



MINISTRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

N° 897.385

Classif. Internat.: C O 3 B.

Mis en lecture le:

27 - 01 - 1984

LE Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention;

Vu la Convention d'Union pour la Protection de la Propriété Industrielle;

Vu le procès-verbal dressé le 27 juillet 19 83 à 10 h. 30

au Service de la Propriété industrielle;

ARRÊTE :

Article 1. - *Il est délivré à la Sté dite : GLAVERBEL S.A.
166 chaussée de la Hulpe, Bruxelles,*

*repr. par Mme. L. Tytgat, c/o Glaverbel S.A., Secrétariat
Technique, Chaussée de la Hulpe 166, 1170 Bruxelles,*

*un brevet d'invention pour: Procédé et installation pour la fabrication de
verre étiré en feuille,*

*qu'elle déclare avoir fait l'objet d'une demande de brevet
déposée en Grande-Bretagne le 30 juillet 1982, n° 82 22 083*

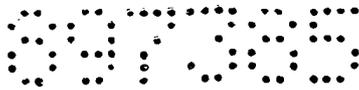
Article 2. - *Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.*

Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 27 janvier 19 84
PAR DELEGATION SPECIALE:

Le Directeur

L. WUYTS



NE19MGJB3973

MEMOIRE DESCRIPTIF

joint à une demande de

BREVET D'INVENTION

déposée par la Société dite

Glaverbel

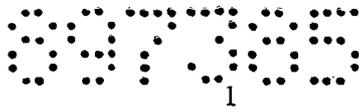
166, Chaussée de la Hulpe
WATERMAEL-BOITSFORT (Belgique)

pour :

" Procédé et installation pour la fabrication de verre étiré en feuille. "

Priorité : Grande-Bretagne, le 30 juillet 1982, n° 82 22 083.

Inventeur : Adrianus GEPPAARD.



La présente invention concerne la fabrication de verre étiré en feuille et fournit un procédé et une installation pour la production d'un tel verre. L'invention s'étend à du verre en feuille fabriqué au moyen d'un tel procédé ou d'une telle installation.

5 Il existe trois procédés classiques pour produire un ruban continu de verre étiré, à savoir les procédés Fourcault, Colburn (ou Libbey-Owens) et Pittsburgh. Ces procédés datent des deux premières décades de ce siècle.

10 Ces procédés peuvent être divisés en deux catégories suivant la manière dont le verre fondu s'achemine vers le pied du ruban de verre. Dans les procédés Colburn et Pittsburgh, le ruban est alimenté par des courants de surface de verre fondu contenu dans un puits d'étirage. Dans le procédé Fourcault, le verre est étiré depuis une fente ménagée dans une débiteuse en une pièce en matière
15 réfractaire, qui est partiellement immergée dans le verre fondu contenu dans le puits d'étirage. De cette façon, du verre provenant des profondeurs du puits d'étirage pénètre dans la fente pour former le ruban. Dans une variante plus récente de ce procédé, la débiteuse est remplacée par une paire de rouleaux à rotation lente qui définissent la fente d'étirage.
20

La présente invention concerne un procédé de fabrication de verre en feuille dans lequel du verre fondu formé dans un four de fusion à bassin s'écoule en continu vers un puits d'étirage d'où le verre est étiré verticalement sous forme d'un ruban continu
25 à partir d'une fente définie par un dispositif réfractaire partiellement immergé dans le verre fondu contenu dans le puits d'étirage et à l'intérieur d'une chambre d'étirage au-dessus du puits.

On reconnaît que de tels procédés d'étirage de verre en dessous de la surface ont certains avantages sur des procédés
30 d'étirage en surface tels que les procédés Colburn et Pittsburgh. Par exemple, lorsqu'on étire un ruban de verre ayant une épaisseur telle que celle utilisée habituellement pour du verre à vitres, il est généralement admis que le procédé Fourcault d'étirage en-dessous de la surface est plus facile à conduire pour produire du verre de qualité
35 satisfaisante en ce qui concerne ses propriétés d'épaisseur. Avec un contrôle soigné, le procédé Fourcault peut être utilisé pour produire



du verre plus mince qu'il n'est possible avec le procédé Pittsburgh et du verre mince peut être fabriqué plus facilement que par le procédé Colburn. Il est également connu que l'utilisation du procédé Fourcault classique facilite le contrôle de l'épaisseur du verre produit.
5 Ceci est particulièrement important lorsqu'on fabrique du verre mince.

Certains désavantages sont également associés au procédé Fourcault classique. Par exemple, certains défauts optiques peuvent apparaître dans la feuille de verre étiré.

Un autre désavantage réside dans le rendement et
10 le coût du verre utilisable. Le coût du verre étiré en feuille peut être ventilé comme suit : le capital investi pour l'installation, les coûts de maintenance (réparation) de l'installation, les coûts de la main-d'oeuvre, les coûts de l'énergie et les coûts de matières premières. Les coûts de l'énergie peuvent en outre être divisés en coûts imputables
15 au maintien de l'installation à sa température de travail et en coûts imputables à la fusion des matières premières pour former le verre fondu. Lorsqu'une installation donnée de production de verre en feuille est en fonctionnement les seuls frais qui varient sensiblement avec le taux de production de verre sont ceux de la matière
20 première consommée et de l'énergie nécessaire à la fusion de la matière première. Il s'ensuit que si le rendement en verre utilisable est réduit, le coût spécifique de production de ce verre sera accru.

Le taux de verre utilisable dépend en partie de la vitesse d'étirage du ruban. Il est connu que dans le procédé Fourcault,
25 les vitesses d'étirage utilisées sont généralement inférieures à celles des procédés Pittsburgh et Colburn.

Le taux de verre utilisable dépend aussi de la largeur utile du ruban étiré, c'est-à-dire la partie de la largeur du ruban qui répond aux critères de qualité désirés. En général, les portions marginales du ruban ne répondront pas à ces critères et en pratique, les
30 bords du ruban sont coupés et renvoyés au four de fusion en tant que groisil. Lorsqu'on étire par le procédé Fourcault du verre au travers d'une débiteuse donnée, il est connu que la largeur utile du ruban décroît tandis que la largeur des bords du ruban de moindre qualité
35 augmente si le verre est étiré à des épaisseurs nominales plus faibles. Ce phénomène devient particulièrement important lorsqu'on fabrique



du verre mince. Ce qui entraîne que des larges portions marginales du ruban sont de qualité inacceptable et sont uniquement utilisables en tant que groisil. Il serait possible d'éviter une proportion importante de ce rebut en étirant le ruban plus mince à partir d'une débiteuse
5 ayant une fente d'étirage appropriée plus courte. Mais ceci aurait uniquement pour résultat des économies sur la matière première consommée et sur le coût de sa fusion. Le coût spécifique du verre utilisable produit serait encore élevé. Il faut également noter que le changement d'une débiteuse est un processus difficile et lent qui en
10 lui-même a pour résultat une perte de production potentielle de verre étiré.

