verre trempé thermiquement obtenu par un procédé suivant l'une quelconque des revendications 8 à 19.



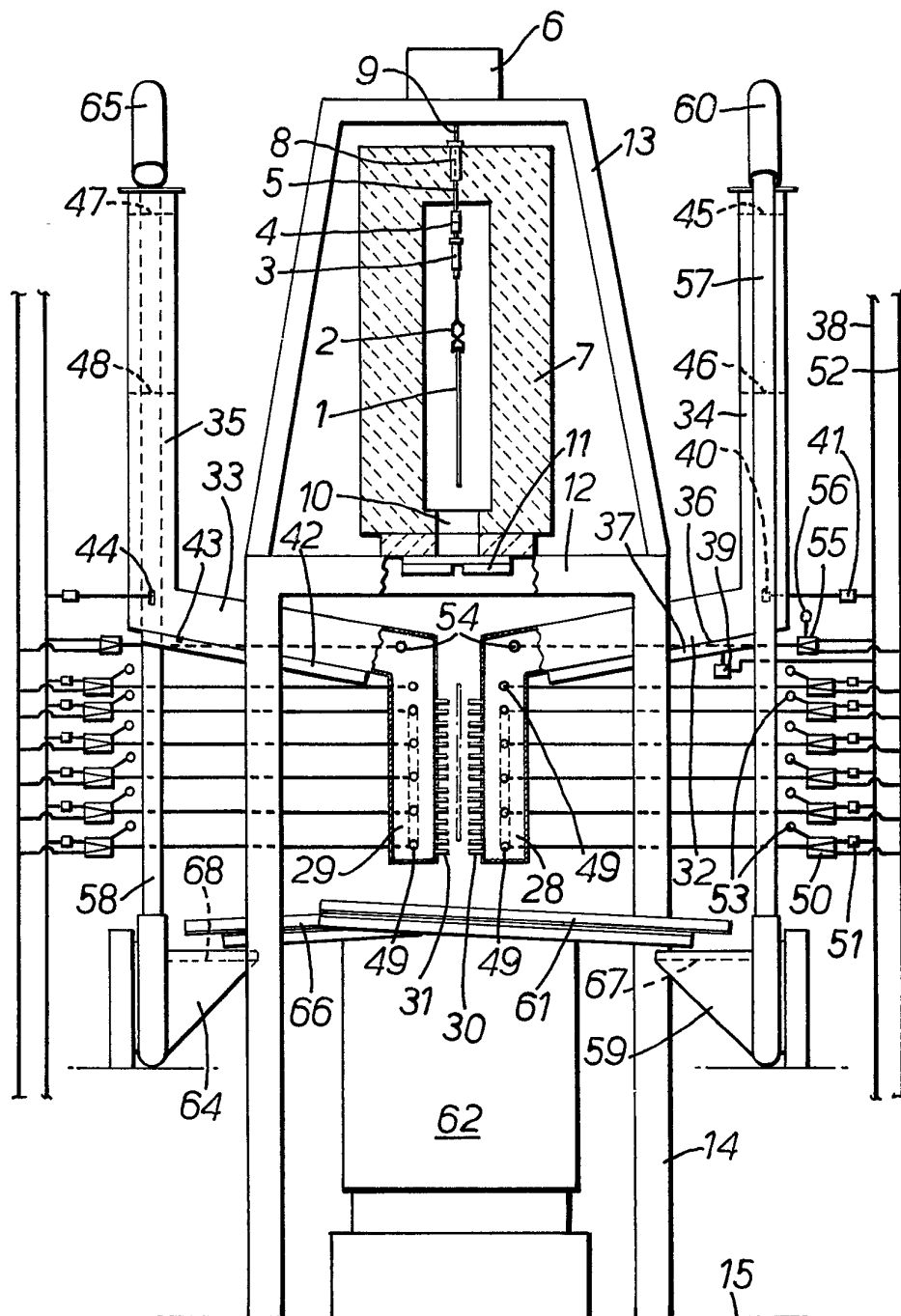


FIG. 1.

