

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 103 483**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **19 13149**

⑤1 Int Cl⁸ : **C 03 B 5/42 (2019.12), F 27 D 1/04**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 BLOC D'ANGLE POUR FOUR VERRIER.

②2 Date de dépôt : 25.11.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 28.05.21 Bulletin 21/21.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 26.08.22 Bulletin 22/34.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SAINTE-GOBAIN CENTRE DE
RECHERCHES ET D'ETUDES EUROPEEN Société
par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : CABODI Isabelle et VESPA Pierrick.

⑦3 Titulaire(s) : *SAINTE-GOBAIN CENTRE DE
RECHERCHES ET D'ETUDES EUROPEEN Société
par actions simplifiée (SAS).*

⑦4 Mandataire(s) : CABINET NONY.

FR 3 103 483 - B1



Description

Titre de l'invention : BLOC D'ANGLE POUR FOUR VERRIER

Domaine technique

[0001] L'invention concerne un bloc d'angle pour un four verrier, et un four verrier comportant un tel bloc d'angle.

Etat de la technique

[0002] De nombreux produits verriers sont fabriqués par la fusion et l'affinage d'un mélange vitrifiable de matières premières comprenant des composés tels que des oxydes, des carbonates, des sulfates et des nitrates. Ces deux étapes sont réalisées dans des fours dont les principaux éléments constitutifs sont des produits réfractaires pouvant résister aux hautes températures ainsi qu'aux contraintes rencontrées dans ces fours. Les fours verriers comprennent ainsi généralement un très grand nombre de produits réfractaires, disposés à différents endroits selon leurs propriétés. Pour chaque partie du four, le produit choisi est celui ne provoquant pas de défauts rendant le verre inutilisable (ce qui réduirait les rendements de production) et résistant suffisamment longtemps pour apporter au four une durée de vie satisfaisante.

[0003] Un four verrier, en particulier un four float, comporte un bassin 4 allongé, surmontée d'une voûte ([fig.1]). On distingue, de l'amont vers l'aval, une zone de fusion et d'affinage à haute température 6, une partie à section étranglée, appelée « corset » 8 dans un four float, puis une zone de conditionnement à plus basse température 10.

[0004] Un mélange vitrifiable de matières premières est introduit dans la zone de fusion et d'affinage, en amont. Ce mélange est transformé en une matière en fusion au moyen de dispositifs de chauffage tels que des brûleurs (non représentés), disposés dans les parois latérales du bassin et fonctionnant en alternance. Le bain de verre en fusion transite ensuite, à travers le corset, dans la zone de conditionnement, où il est amené à une température appropriée pour pouvoir être prélevé par tirée, en vue d'opérations ultérieures de façonnage, par exemple de formage, d'étirage ou de flottage.

[0005] Le bassin 4 comporte une paroi latérale 14 verticale et une sole 16 horizontale. La paroi latérale 14 est classiquement constituée de plusieurs pans en des blocs latéraux, reliés entre eux par des blocs d'angle 20.

[0006] On appelle "bloc d'angle" la partie de la paroi latérale 14 qui relie entre eux deux pans sensiblement plats de la paroi latérale du bassin.

[0007] On distingue les blocs d'angle d'enfournement 20₁, les blocs d'angle de fin de fusion 20₂, et les blocs d'angle d'entrée 20₃ et de sortie 20₄ du corset.

[0008] Les blocs d'angle sont fortement sollicités et connaissent parfois une fissuration marquée, à la fois verticalement et horizontalement. Une fois fissuré, un bloc d'angle

est soumis à une corrosion accrue en raison du verre en fusion qui peut s'infiltrer dans les fissures. Cette corrosion accélérée conduit à une usure prématurée qui peut entraîner des fuites majeures de verre, et finalement l'arrêt d'un four.