Un des objets de la présente invention est de fournir un procédé de fabrication de verre en feuille dans lequel ces désavantages du procédé Fourcault sont amoindris.

15 La présente invention fournit un procédé de fabrication de verre en feuille dans lequel du verre fondu formé dans un four de fusion à bassin s'écoule en continu vers un puits d'étirage d'où le verre est étiré verticalement sous forme d'un ruban continu à partir d'une fente définie par un dispositif réfractaire partiellement immergé
20 dans le verre fondu contenu dans le puits d'étirage et à l'intérieur d'une chambre d'étirage au-dessus du puits, caractérisé en ce que le verre est étiré verticalement à partir de la dite fente, tandis que la ligne centrale s'étendant le long de la fente est espacée de chacune des parois amont et aval du puits d'étirage d'une distance d'au moins
25 550 mm.

On a trouvé que l'adoption de la présente invention apporte un certain nombre d'avantages importants sur un procédé Fourcault classique.

L'obtention de ces avantages est surprenante par le
30 fait qu'un procédé selon la présente invention s'écarte radicalement d'un critère de conception établi depuis longtemps pour des procédés dans lesquels le ruban est alimenté par des courants non-superficiels dans le puits d'étirage.

Il est évident qu'il faut un courant continu de verre
35 fondu à l'intérieur de la fente d'étirage. Afin de le favoriser et de fournir un courant direct de verre provenant du four de fusion en

D.



direction de la base de la fente d'étirage, on a jusqu'ici pensé qu'il était nécessaire de concevoir le puits d'étirage de manière à réduire le courant de verre dans le puits en dehors de la fente au niveau supérieur à la base de la pièce réfractaire définissant la fente. En pratique, dans tous les procédés Fourcault classiques, la longueur totale du puits d'étirage, mesurée normalement à la ligne centrale courant le long de la fente, c'est-à-dire la distance entre les parois amont et aval du puits, a été réduite à moins de la moitié de la distance minimum exigée par la présente invention.

10 Un avantage important obtenu par la présente invention est que l'on peut étirer du verre sous une épaisseur comprise dans une limite de tolérance plus étroite.

Un second avantage important est que le taux de production de verre utilisable peut être augmenté de manière significative. L'adoption de la présente invention permet l'étirage d'un ruban de verre avec une plus grande largeur utile sur une étireuse donnée particulièrement lorsque le verre étiré est mince. Ceci réduit la proportion de la largeur du ruban qui est de qualité inacceptable et permet une plus grande utilisation de la largeur de l'étireuse pour donner un taux plus élevé de verre utilisable, même lorsqu'on étire du verre très mince.

Un autre avantage de l'invention est que, en raison de la plus grande longueur du puits d'étirage, la température moyenne du verre fondu pénétrant dans la fente d'étirage peut être maintenue à une valeur plus élevée. A cause de cela, toute tendance du verre à se dévitrifier sur les lèvres de la fente d'étirage est réduite. Ceci réduit l'apparition d'un défaut caractéristique du procédé Fourcault classique connu sous le nom de lignes d'étirage, dont la présence dans le produit n'est pas souhaitable et peut être inacceptable.

30 Les avantages cités obtenus par la présente invention sont favorisés lorsqu'on adopte l'une des caractéristiques facultatives suivantes, ou les deux :

i. le verre est étiré verticalement à partir d'une dite fente dont la ligne centrale est espacée de chacune des dites parois terminales d'une distance d'au moins 700 mm

ii. le verre est étiré verticalement plus près de



la paroi aval du puits d'étirage que de la paroi amont.

L'espace entre la fente d'étirage et les parois du puits d'étirage implique qu'une certaine longueur minimum du puits d'étirage doit être respectée dans un procédé selon l'invention. Ceci favorise une configuration bénéfique des courants de verre fondu à l'intérieur du puits d'étirage. Ce qui tend à assurer que la viscosité du verre pénétrant dans la fente d'étirage est plus uniforme sur la longueur de cette fente. En étirant verticalement du verre plus près de la paroi aval du puits d'étirage que de la paroi amont, le parcours le long duquel du verre fondu s'écoule vers la fente d'étirage est allongé pour une longueur donnée du puits d'étirage. Le verre s'écoulant le long d'un tel parcours allongé peut être mieux conditionné du point de vue thermique. De plus, comme la fente d'étirage est bien espacée des parois amont et aval du puits d'étirage, le refroidissement naturel du verre fondu par les parois de ce puits n'aura pas un effet aussi néfaste sur l'uniformité de la température du verre pénétrant dans la fente que cela se produit dans les procédés Fourcault classiques.

Des configurations bénéfiques de courants peuvent être davantage favorisées en adoptant une ou plusieurs des caractéristiques préférées suivantes :

iii. le verre fondu est amené au puits d'étirage depuis une partie du four (par exemple un chenal d'alimentation ou un bassin de distribution) dont la profondeur est substantiellement la même que celle du puits

iv. la profondeur du verre dans le puits d'étirage est substantiellement égale à la profondeur du verre dans le bassin de fusion

v. la profondeur du verre dans le puits d'étirage est maintenue à au moins 1 mètre, et de préférence cette profondeur est comprise entre 1,2 et 1,5 mètres.

Il est spécialement préféré d'adopter chacune de ces caractéristiques. Lorsqu'une telle condition est réalisée, on a trouvé que la configuration des courants dans le verre fondu est favorable à la production d'un taux élevé de verre ayant une bonne uniformité d'épaisseur et à l'obtention d'une largeur utile élevée. L'adoption de ces caractéristiques a aussi un effet favorable sur la réduction des défauts



dans le verre produit. Lorsque le verre fondu s'écoule en contact avec les parois réfractaires du puits, il peut dissoudre ou arracher de la matière de ces parois. L'entraînement de cette matière dans le ruban étiré donne naissance à des défauts. Cependant, si le puits
5 d'étirage est suffisamment profond et si la sole du puits est au même niveau que celui d'une portion du four immédiatement en amont, et de préférence également au même niveau que celui du bassin de fusion, un courant de retour de verre plus froid s'établira le long de la sole du four. Ce courant de retour peut être formé par du verre fondu
10 qui a été refroidi par contact avec les parois latérales et terminales du puits d'éirage. Il en résulte que toute matière entraînée par le verre qui est entré en contact avec ces parois retournera vers d'autres parties du four situées en amont. Dès lors, le risque que de la matière réfractaire en provenance des parois du puits d'éirage ne pénètre dans
15 le ruban est réduit.