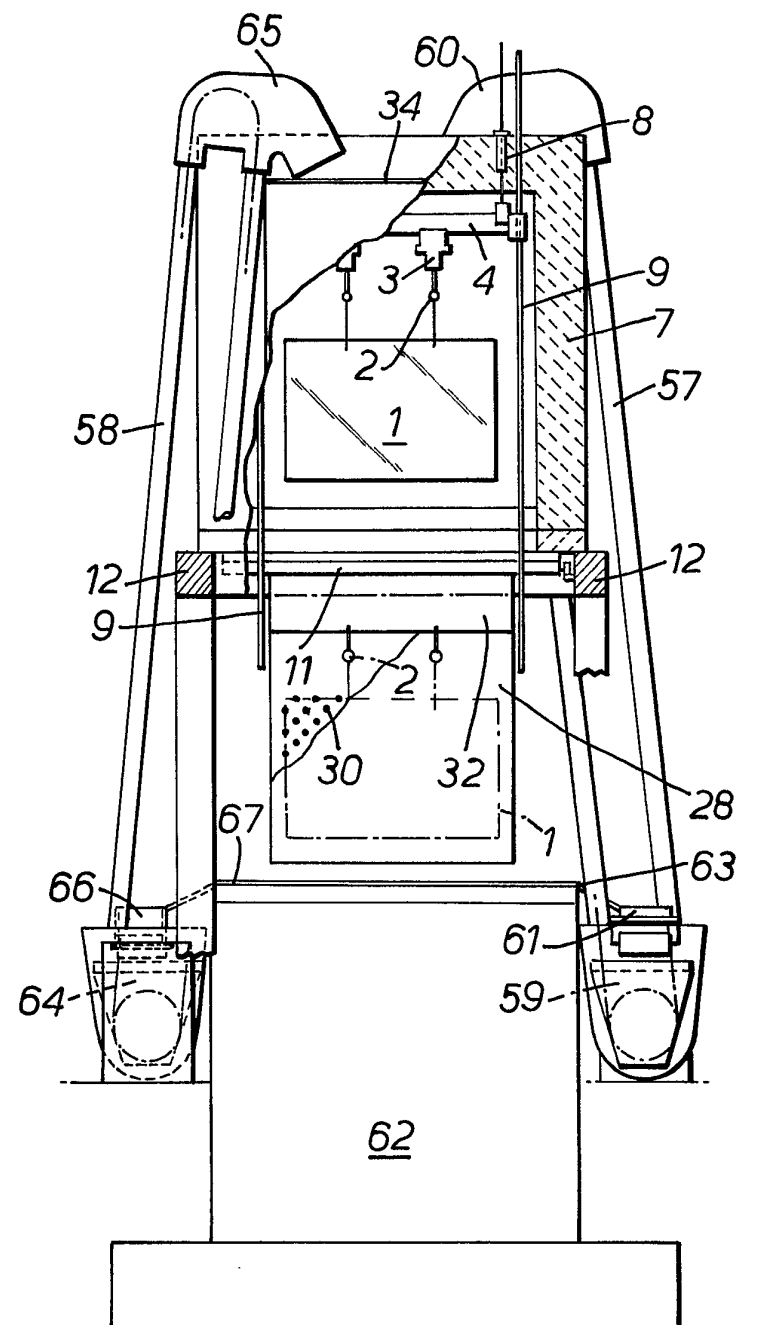


FIG. 2.