- [0009] Le bloc d'angle doit également supporter des contraintes thermiques fortes puisqu'une partie du bloc est dans un environnement à des températures proches de la température ambiante, généralement grâce à un refroidissement par soufflage d'air, alors que la partie à l'intérieur du four, est à des températures d'environ 1500°C.
- [0010] Par ailleurs, le bloc d'angle subit des cycles thermiques dus à des opérations de maintenance, telles que des opérations appelées « placage », qui nécessitent un arrêt puis une reprise du refroidissement externe du four, ou encore dus au chargement du mélange vitrifiable.
- [0011] Le bloc d'angle doit également résister à la corrosion par les vapeurs agressives du four et par les condensats. Les blocs d'angle d'enfournement doivent en outre résister à l'érosion due au passage des matières premières.
- [0012] Pour résister à ces contraintes, le bloc d'angle est constitué en un produit réfractaire.
- [0013] Parmi les produits réfractaires, on distingue les produits fondus et les produits frittés. A la différence des produits frittés, les produits fondus comportent le plus souvent une phase vitreuse intergranulaire reliant des grains cristallisés. Les problèmes posés par les produits frittés et par les produits fondus, et les solutions techniques adoptées pour les résoudre, sont donc généralement différents. Une composition mise au point pour fabriquer un produit fritté n'est donc pas *a priori* utilisable telle quelle pour fabriquer un produit fondu, et réciproquement.
- Les produits fondus, souvent appelés « électrofondus », sont obtenus par fusion d'un mélange de matières premières appropriées dans un four à arc électrique ou par toute autre technique adaptée à ces produits. Le bain de matière en fusion est ensuite coulé dans un moule, puis le produit obtenu subit un cycle de refroidissement contrôlé.
- [0014] Actuellement, on utilise principalement des produits fondus pour constituer les blocs d'angle, en particulier des produits de type Alumine-Zircone-Silice (AZS en abrégé) contenant de 30 à 45% de zircone. La microstructure de ces produits est sensiblement constituée de cristaux d'alumine-alpha, de cristaux de zircone libre, de cristaux d'eutectique corindon-zircone et d'une phase vitreuse intercrystalline.
- [0015] Par ailleurs, pour augmenter la durée de vie du four, l'assemblage des blocs réfractaires du four doit être « à sec », c'est-à-dire sans ciment de jointoiment. Pour que l'étanchéité soit assurée, les blocs doivent donc présenter des dimensions très précises, avec un bon état de surface. Les blocs, et en particulier les blocs d'angle, sont donc toujours usinés pour assurer un contact étroit avec les blocs adjacents.
- [0016] Cependant, la résistance à la fissuration des blocs d'angle est parfois insuffisante pour répondre aux évolutions actuelles des besoins des verriers, qui demandent un al-

longement de la durée de vie des fours.

[0017] Il existe donc un besoin pour un bloc d'angle présentant une meilleure résistance à la fissuration et/ou une durée de vie accrue. Un but de l'invention est de répondre à ce besoin.

Résumé de l'invention

[0018] L'invention concerne un bloc d'angle pour bassin de four verrier, ledit bloc d'angle présentant une surface extérieure comportant, de préférence constituée :

- de surfaces supérieure et inférieure délimitant la longueur du bloc d'angle,
- de surfaces droite et gauche destinés à être en contact, dans la position de service, avec des surfaces correspondantes de blocs adjacents,
- une face chaude destinée à être en contact, dans la position de service, avec l'environnement à l'intérieur dudit bassin,
- une face froide, opposée à la face chaude.

[0019] **Selon un premier aspect principal** de l'invention, dans un tronçon principal du bloc d'angle s'étendant, sur plus de 80% de la longueur du bloc d'angle, entre deux plans transversaux limites supérieur et inférieur, la face chaude est dépourvue d'arête, une arête étant une ligne suivant laquelle la face chaude présente une rupture de pente supérieure à 25°.

[0020] Comme on le verra plus en détail dans la suite de la description, les inventeurs ont découvert que l'absence d'arête permet de réduire la fissuration et d'augmenter la durée de vie du bloc d'angle.