Une telle configuration de courant offre un autre avantage. Comme du verre plus froid remonte vers les parties amont du four de fusion, un plus grand volume de verre fondu chaud vient en contact avec les parois du puits d'éirage. Il en résulte que, pour une
20 perte de chaleur donnée à travers les parois, la chute de température du verre fondu en est réduite. Ceci favorise en outre l'uniformité de la température et de la viscosité du verre pénétrant dans la fente d'éirage. Ce qui, à son tour, favorise une augmentation de la largeur utile du verre étiré et a un effet favorable sur une nouvelle réduction
25 de la tendance du verre à se dévitrifier à la fente d'éirage.

On préfère également que l'entrée du verre fondu dans le puits d'éirage s'étende substantiellement sur la totalité de la longueur de ce puits.

Dans le procédé Fourcault classique, le ruban continu
30 de verre est étiré vers le haut dans un caisson vertical de recuisson. L'utilisation d'un caisson vertical de recuisson peut donner naissance à des difficultés qui sont bien connues dans la technique. Par exemple, les courants d'air de convection à l'intérieur du caisson de recuisson rendent difficile le contrôle des températures de recuisson. Les forces
35 d'accrochage tirant le ruban vers le haut peuvent le briser et du verre brisé risque de tomber dans le puits d'éirage. Le verre brisé qui



tombe dans le puits d'étirage est particulièrement néfaste dans un
procédé Fourcault classique, car il y a de ce fait un grand risque d'en-
dommager les lèvres de la débiteur qui définissent la fente d'étirage
Si la débiteur est endommagée de cette façon, un défaut permanent
5 peut se présenter sur le ruban qui est étiré.

Selon des formes préférées de réalisation de l'in-
vention, le dit ruban continu est plié sur un rouleau plieur et mené
ensuite à une galerie horizontale de recuisson. Ainsi qu'on le connaît
bien par l'expérience avec le procédé Colburn, le contrôle de la tempé-
10 rature est plus facile dans une galerie horizontale de recuisson. Il y a
de plus un risque nettement moins grand que le verre retombe dans le
puits d'étirage si le ruban vient à se briser. Il est également connu
que l'emploi d'une galerie horizontale réduit la tendance du ruban à
s'incurver transversalement pendant la recuisson et à perdre ainsi
15 sa planéité.

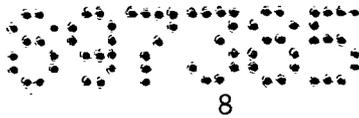
Cependant la combinaison de cette caractéristique
préférée avec la présente invention offre même plus d'avantages qu'on
pourrait en attendre.

Une comparaison du verre produit par les deux
20 procédés montre que cette nouvelle combinaison de caractéristiques
présente les avantages suivants sur le procédé Colburn connu.

La planéité du ruban en est même favorisée.

Du verre plus mince de bonne qualité peut être obtenu
beaucoup plus facilement. Au moyen du procédé Colburn, on a produit
25 du verre de 0,4 mm d'épaisseur, mais uniquement avec difficulté et
avec un faible rendement. En utilisant cette nouvelle combinaison de
caractéristiques, on a produit sans difficulté du verre ayant la même
épaisseur avec un rendement élevé lors du premier essai. Du verre
plus mince a même été étiré. En fait, on croit que l'adoption de cette
30 combinaison de caractéristiques permet l'étirage, avec un rendement
élevé, de verre de qualité acceptable qui est plus mince que celui
que l'on peut obtenir par tout autre procédé continu d'étirage et permet
de le faire facilement et sûrement.

Une difficulté qui peut survenir lorsqu'on plie un
35 ruban de verre sur un rouleau plieur est qu'une fracture transversale
peut se développer dans le verre étiré entre le rouleau plieur et les



premiers rouleaux de convoyeur dans l'axe menant à la galerie horizontale de recuisson. Une telle fracture s'est produite dans le procédé Colburn connu et dans le nouveau procédé avec fente d'étirage. Dans les deux cas, le rouleau plieur a été entraîné à une vitesse minimum, 5 via un embrayage arrangé de manière qu'il puisse tourner plus rapidement, par friction entre la circonférence du rouleau et le ruban étiré, pendant la production normale. Dans l'ancien procédé, les effets de tension superficielle au pied du ruban étiré et le poids de la portion verticale du ruban étaient suffisants pour contrer la traction 10 entre le rouleau plieur et le ruban lorsque le rouleau fût entraîné à sa vitesse minimum. De sorte que le ruban se sépare à l'endroit de la fracture et le ruban récemment formé retombe dans le puits d'étirage, avec comme résultat une perte considérable de production. Lorsqu'une telle fracture s'est produite dans le nouveau procédé, la séparation 15 du ruban n'a pas eu lieu. Le ruban de verre étiré continua sa progression et la perte de production fût nettement moindre. Ce résultat surprenant est attribué à la manière dont le verre est conformé en ruban à la fente d'étirage et sera décrit plus loin.

Une autre difficulté qui peut survenir lorsqu'on utilise 20 une galerie horizontale de recuisson est particulièrement importante lorsqu'on étire du verre très mince. Il s'agit d'une perte de traction par glissement entre le ruban et les rouleaux de convoyeur en raison de la légèreté du ruban. On a noté que si la chute de vitesse du ruban est trop importante, les refroidisseurs entre lesquels le ruban est étiré 25 peuvent avoir un effet trop grand sur le ruban, de sorte que ce dernier devient trop dur pour être plié sur le rouleau plieur. Un glissement entre les rouleaux et le ruban peut être substantiellement évité en adoptant la présente invention, de sorte que la vitesse voulue du ruban peut être maintenue. De nouveau, on croit que ceci est dû à la 30 manière dont le verre est conformé en ruban.