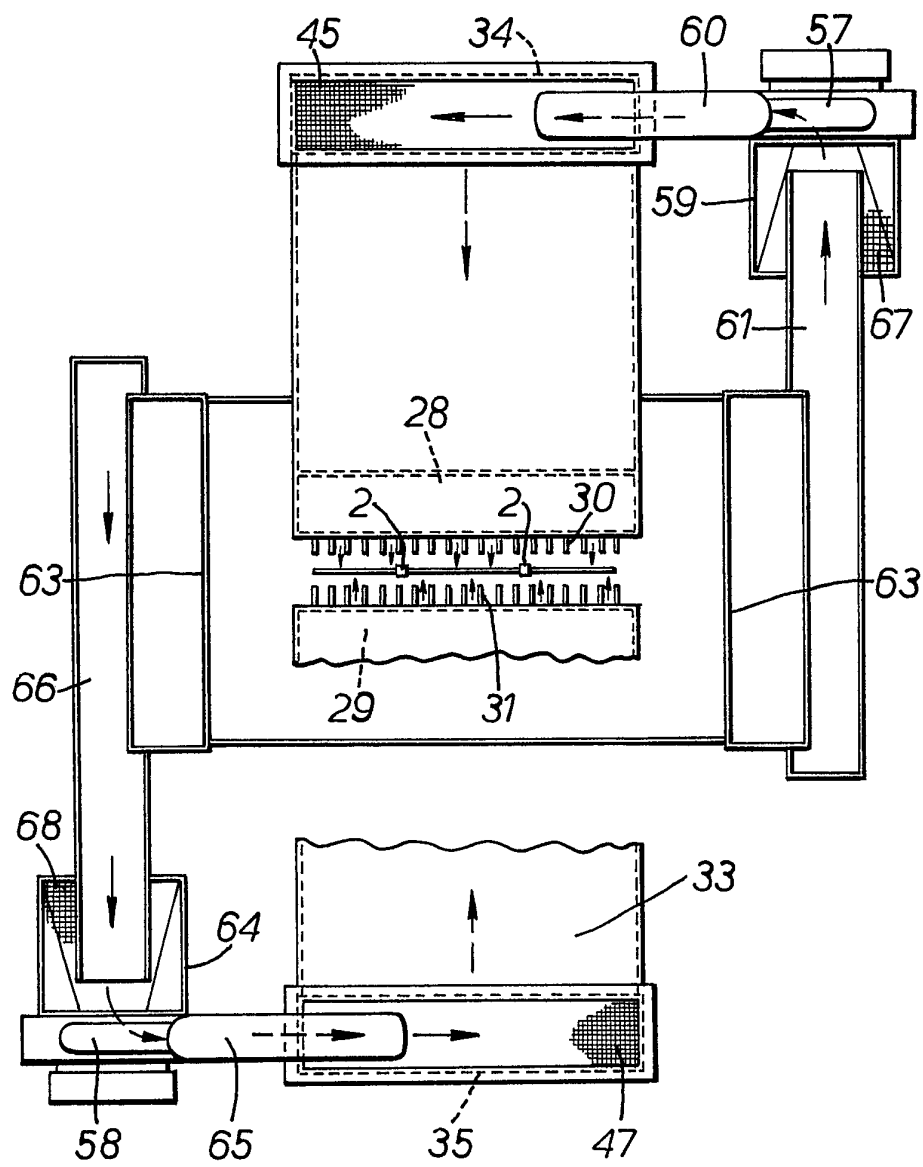


FIG. 3.