[0021] Un bloc d'angle selon l'invention peut encore comporter une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes :

- [0022]
- le tronçon principal s'étend depuis la surface supérieure jusqu'à une partie de base destinée à être intégrée dans une sole du bassin dans la position de service, voire s'étend depuis la surface supérieure jusqu'à la surface inférieure du bloc d'angle ;
 - dans le tronçon principal, la face chaude est dépourvue d'arête marquant une rupture de pente supérieure à 10° ;
 - dans le plan de coupe longitudinal médian, le bloc d'angle présente, dans le tronçon principal, une épaisseur décroissante depuis le plan transversal limite inférieur jusqu'au plan transversal limite supérieur, ou présente une épaisseur constante ;
 - dans le tronçon principal, un point du profil de la face chaude dans le plan de coupe longitudinal médian est d'autant plus écarté d'une droite verticale passant par l'extrémité supérieure dudit profil que ledit point est proche de la surface inférieure ;

- le profil de la face chaude dans un plan de coupe longitudinal médian est rectiligne et, de préférence, forme dans la position de service, avec la direction verticale, un angle α inférieur à 30° et supérieur à 2° ;
- l'angle α est inférieur à 20° , de préférence inférieure à 10% , voire inférieure à 5% et/ou supérieur à 3° ;
- la face chaude est strictement convexe dans le tronçon principal ;
- dans un plan de coupe transversal quelconque dans le tronçon principal, la face chaude présente un profil convexe, de préférence en forme d'arc de cercle, optionnellement prolongé, à une ou à chacune de ses extrémités, par un segment de droite ;
- la face chaude présente, dans un plan de coupe transversal, un profil dont la forme générale est identique quel que soit le plan de coupe transversal considéré dans le tronçon principal ;
- la face chaude présente, dans un plan de coupe transversal du tronçon principal, un profil qui est d'autant plus long que ledit plan de coupe transversal est proche du plan transversal limite inférieur ;
- le bloc d'angle présente la forme générale d'un quart de tronc de cylindre de base circulaire, ou d'un quart de tronc de cône, ou d'un quart de tronc de cylindre de base annulaire ;
- dans le tronçon principal, la face froide est dépourvue d'arête.

[0023] **Selon un deuxième aspect principal** de l'invention, au moins une partie de la face froide est isolée thermiquement.

[0024] Un bloc d'angle selon le deuxième aspect principal de l'invention peut encore comporter une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes :

- [0025] – un premier matériau isolant thermiquement est disposé, de préférence collé, sur au moins une partie de la face froide, de préférence de manière à couvrir au moins une partie de la face froide qui, dans la position de service, s'étend, depuis la surface supérieure du bloc d'angle, jusqu'à la zone de flottaison, de préférence de manière à couvrir au moins toute la partie de la face froide qui, dans la position de service, s'étend, depuis la surface supérieure du bloc d'angle, jusqu'à la zone de flottaison ;
- de préférence, la partie de la face froide couverte par le premier matériau isolant thermiquement s'étend, de préférence depuis la surface supérieure du bloc d'angle, jusqu'à plus de 300 mm, de préférence plus de 400 mm, de préférence plus de 500 mm, et/ou moins de 800 mm, de préférence moins de 600 mm de la surface supérieure ;
- de préférence, le premier matériau isolant thermiquement présente la forme d'une dalle ;

- de préférence, le premier matériau isolant thermiquement présente une conductivité thermique inférieure à $1,0 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, voire inférieure à $0,7 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, voire inférieure à $0,5 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- selon une autre variante, le premier matériau isolant thermiquement est constitué en un matériau réfractaire présentant une conductivité thermique inférieure à $7,0 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- de préférence, l'épaisseur de premier matériau isolant thermiquement, de préférence sous la forme d'une dalle, est inférieure ou égale à 100 mm, voire inférieure ou égale à 50 mm, voire inférieure ou égale à 30 mm, voire inférieure ou égale à 20 mm, voire inférieure ou égale à 10 mm, voire inférieure à 5 mm et/ou supérieure à 1 mm ;
- un deuxième matériau isolant thermiquement est disposé, de préférence collé, sur au moins une partie de la face froide, de préférence de manière à couvrir au moins une partie de la face froide qui, dans la position de service, s'étend sous la zone de flottaison, de préférence de manière à couvrir au moins toute la partie de la face froide qui, dans la position de service, s'étend sous la zone de flottaison ;
- de préférence, la partie de la face froide couverte par le deuxième matériau isolant thermiquement s'étend, de préférence depuis la surface inférieure du bloc d'angle, jusqu'à plus de 500 mm, de préférence plus de 600 mm, de préférence plus de 700 mm, et/ou moins de 800 mm de la surface inférieure ;
- de préférence, le deuxième matériau isolant thermiquement présente la forme d'une dalle ;
- de préférence, le deuxième matériau isolant thermiquement présente une conductivité thermique inférieure à $8 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, voire inférieure à $6 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$, voire inférieure à $1 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$;
- le deuxième matériau isolant est un matériau de type AZS comportant plus de 80% de ZrO_2 en pourcentage massique, et de préférence dans lequel, en pourcentages massiques sur la base des oxydes, la teneur totale $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{SiO}_2$ représente plus de 80,0%, de préférence plus de 84,0%, de préférence plus de 86,0%, et/ou moins de 97,0%, voire moins de 95,0%, voire moins de 94,0% ;
- de préférence, l'épaisseur de deuxième matériau isolant thermiquement, de préférence sous la forme d'une dalle, est inférieure ou égale à 200 mm, voire inférieure ou égale à 100 mm, voire inférieure ou égale à 50 mm, voire inférieure ou égale à 30 mm, voire inférieure ou égale à 20 mm, voire inférieure ou égale à 10 mm, voire inférieure à 5 mm et/ou supérieure à 1 mm ;
- de préférence, l'épaisseur et/ou la conductivité thermique de la couche de