L'emploi de cette combinaison de caractéristiques procure également des avantages considérables sur les procédés d'étirage vertical utilisant une fente d'étirage. En particulier, l'uniformité de l'épaisseur du ruban est encore améliorée, aussi bien au point de 35 vue de l'étroitesse de la marge de tolérance qu'au point de vue du rendement de verre produit, c'est-à-dire au point de vue de la largeur

A.



sur laquelle une marge de tolérance donnée peut être obtenue. Pour étirer un ruban de 2 mm d'épaisseur par le procédé Fourcault classique, la marge de tolérance usuelle commercialement acceptable est 0,2 mm. L'adoption de la présente combinaison de caractéristiques permet la
5 réduction à $\pm 0,05$ mm de la marge de tolérance pour un ruban de verre
verre de 2 mm. Et ceci a pu uniformément être obtenu sur des
largeurs continues de ruban de 30 % supérieures à celles obtenues par
les procédés connus antérieurement. De plus, un ruban de verre ayant
une épaisseur nominale de 0,4 mm a été uniformément produit avec la
10 même régularité d'épaisseur sur une largeur continue de ruban de 50 %
supérieure à celle obtenue par le procédé connu.

Un autre avantage de la présente combinaison de caractéristiques sur le procédé Fourcault classique réside dans l'élimi-
nation substantielle de distorsion du ruban, due à l'ondulation de ses
15 bords.

Un autre avantage par rapport au procédé Colburn classique réside dans le fait que le verre formant le ruban provient de la profondeur du puits d'étirage plutôt que de la surface de la masse fondue. Il en résulte que des défauts sur la surface de la masse fondue
20 ne sont pas entraînés dans le ruban. Une cause de tels défauts est la
poussière ou d'autres particules qui peuvent revenir de la galerie
de recuisson dans le puits d'étirage. L'entraînement de telles parti-
cules dans un procédé d'étirage horizontal est particulièrement néfaste
puisque une particule unique peut adhérer au rouleau plieur et provoquer
25 des défauts périodiques dans le ruban étiré. La surface du verre fondu
peut être affectée d'autres façons. Si la surface de la masse fondue est
exposée à des courants d'air relativement froid provenant de la galerie
de recuisson, un manque d'uniformité de la surface peut en découler et,
dans un procédé d'étirage en surface, ceci peut introduire des défauts
30 dans le ruban étiré. De même, il est de pratique courante d'introduire
du dioxyde de soufre dans la galerie de recuisson. Le dioxyde de soufre
réagit avec du verre très chaud. Ceci occasionne également des défauts
dans un ruban étiré en surface. De tels défauts sont substantiellement
évités lorsque le verre est étiré depuis la profondeur du puits d'étirage.

35 Dans le procédé Fourcault classique, ainsi qu'on le
pratique habituellement, la fente d'étirage est définie par une débiteuse

27.



qui est espacée de quelque 50 mm des parois amont et aval du puits d'étirage. A cause de cela, le verre situé entre la débiteuse et ces parois stagne. Sa viscosité devient tellement élevée que très tôt, après la première immersion de la débiteuse dans le verre au démarrage
5 d'un cycle de production, le niveau de la débiteuse ne peut pas être ajusté sans prendre des mesures spéciales. En raison de la plus grande distance entre le dispositif réfractaire définissant la fente et les parois du puits, rendue possible par la présente invention, le niveau du dispositif réfractaire définissant la fente peut facilement être, et de
10 préférence est, ajusté pendant l'étirage du verre.

Ceci présente un certain nombre d'avantages.

De préférence, le niveau du dit dispositif réfractaire est ajusté de manière à maintenir un bulbe convexe de verre au sommet de la fente d'où le verre est étiré. Le verre est de cette façon poussé
15 dans la fente par la pression hydrostatique pour former le bulbe au pied du ruban. Le niveau du sommet de la fente peut de plus être ajusté pendant un cycle de production afin de maintenir un tel bulbe lorsqu'on désire produire un verre d'une épaisseur différente. C'est la présence de ce bulbe, qui réduit les tensions sur le ruban, que l'on croit respon-
20 sable de l'absence substantielle de glissement entre le ruban étiré et le rouleau plieur et les rouleaux de convoyeur horizontal lorsqu'ils sont présents. La possibilité d'ajuster le niveau du dispositif réfractaire définissant la fente permet d'obtenir cet avantage pour différentes épaisseurs de ruban.

25 Un autre problème qui est rencontré dans le procédé Fourcault classique avec débiteuse non ajustable est le suivant. Au début du cycle, le niveau de la fente peut être fixé pour donner naissance à un bulbe au pied du ruban lors de l'étirage d'une épaisseur particulière de ruban. Pendant le cycle de production, on peut également être
30 amené à produire du verre plus mince. Mais dans un tel cas, le pied du ruban descendra dans la fente en laissant les niveaux supérieurs de la fente recouverts de verre qui se dévitriifiera rapidement. Si on désire alors revenir à la production du ruban de verre plus épais, le pied du ruban s'élèvera et ce verre dévitriifié sera entraîné dans le
35 ruban et donnera naissance à des défauts importants qui rendront le ruban inacceptable pour de nombreuses raisons.



La possibilité d'ajuster le niveau de la fente présente d'autres avantages sur les procédés classiques d'étirage de verre.

Afin de produire du verre en feuille de qualité permanente élevée, il est nécessaire de contrôler soigneusement la façon
5 dont les matières constituant le verre sont fondues dans la zone de fusion du four à bassin. Ceci est fortement facilité si le taux de production de verre en feuille (tonnes par jour) est maintenu constant.

Lorsqu'un ruban est étiré à partir de la surface du puits d'étirage, par exemple dans les procédés Pittsburgh et Colburn
10 classiques, le taux de production de verre en feuille (pour une largeur de ruban donnée) est influencé par la vitesse d'étirage (la vitesse du ruban), et par la viscosité du verre formant le ruban qui, avec la vitesse du ruban, a une influence sur l'épaisseur du ruban produit.

Il n'a pas toujours été possible de réaliser une
15 compensation pour les différentes épaisseurs souhaitées de ruban lorsqu'on met en oeuvre ces procédés.

Cependant, en utilisant une fente d'étirage, le taux de production de verre en feuille est régi non seulement par la viscosité du verre, mais aussi par la pression hydrostatique due à une différence
20 entre le niveau du sommet de la fente et le niveau du verre fondu dans le puits d'étirage. La variation du degré d'immersion du dispositif réfractaire définissant la fente influencera évidemment cette pression hydrostatique. Ceci permet le maintien d'un taux constant de production de verre (tonnes par jour) sur une gamme plus étendue d'épaisseurs
25 de ruban que cela n'a été possible jusqu'à maintenant. On notera que, dans le procédé Fourcault classique, il n'était en pratique pas possible de modifier le niveau de la débiteuse pendant la production en raison de la viscosité très élevée du verre à la surface du puits d'étirage lorsqu'on utilise ce procédé.