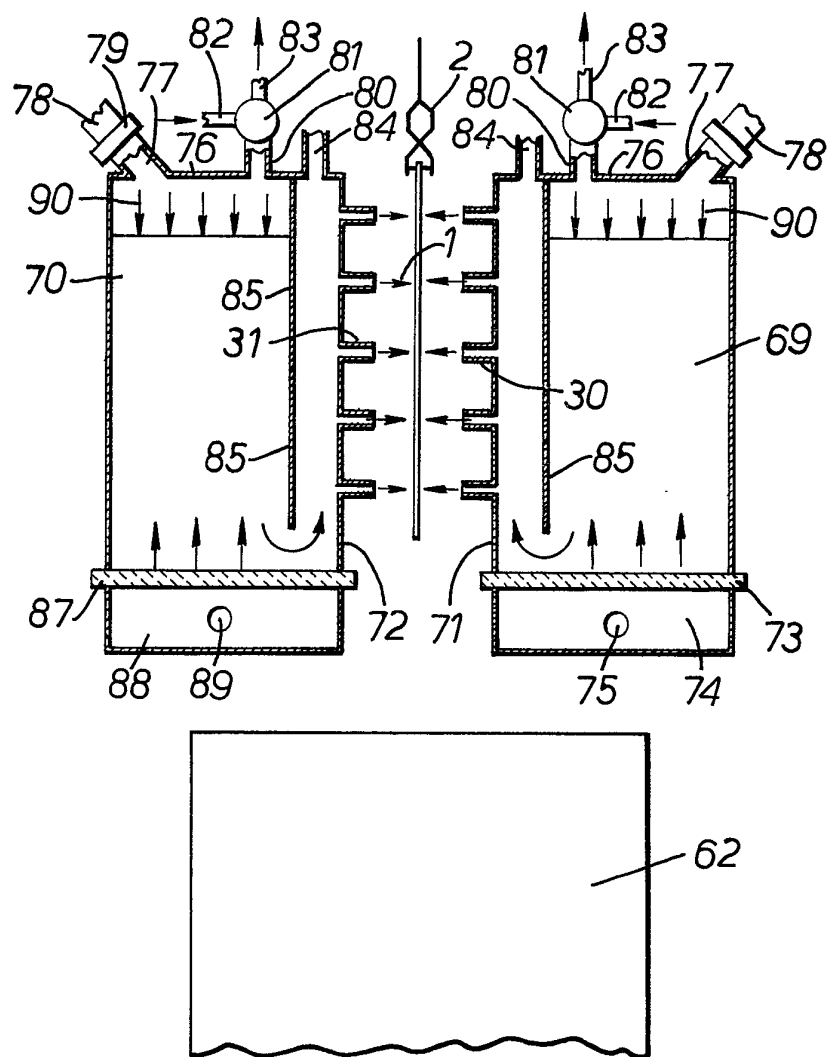


FIG. 4.

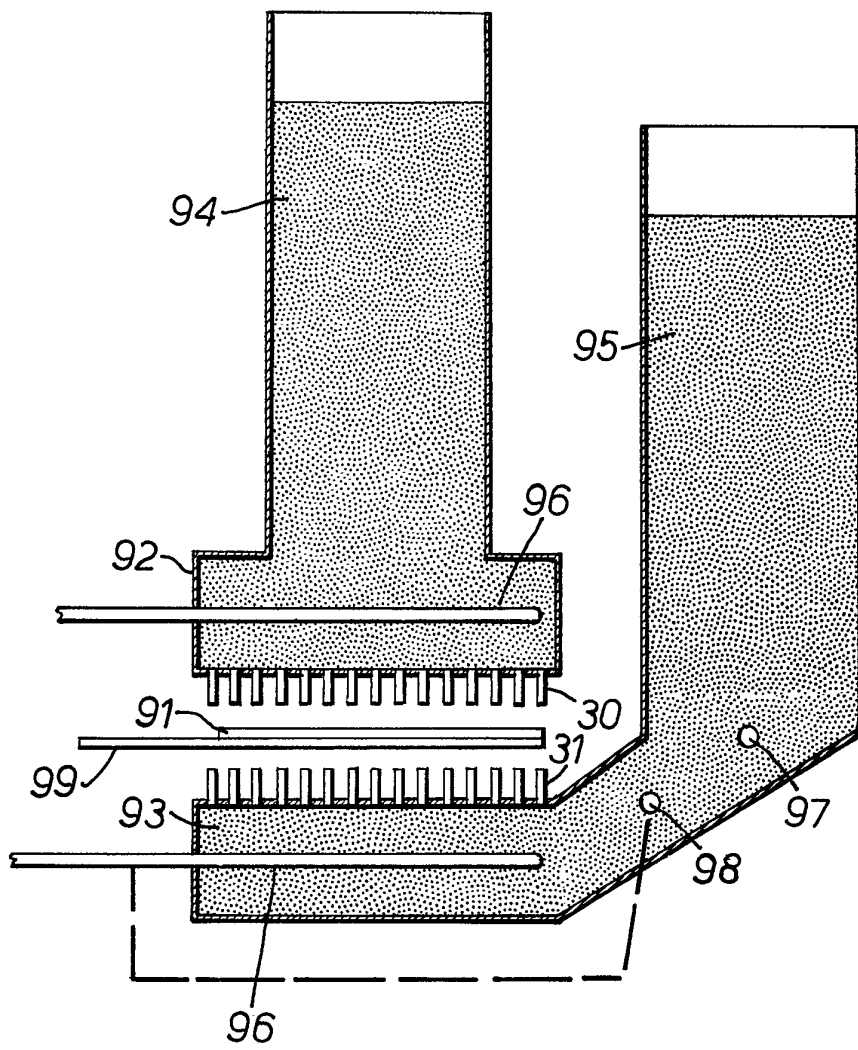


FIG. 5.