deuxième matériau isolant thermiquement sont telles que l'isolation thermique est supérieure à celle assurée par la couche du premier matériau isolant thermiquement ;

- toute la face froide est couverte par un matériau isolant thermiquement, la partie supérieure de la face froide étant plus isolée thermiquement, de préférence avec un dit premier matériau isolant thermiquement, que la partie inférieure de la face froide, de préférence isolée avec un dit deuxième matériau isolant thermiquement, la limite entre les zones couvertes par du premier matériau isolant thermiquement et par du deuxième matériau isolant thermiquement étant de préférence dans une bande de moins de 20 cm, de préférence de moins de 10 cm de hauteur dans la zone de flottaison.
- [0026] Bien entendu, les différents aspects principaux de l'invention peuvent se combiner.
- [0027] Quel que soit l'aspect principal de l'invention considéré, un bloc d'angle selon l'invention peut encore comporter une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes :
- [0028] – le bloc d'angle présente une composition chimique, en pourcentage massique sur la base des oxydes, telle que :
 - [0029] $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{SiO}_2 > 80,0\%$;
 - [0030] – le bloc d'angle présente une composition chimique comportant, en pourcentage massique sur la base des oxydes, plus de 0,5% et moins de 10,0% d'un stabilisant de la zircone ;
 - le bloc d'angle présente une composition chimique, en pourcentages massiques sur la base des oxydes, telle que, pour un total de 100% :
 - [0031] – $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{SiO}_2$: plus de 84,0% et moins de 99,7%,
 - Y_2O_3 : moins de 5,0%,
 - $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$: moins de 1,5%,
 - B_2O_3 : moins de 0,6%,
 - espèces oxydes autres que Al_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 , Y_2O_3 , Na_2O , K_2O et B_2O_3 : moins de 10,0% ;
 - [0032] – les espèces oxydes autres que Al_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 , Y_2O_3 , Na_2O , K_2O et B_2O_3 sont CaO , MgO , SrO , BaO , TiO_2 , Fe_2O_3 , et SnO_2 , une ou plusieurs de ces espèces pouvant être absente(s) ;
 - le bloc d'angle présente une composition chimique, en pourcentages massiques sur la base des oxydes, telle que:
 - [0033] – ZrO_2 : plus de 12,0% et moins de 45,0%,
 - SiO_2 : plus de 8,0% et moins de 24,0%,
 - Al_2O_3 : plus de 35,0% et moins de 60,0%.
 - [0034] L'invention concerne encore un procédé de fabrication comprenant les étapes suc-

cessives suivantes :

- [0035] a. mélange de matières premières de manière à former une charge de départ ;
- b. fusion de ladite charge de départ jusqu'à obtention d'un bain de matière en fusion ;
- c. coulage de ladite matière en fusion dans un moule, de préférence à température ambiante, et solidification de ladite matière en fusion par refroidissement, de manière à obtenir une pièce intermédiaire présentant la forme générale d'un bloc d'angle ;
- d. démoulage de la pièce intermédiaire, puis
- e. de préférence usinage, de préférence partiel, de la surface extérieure de la pièce intermédiaire, de manière à obtenir un bloc d'angle selon l'invention ou un morceau d'un bloc d'angle selon l'invention.