30 La possibilité d'ajuster le niveau du dispositif réfractaire définissant la fente est favorisée si le verre est étiré verticalement à partir de la dite fente tout en laissant une surface libre de verre, dans le puits d'étirage entre le dispositif réfractaire qui définit la fente et chacune des parois amont et aval du puits, dont la longueur
35 mesurée normalement au plan d'étirage du ruban est d'au moins 350 mm.



Avantageusement, le verre est étiré verticalement à partir de la dite fente tout en laissant une surface libre de verre, dans le puits d'étirage entre le dispositif réfractaire qui définit la fente et chacune des parois amont et aval du puits, dont la longueur mesurée
5 normalement au plan du ruban étiré verticalement est d'au moins 500 mm.

De préférence, le rayonnement thermique provenant de la surface du verre contenu dans le puits d'étirage est réfléchi vers le bas dans une zone inférieure de la chambre d'étirage.

10 L'invention s'applique spécialement à la production d'un ruban de verre étiré dont l'épaisseur est 3 mm ou moins, par exemple dont l'épaisseur est comprise entre 0,4 mm et 2,2 mm.

La présente invention s'étend à une installation de production de verre en feuille par un procédé selon l'invention tel que
15 défini ci-dessus. Les avantages d'une telle installation seront aisément déduits de ce que l'on a écrit ci-dessus en ce qui concerne le procédé de l'invention.

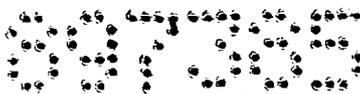
La présente invention fournit une installation de fabrication de verre en feuille comprenant un four de fusion à bassin
20 pour alimenter continuellement en verre fondu un puits d'étirage, des moyens pour étirer verticalement du verre, dans une chambre d'étirage disposée au-dessus du puits, sous forme d'un ruban continu à partir d'une fente définie par un dispositif réfractaire partiellement immergé dans le verre fondu du puits d'étirage, caractérisée en ce que la ligne
25 centrale s'étendant le long de la fente est espacée de chacune des parois amont et aval du puits d'une distance d'au moins 550 mm.

Une telle installation comprend de préférence une ou plusieurs des caractéristiques facultatives suivantes :

30 i. la ligne centrale s'étendant le long de la dite fente est espacée de chacune des dites parois terminales d'une distance d'au moins 700 mm.

ii. la distance entre la paroi amont et la ligne au centre de la fente est plus grande que la distance entre la paroi aval et cette ligne

35 iii. la sole d'une partie du four destinée à mener le verre fondu du bassin de fusion au puits d'étirage est substantiellement



au même niveau que la sole du puits d'étirage

iv. la sole du puits d'étirage est substantiellement au même niveau que la sole du bassin de fusion

v. la profondeur du puits d'étirage est d'au moins 5 1 mètre et est de préférence comprise entre 1,2 et 1,5 mètres

vi. un rouleau plieur, sur lequel le ruban peut être plié, est disposé dans la chambre d'étirage au-dessus du puits d'étirage et une galerie horizontale de recuisson est prévue pour recevoir le ruban de verre étiré après son pliage sur le rouleau plieur.

vii. le dispositif réfractaire définissant la fente est monté de telle manière que son niveau à l'intérieur du puits d'étirage soit ajustable

viii. le dispositif réfractaire définissant la fente est espacé de chacune des dites parois amont et aval d'une distance 15 d'au moins 350 mm, de préférence d'au moins 500 mm

ix. le dispositif réfractaire définissant la fente a la forme d'une débiteuse en une pièce

x; l'installation est pourvue de moyens dans la zone inférieure de la chambre d'étirage destinés à réfléchir vers le 20 bas le rayonnement calorifique provenant de la surface du verre fondu contenu dans le puits d'étirage.

Le dispositif réfractaire définissant la fente peut être constitué de céramique, ainsi qu'il est de tradition, ou il peut être constitué de métal ou de céramique revêtue de métal, ainsi qu'on 25 l'a proposé dans la littérature.

L'invention comprend du verre en feuille fabriqué par un procédé et/ou au moyen d'une installation ainsi qu'on l'a décrit ci-dessus.

L'invention sera maintenant décrite, à titre 30 d'exemple seulement, en se référant aux dessins schématiques annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue latérale schématique en coupe d'une première forme de réalisation d'une installation de fabrication de verre selon l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe frontale corres- 35 pondante et



La figure 3 est une vue en coupe latérale schématique d'une installation selon une variante de forme de réalisation de l'invention.

Dans la figure 1, du verre fondu 1 est contenu dans un four de fusion à bassin 2 ayant une sole 3. Il s'écoule à partir d'une zone de conditionnement 4 du four au travers d'un chenal 5 en-dessous d'un pont 6 en direction d'un puits d'étirage 7 à la base d'une chambre d'étirage 8 dont l'extrémité aval est fermée par une paroi d'extrémité 9. Du verre est étiré vers le haut sous forme d'un ruban continu 10 à partir d'une fente 11 définie par une pièce réfractaire, ici représentée sous forme d'une débiteuse en une pièce 12. Cette dernière est partiellement immergée dans le verre 1 contenu dans le puits d'étirage 7. Le ruban est alors plié sur un rouleau plieur 13 d'où il pénètre dans une galerie horizontale de recuisson 14.

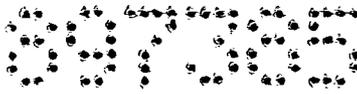
Des rouleaux convoyeurs 15 acheminent le ruban 10 au travers de la galerie 14.

La chambre d'étirage 8 est isolée de la galerie par des écrans supérieur et inférieur 16, 17 qui définissent une fente au travers de laquelle le ruban 10 est acheminé. Si on le désire, l'écran supérieur 16 peut être constitué d'un rideau flexible, par exemple d'asbeste ou de toute autre matière réfractaire appropriée et on peut le laisser frotter contre le ruban pour fournir au puits d'étirage une protection contre l'entrée de poussière provenant de la galerie de recuisson 14. En variante, on peut utiliser un rideau d'air chaud.

Au dessus de la débiteuse 12 est disposée une paire de refroidisseurs 18, 19 pour refroidir le ruban 10 défilant entre eux en direction du rouleau plieur 13. Un réchauffeur (non représenté) peut être disposé si on le désire pour s'assurer que le ruban 10 est suffisamment mou pour passer sur le rouleau plieur 13 sans risque de rupture. Un refroidisseur facultatif 20 pour la face avant du ruban montant vers le rouleau plieur 13 est représenté à la figure 1.