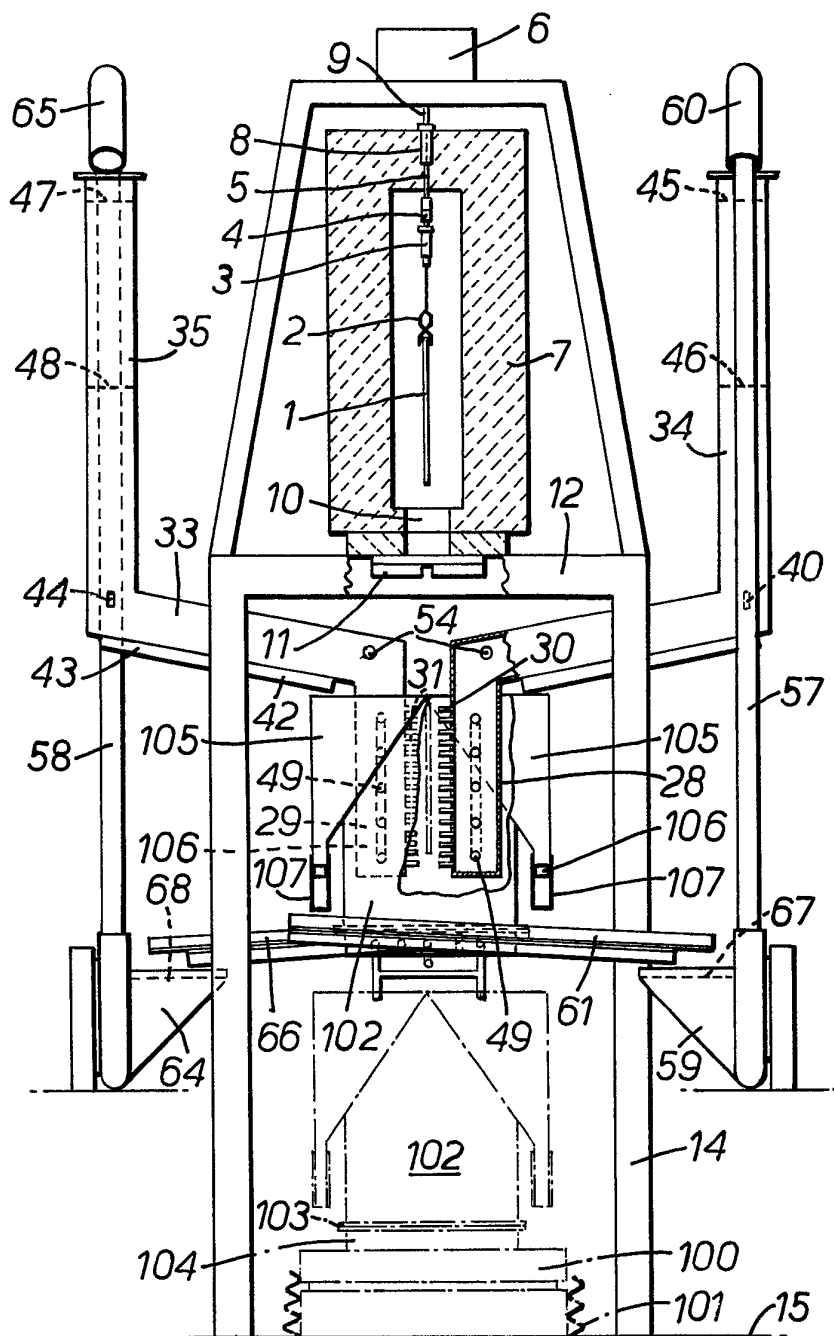


FIG. 6.