[0036] De préférence, le moule est réalisé par impression 3D, de manière à obtenir un bloc présentant la forme souhaitée.

[0037] L'invention concerne également un bloc d'angle fabriqué ou susceptible d'avoir été fabriqué par un procédé selon l'invention.

[0038] L'invention concerne encore un dispositif d'angle comportant un bloc d'angle selon l'invention et un bloc d'adaptation présentant une première face en contact avec la surface gauche ou la surface droite du bloc d'angle, et une deuxième face, parallèle et opposée à la première face, et présentant une forme différente de ladite première face.

[0039] La forme de la surface gauche ou de la surface droite est de préférence celle de la surface d'un bloc adjacent avec laquelle ladite surface gauche ou ladite surface droite est en contact dans la position de service.

[0040] L'invention concerne encore un procédé de fabrication d'un four comportant un bloc d'angle selon l'invention.

[0041] L'invention concerne enfin un four verrier comportant un bassin comportant une paroi latérale comportant deux pans et un bloc d'angle selon l'invention, ou un dispositif d'angle selon l'invention, reliant lesdits deux pans.

[0042] De préférence, le bloc d'angle ou le dispositif d'angle est disposé en entrée de corset.

Définitions

[0043] La « position de service » est la position dans laquelle le bloc d'angle est intégré dans une paroi latérale d'un bassin d'un four de verrier, de manière à connecter l'un à l'autre deux pans de ladite paroi latérale.

[0044] La hauteur de la ligne de flottaison varie lorsque le four verrier est en service. La « zone de flottaison » est délimitée par les hauteurs maximale et minimale de la ligne de flottaison lorsque le four verrier est en service.

[0045] Les adjectifs « droit » et « gauche », « chaud » et « froid » sont utilisés à des fins de clarté. Avant que le four ne soit en service, la face « chaude » est la face qui est

destinée à être soumise à l'environnement à l'intérieur du four, c'est-à-dire aux températures les plus élevées après la mise en service.

- [0046] « Inférieur » et « supérieur », « intérieur » et « extérieur », « horizontal » et « vertical » font référence à des orientations ou à des positions lorsque le bloc d'angle est dans sa position de service, dans un four verrier.
- [0047] Par « horizontal » et « vertical », on entend une orientation formant avec un plan parfaitement horizontal et vertical, respectivement, un angle inférieur à 5° , voire inférieur à 2° , voire inférieur à 1° .
- [0048] La direction de la longueur d'un bloc d'angle est la direction qui s'étend verticalement lorsque le bloc d'angle est en position de service. Cette direction est représentée par la flèche V sur les figures.
- [0049] Un plan transversal est un plan perpendiculaire à la direction de la longueur du bloc d'angle.
- [0050] Le plan transversal médian est le plan transversal à mi-longueur du bloc d'angle.
- [0051] Dans un plan de coupe transversal, la largeur d'un bloc d'angle est mesurée le long de la ligne qui s'étend à mi-distance des faces chaude et froide. Sur les figures, cette ligne, dite « ligne de largeur », est représentée par la ligne X.
- [0052] Dans un plan de coupe transversal, l'épaisseur est mesurée perpendiculairement à la ligne X de la largeur.
- [0053] Un plan longitudinal est un plan qui inclut la direction de la longueur et qui, dans un plan transversal, est perpendiculaire à la ligne de largeur X du bloc d'angle. Le plan longitudinal médian est le plan longitudinal à mi-largeur, la largeur étant définie dans le plan de coupe transversal médian.
- [0054] Un plan « de coupe » est un plan coupant un bloc et qui offre une vue du bloc ainsi coupé.
- [0055] Les « arêtes » d'une surface sont constituées des points de cette surface auxquels une ligne de plus grande pente présente une évolution de pente, aussi appelée « rupture de pente », supérieure à 25° . Par extension, on dit également que la surface présente une rupture de pente supérieure à 25° . Par exemple, la [fig.10] représente une surface S sur laquelle la ligne de plus grande pente G présente une rupture de pente de θ en tout point MA de la ligne A. Si l'angle θ est supérieur à 25° pour tous les points de la ligne A, la ligne A est une arête. En pratique, on peut mesurer l'évolution de pente entre deux points M1 et M2 de la ligne de plus grande pente séparés d'une distance de 3 mm, la distance de 3 mm étant mesurée en suivant ladite ligne.
- [0056] Par « usinage », on entend une opération par laquelle la surface d'une pièce réfractaire est usinée afin d'obtenir une géométrie de surface précise. Classiquement, et dans un mode de réalisation particulier de l'invention, l'usinage conduit à retirer au moins la peau.