La débiteuse 12, qui définit la fente d'étirage 11, est espacée du pont 6, définissant la paroi amont du puits d'étirage 7, et du mur arrière 9, définissant la paroi aval de ce puits, pour laisser exposées des surfaces, respectivement 21, 22 du verre contenu dans le puits d'étirage. Le schéma d'écoulement des courants de verre dans

B.



le puits d'étirage est représenté par des flèches. Le verre s'écoule dans le puits d'étirage 7 immédiatement en-dessous du pont 6 et une partie de ce verre est étirée dans le ruban 10. Une partie du verre s'écoule à proximité de la paroi arrière 9 où elle se refroidit et forme ainsi un courant descendant qui s'écoule ensuite lentement vers la zone de conditionnement 4 du four de fusion à bassin 2 le long de la sole 3. Le puits d'étirage 7, le chenal d'alimentation 5 et la zone de conditionnement 4 du four à bassin 2 ont une sole commune, horizontale 3.

Dans la figure 1, l'écartement de la débiteuse 12 par rapport au pont 6 et au mur arrière 9 est beaucoup plus grand qu'il ne l'est dans le procédé Fourcault classique. Il est suffisant pour permettre que des courants naturels qui s'établissent dans le bassin de verre déplacent continuellement le verre en-dessous des régions superficielles 21, 22. A titre d'exemple, dans une installation de production d'un ruban de 2,8 m de large, au moyen d'une débiteuse de 3,60 m de long et de 420 mm de large, pourvue d'une fente centrale de 3 m de long, l'espace entre la débiteuse 12 et le pont 6 peut être de 1.100 mm, tandis que celui entre la débiteuse 12 et le mur arrière 9 peut être de 700 mm. Dans le procédé Fourcault classique, chacun de ces espaces pourrait être d'environ 50 mm.

Le pont 6 et la paroi arrière 9 sont surmontés de plaques de recouvrement 23, 24 pour les extrémités amont et aval de la chambre d'étirage 8. Ces plaques rejoignent les blocs L amont et aval 25, 26 qui portent les pièces 27, 28 d'extrémité de la chambre reliées à des prolongements respectivement du toit et du plancher de la galerie de cuisson 14. Les lèvres horizontales des blocs L 25, 26 masquent les portions supérieures de la chambre d'étirage vis-à-vis du rayonnement provenant de la masse de verre fondu 1 continue dans le puits d'étirage 7 en réfléchissant ce rayonnement vers le bas. De cette façon, le verre dans le puits 7 est plus chaud et la chambre 8, plus froide, que ce ne serait le cas sans cette disposition.

La débiteuse 12 est maintenue à une profondeur voulue dans le verre fondu contenu dans le puits d'étirage de la manière représentée à la figure 2.

Ainsi que le montre la figure 2, des canalisations d'alimentation 29 sont prévues pour la circulation d'un fluide de



refroidissement dans les refroidisseurs 18, 19. Les refroidisseurs sont supportés par ces canalisations d'alimentation 29 qui traversent les parois latérales 31 de la chambre d'étirage 8 par des ouvertures 30. Les canalisations 29 sont reliées par des entretoises filetées 33 à des cornières 32 fixées le long des parois latérales 31 de la chambre d'étirage. La débiteuse 12 flotte dans le verre fondu 1 et est pressée vers le bas par les refroidisseurs 18, 19 de manière que le sommet de la fente 11 soit situé en dessous du niveau de la surface du verre. De cette façon, la pression hydrostatique provoque la résurgence du verre au travers de la fente 11 pour former un bulbe convexe 34 (voir figure 1) d'où l'on étire le ruban de verre. En fonctionnement, le niveau de la débiteuse 12 est ajusté pendant l'étirage de manière à maintenir ce bulbe 34.

Ainsi que le représente la figure 2, deux barres obliques 35, dans les extrémités 36 sont en forme de pince, reposent au sommet de la débiteuse aux extrémités de la fente 11. Le pied du ruban 10 passe entre les mâchoires des pinces 36. Ces pinces participent à la détermination des bords du ruban étiré.

Au moyen d'une étireuse substantiellement telle que illustrée dans les figures 1 et 2 avec une débiteuse pourvue d'une fente de 3 m de long, on a étiré en continu du verre en feuille ayant une épaisseur de $0,8 \text{ mm} \pm 0,05 \text{ mm}$ sur une largeur utile continue de ruban de 2,5 mètres. Au moyen de la même installation on a étiré en continu du verre de $0,4 \pm 0,05 \text{ mm}$ d'épaisseur sur une largeur utile continue supérieure à 2 mètres. Dans chaque cas le verre étiré était de très bonne planéité.

La figure 3 représente une variante de l'installation illustrée dans les figures 1 et 2. Dans cette figure, le ruban de verre 10 est étiré à partir de la fente 11 d'une débiteuse 12, entre des refroidisseurs 18, 19 qui servent également à maintenir la débiteuse à un niveau convenable dans le verre fondu contenu dans le puits d'étirage 7, dans une chambre d'étirage 8. De là, le ruban de verre 10 est entraîné vers le haut dans un caisson vertical de recuisson 37 par des rouleaux 38 entre lesquels il passe. Le puits d'étirage 7 est de longueur telle que le pied du ruban 10 de verre étiré soit espacé de 550 mm de chacune des parois 6, 9 du puits d'étirage.

La profondeur du verre fondu dans le puits



d'étirage 7 est comprise entre 1,2 et 1,5 mètres dans chacune des formes de réalisation illustrées.



REVENDEICATIONS

1. Procédé de fabrication de verre en feuille dans lequel du verre fondu formé dans un four de fusion à bassin s'écoule en continu vers un puits d'étirage d'où le verre est étiré verticalement sous forme d'un ruban continu à partir d'une fente définie par un dispositif réfractaire partiellement immergé dans le verre fondu contenu
5 dans le puits d'étirage et à l'intérieur d'une chambre d'étirage au-dessus du puits, caractérisé en ce que le verre est étiré verticalement à partir de la dite fente, tandis que la ligne centrale s'étendant le long de la fente est espacée de chacune des parois amont et aval du puits
10 d'étirage d'une distance d'au moins 550 mm.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le verre est étiré verticalement à partir d'une dite fente dont la dite ligne centrale est espacée de chacune des dites parois terminales d'une distance d'au moins 700 mm.

15 3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le verre est étiré verticalement plus près de la paroi aval du puits d'étirage que de la paroi amont.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le verre fondu est amené au puits d'étirage
20 depuis une partie du four dont la profondeur est substantiellement la même que celle du puits.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la profondeur du verre dans le puits d'étirage est substantiellement égale à la profondeur du verre dans le bassin de fusion.