- [0057] Dans un souci de clarté, on utilise les formules chimiques des oxydes pour désigner les teneurs de ces oxydes dans une composition. Par exemple, « ZrO_2 », « SiO_2 » ou « Al_2O_3 » désignent les teneurs de ces oxydes et « zircon », « silice » et « alumine » sont utilisés pour désigner des phases de ces oxydes constituées de ZrO_2 , SiO_2 et Al_2O_3 , respectivement.
- [0058] Sauf mention contraire, toutes les teneurs en oxydes dans un bloc d'angle selon l'invention sont des pourcentages massiques sur la base des oxydes. Une teneur massique d'un oxyde d'un élément métallique se rapporte à la teneur totale de cet élément exprimée sous la forme de l'oxyde le plus stable, selon la convention habituelle de l'industrie.
- [0059] Dans un produit fondu, les oxydes représentent classiquement plus de 95%, plus de 97%, plus de 99%, de préférence sensiblement 100% de la masse.
- [0060] HfO_2 n'est pas chimiquement dissociable de ZrO_2 . Cependant, selon la présente invention, HfO_2 n'est pas ajouté volontairement. HfO_2 ne désigne donc que les traces d'oxyde d'hafnium, cet oxyde étant toujours naturellement présent dans les sources de zircon à des teneurs massiques généralement inférieures à 5%, généralement inférieures à 2%. Dans un bloc selon l'invention, la teneur massique en HfO_2 est de préférence inférieure à 5%, de préférence inférieure à 3%, de préférence inférieure à 2%. Par souci de clarté, on peut désigner indifféremment la teneur totale en oxyde de zirconium et en traces d'oxyde d'hafnium par « ZrO_2 » ou par « $ZrO_2 + HfO_2$ ». HfO_2 n'est donc pas compris dans les " espèces oxydes autres que ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , B_2O_3 et Y_2O_3 ".
- [0061] « Comporter », « définir », « présenter » ou « comprendre » doivent être interprétés de manière large, non limitative.
- [0062] Sauf indication contraire, la définition d'une caractéristique s'appliquant au tronçon principal n'exclut pas cette caractéristique pour le reste du bloc d'angle.

Brève description des figures

- [0063] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore à la lecture de la description détaillée qui va suivre, non limitative, et à l'examen du dessin annexé dans lequel :
- [0064] • [Fig 1] la figure 1 représente schématiquement, vu de dessus, un bassin de fusion de verre ;
- [Fig 2] la figure 2 représente schématiquement, en perspective, un premier mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
- [Fig 3] la figure 3 représente schématiquement, en perspective, un deuxième mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
- [Fig 4] la figure 4 représente schématiquement, en perspective, un troisième

- mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
 - [Fig 5] la figure 5 représente schématiquement, en perspective, un quatrième mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
 - [Fig 6] la figure 6 représente schématiquement, en perspective, un cinquième mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
 - [Fig 7] la figure 7 représente schématiquement, en perspective, un sixième mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
 - [Fig 8] la figure 8 représente schématiquement, en perspective, un septième mode de réalisation d'un bloc d'angle selon l'invention ;
 - [Fig 9] la figure 9 représente schématiquement, en perspective, un dispositif d'angle selon l'invention comportant un bloc d'angle selon l'invention et des blocs d'adaptation, en position de service ;
 - [Fig 10] la figure 10 illustre la définition d'une arête.
- [0065] Dans les différentes figures, des références identiques ou analogues sont utilisées pour désigner des pièces ou des parties de pièce identiques ou analogues.

Description détaillée

[0066] *Forme*

[0067] Par définition, un bloc d'angle 20 ou un dispositif d'angle 32 relie entre eux deux pans 141 et 142 de la paroi latérale du bassin 14, partiellement représentés sur la [fig.8].
 . Vus de dessus, les deux pans rejoignent le bloc d'angle ou le dispositif d'angle selon des plans de pan P1 et P2, respectivement. Les plans de pan P1 et P2 forment entre eux un angle supérieur à 45°, de préférence supérieur à 70°, de préférence supérieur à 80°, et/ou inférieur à 135°, de préférence inférieur à 110°, de préférence inférieur à 120°, classiquement d'environ 90°.

[0068] Comme représenté sur les figures 5 et 6, un bloc d'angle 20 comporte une partie latérale 20_l, destinée à être intégrée dans la paroi latérale 14 du bassin, et une partie de base 20_b destinée à prendre appui sur le sol et être intégrée dans la sole du bassin. La partie de base peut comporter des arêtes 21, en particulier lorsqu'elle fait saillie au-delà de la face chaude, sous la forme d'une semelle, comme représenté sur la [fig.5].

[0069] La partie de base peut également ne pas se distinguer de la partie latérale, comme sur les figures 2 à 4.

[0070] La surface extérieure d'un bloc d'angle 20 comporte :

- [0071] – des surfaces supérieure 22s et inférieure 22i, classiquement horizontales, délimitant la longueur L_{20} du bloc d'angle,
- des surfaces droite et gauche, 22d et 22g, classiquement verticales, qui, dans la position de service, sont en contact avec des surfaces correspondantes de blocs adjacents,

- une surface latérale intérieure, ou « surface exposée », aussi appelée « face chaude » 22c, qui appartient à la surface intérieure de la paroi latérale 14 du bassin et qui, dans la position de service, est en contact avec l'environnement à l'intérieur du bassin,
- optionnellement, d'une surface intérieure de base 22_b qui, dans la position de service, est également en contact avec l'environnement à l'intérieur du bassin, mais qui appartient à la sole (voir par exemple la figure 5),
- une surface extérieure, aussi appelée « face froide » 22f, opposée à la face chaude 22c, qui, dans la position de service, est en contact avec l'environnement à l'extérieur du bassin.

[0072] De préférence, la surface supérieure 22s, classiquement plane, délimite le rebord supérieur de la paroi latérale du bassin.

[0073] De préférence, la surface inférieure 22i, classiquement plane, prend appui sur le sol.

[0074] De préférence, les surfaces droite et gauche, 22d et 22g sont planes. Classiquement, elles s'étendent dans des plans formant entre eux un angle supérieur à 45°, de préférence supérieur à 70°, de préférence supérieur à 80°, et/ou inférieur à 135°, de préférence inférieur à 110°, de préférence inférieur à 120°, classiquement d'environ 90°.

[0075] Les surfaces droite et gauche, 22d et 22g, sont classiquement perpendiculaires aux plans de pan P₁ et P₂, respectivement.

[0076] L'invention s'intéresse à la partie latérale 20_l qui, typiquement, s'étend à partir de la surface supérieure du bloc d'angle jusqu'à la partie de base 20_b, typiquement sur plus de 90% de la longueur du bloc d'angle. C'est pourquoi les caractéristiques décrites ci-dessous font référence à un tronçon principal 24 du bloc d'angle qui s'étend entre deux plans transversaux limites supérieur et inférieur, référencés P_{24s} et P_{24i}, respectivement, représentés sur la [fig.4] par exemple.

[0077] De préférence, le tronçon principal 24 s'étend, entre les deux plans transversaux limites supérieur et inférieur P_{24s} et P_{24i}, sur plus de 80%, de préférence plus de 90%, de préférence plus de 95%, de préférence 100% de la longueur du bloc. Notamment dans les modes de réalisation représentés sur les figures 2 à 4, les deux plans transversaux limites supérieur et inférieur peuvent être les surfaces supérieure 22s et inférieure 22i, respectivement.