25 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la profondeur du verre dans le puits d'étirage est maintenue à au moins 1 mètre, et de préférence cette profondeur est comprise entre 1,2 et 1,5 mètres.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6,
30 caractérisé en ce que le dit ruban continu est plié sur un rouleau plieur et mené ensuite à une galerie horizontale de recuisson.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le niveau du dispositif réfractaire qui définit la fente est ajusté pendant l'étirage du verre.

35 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé



en ce que le niveau du dit dispositif réfractaire est ajusté de manière à maintenir un bulbe convexe de verre au sommet de la fente d'où le verre est étiré.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le verre est étiré verticalement à partir de la dite fente tout en laissant une surface libre de verre, dans le puits d'étirage entre le dispositif réfractaire qui définit la fente et chacune des parois amont et aval du puits, dont la longueur mesurée normalement au plan d'étirage du ruban est d'au moins 350 mm.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que le verre est étiré verticalement à partir de la dite fente tout en laissant une surface libre de verre, dans le puits d'étirage entre le dispositif réfractaire qui définit la fente et chacune des parois amont et aval du puits, dont la longueur mesurée normalement au plan du ruban étiré verticalement est d'au moins 500 mm.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le rayonnement thermique provenant de la surface du verre contenu dans le puits d'étirage est réfléchi vers le bas dans une zone inférieure de la chambre d'étirage.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'épaisseur du ruban de verre étiré est égale ou inférieure à 3 mm.

14. Installation de fabrication de verre en feuille comprenant un four (2) de fusion à bassin pour alimenter continuellement en verre fondu (1) un puits (7) d'étirage, des moyens pour étirer verticalement du verre, dans une chambre (8) d'étirage disposée au-dessus du puits, sous forme d'un ruban (10) continu à partir d'une fente (11) définie par un dispositif (12) réfractaire partiellement immergé dans le verre fondu du puits d'étirage, caractérisé en ce que la ligne centrale s'étendant le long de la fente (11) est espacée de chacune des parois amont (6) et aval (9) du puits (7) d'une distance d'au moins 550 mm.

15. Installation selon la revendication 14, caractérisée en ce que la ligne centrale s'étendant le long de la dite fente est espacée de chacune des dites parois terminales d'une distance d'au moins 700 mm.





16. Installation selon l'une des revendications 14 ou 15, caractérisée en ce que la distance entre la paroi amont (6) et la ligne centrale de la fente est plus grande que la distance entre la paroi aval (9) et cette ligne.

5 17. Installation selon l'une des revendications 14 à 16, caractérisée en ce que la sole (3) d'une partie (5) du four destinée à amener le verre fondu du bassin de fusion au puits d'étirage est substantiellement au même niveau que la sole (3) du puits d'étirage.

10 18. Installation selon la revendication 17, caractérisée en ce que la sole du puits d'étirage est substantiellement au même niveau que la sole (3) du bassin de fusion.

19. Installation selon l'une des revendications 14 à 18, caractérisée en ce que la profondeur du puits d'étirage est d'au moins 1 mètre et est de préférence comprise entre 1,2 et 1,5 mètres.

15 20. Installation selon l'une des revendications 14 à 19, caractérisée en ce qu'un rouleau plieur (13), sur lequel le ruban peut être plié, est disposé dans la chambre (8) d'étirage au-dessus du puits d'étirage et en ce qu'une galerie (14) horizontale de cuisson est prévue pour recevoir le ruban de verre étiré après son pliage sur
20 le rouleau plieur.

21. Installation selon l'une des revendications 14 à 20, caractérisée en ce que le dispositif réfractaire définissant la fente est monté de telle manière que son niveau à l'intérieur du puits d'étirage soit ajustable.

25 22. Installation selon l'une des revendications 14 à 21, caractérisée en ce que le dispositif réfractaire définissant la fente est espacé de chacune des dites parois amont et aval d'une distance d'au moins 350 mm.

30 23. Installation selon la revendication 22, caractérisée en ce que le dispositif réfractaire définissant la fente est espacé de chacune des dites parois d'une distance d'au moins 500 mm.

24. Installation selon l'une des revendications 14 à 23, caractérisée en ce que le dispositif réfractaire définissant la fente a la forme d'une débiteuse (12) en une pièce.

35 25. Installation selon l'une des revendications 14 à 24, caractérisée en ce qu'elle est pourvue de moyens (25, 26) dans

la zone inférieure de la chambre d'étirage destinés à réfléchir vers le bas le rayonnement calorifique provenant de la surface (21, 22) du verre fondu contenu dans le puits d'étirage.

26. Verre en feuille fabriqué par un procédé selon
 5 l'une des revendications 1 à 13 et/ou au moyen d'une installation selon l'une des revendications 14 à 25.

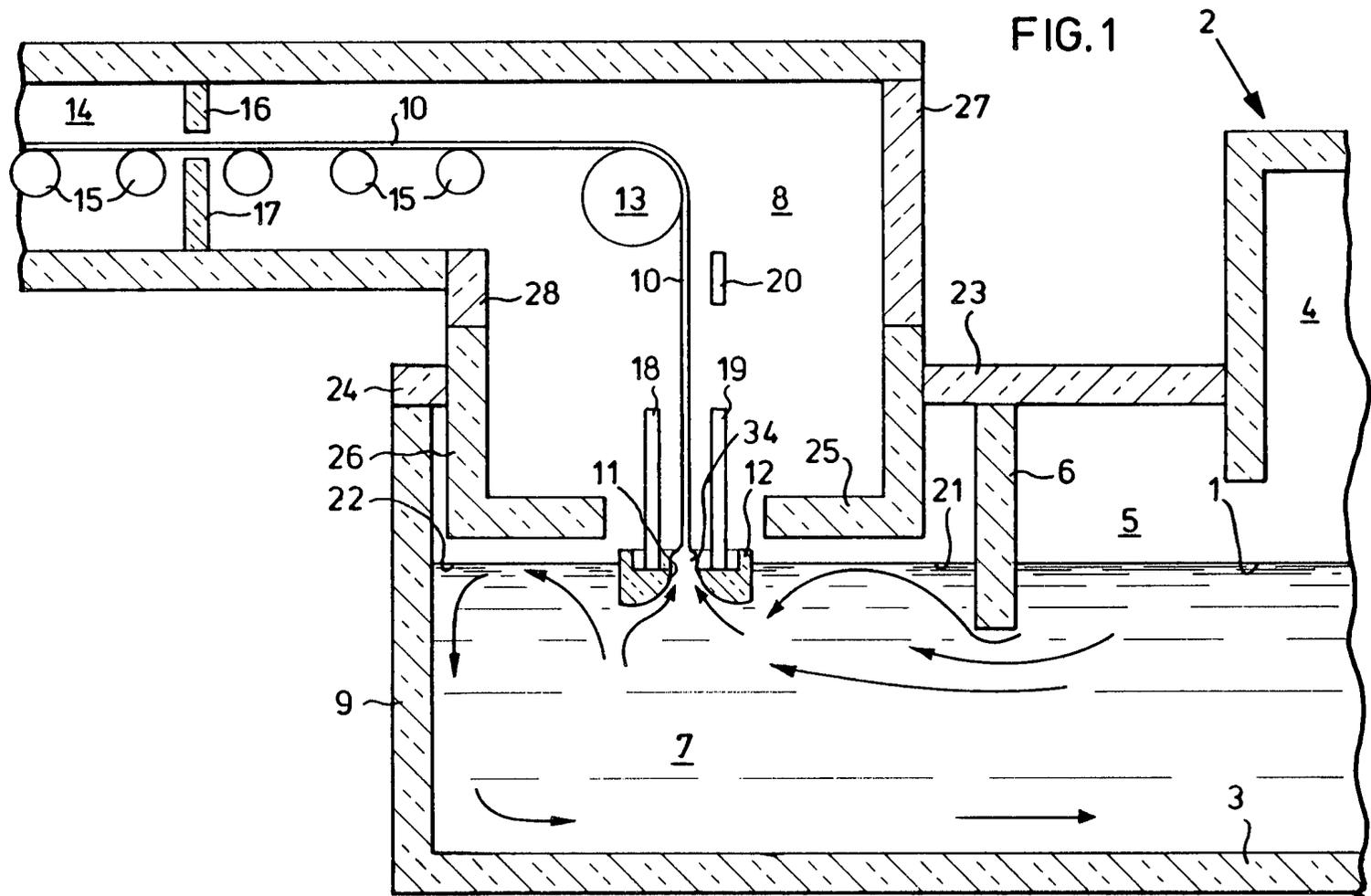
Le 26 juillet 1983

Original



L. TYTGAT

G L A V E R B E L



Le 26 juillet 1983

Original

L. Tytgat
L. TYTGAT

FIG. 3

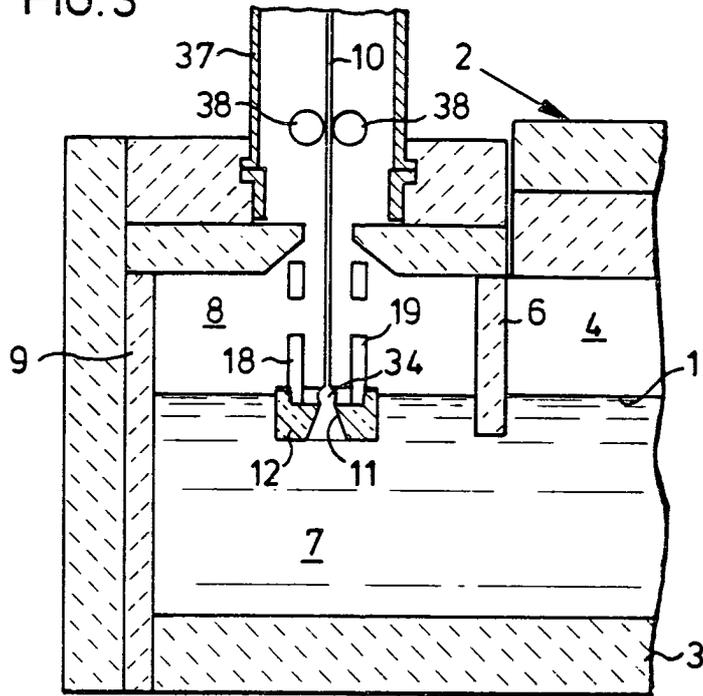
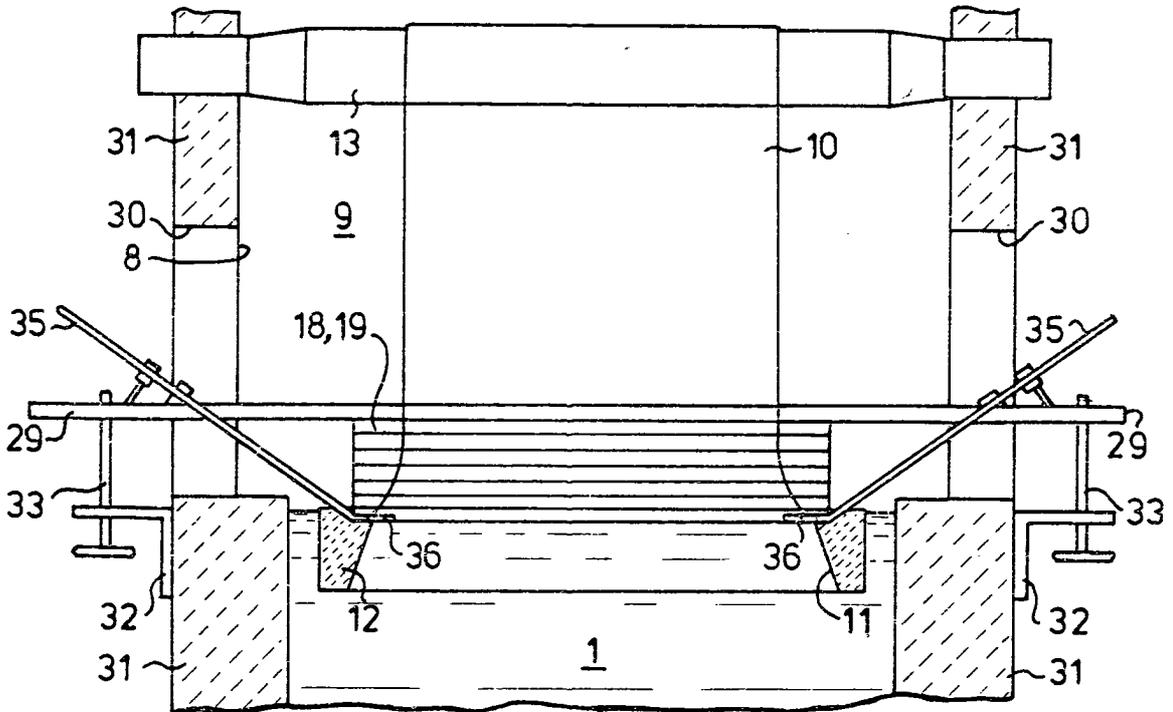


FIG. 2



Le 26 juillet 1983

Original

L. Tytgat

L. TYTGAT