[0078] De préférence, le tronçon principal s'étend à partir de la surface supérieure. De préférence, le tronçon principal s'étend, selon la direction de la longueur, jusqu'à la partie de base du bloc d'angle.

[0079] De préférence, le tronçon principal s'étend à partir de la surface supérieure jusqu'à moins de 20 cm, de préférence moins de 10 cm, de préférence moins de 5 cm de la surface inférieure.

- [0080] Selon l'invention, la face chaude ne présente pas d'arête dans le tronçon principal.
- [0081] De préférence, la face chaude ne présente pas d'arête douce dans le tronçon principal, une arête étant douce lorsqu'elle délimite une rupture de pente inférieure à 15°, de préférence inférieure à 10°, de préférence inférieure à 5°, de préférence inférieure à 1°.
- [0082] Dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} , le bloc d'angle présente une longueur L_{20} de préférence supérieure à 0,5 m, de préférence supérieure à 0,8 m, de préférence supérieure à 1,0 m, de préférence supérieure à 1,2 m, et/ou inférieure à 2,0 m, de préférence inférieure à 1,7 m (la coupe dans ce plan est représentée sur la partie gauche des figures 2 et 3).
- [0083] Le bloc d'angle 20 présente une épaisseur e_{20} , mesurée dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} et dans le plan de coupe transversal médian Pt_{50} , de préférence supérieure à 200 mm, de préférence supérieure à 250 mm et/ou inférieure à 500 mm, de préférence inférieure à 450 mm.
- [0084] De préférence, l'épaisseur e_m du bloc d'angle, mesurée à l'intersection entre le plan de coupe transversal médian Pt_{50} et le plan de coupe longitudinal passant par un point M de la ligne de largeur X du bloc d'angle, varie de moins de 20%, de préférence de moins de 10%, de préférence de moins de 5%, de préférence de moins de 1% par rapport à e_{20} lorsque le point M parcourt la ligne de largeur X. Autrement dit, $|e_m - e_{20}| / e_{20} < 20\%$, de préférence $|e_m - e_{20}| / e_{20} < 10\%$, de préférence $|e_m - e_{20}| / e_{20} < 5\%$, de préférence $|e_m - e_{20}| / e_{20} < 1\%$, quelle que soit l'épaisseur e_m mesurée le long de la ligne de largeur X.
- [0085] Dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} , le bloc d'angle peut présenter une épaisseur constante quelle que soit la position considérée selon la direction de la longueur du bloc d'angle, c'est-à-dire quel que soit le plan de coupe transversal considéré, au moins dans le tronçon principal, comme représenté par exemple sur la [fig.2]. La fabrication du bloc d'angle en est simplifiée.
- [0086] Dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} , le bloc d'angle 20 peut présenter une épaisseur variable selon la position considérée selon la direction de la longueur du bloc d'angle.
- [0087] De préférence, dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} , le bloc d'angle présente, au moins dans le tronçon principal, une épaisseur croissante, de préférence régulièrement croissante, à mesure que l'on descend suivant la direction de la longueur du bloc d'angle, comme représenté par exemple sur la [fig.3].
- [0088] De préférence, $(e_{\max} - e_{\min}) / e_{\min} > 10\%$, et/ou, de préférence, $(e_{\max} - e_{\min}) / e_{\min} < 30\%$, voire $(e_{\max} - e_{\min}) / e_{\min} < 20\%$, e_{\max} et e_{\min} désignant respectivement l'épaisseur maximale et l'épaisseur minimale dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} (voir [fig.2]). La durée de vie du bloc d'angle en est sensiblement améliorée.
- [0089] Dans un mode de réalisation préféré, le profil Lc de la face chaude dans le plan de

coupe longitudinal médian Pl_{50} est sensiblement rectiligne. De préférence, il forme, avec la direction verticale V , un angle α inférieur à 30° , de préférence inférieur à 20° , de préférence inférieur à 10° , voire inférieur à 5° , et/ou de préférence supérieur à 2° , de préférence supérieur à 3° (comme représenté, par exemple, sur la [fig.3]).

- [0090] Dans un mode de réalisation, le profil Lc de la face chaude dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} , par exemple concave ou rectiligne, est conformé pour rentrer vers l'intérieur du bassin à mesure que l'on se rapproche de la surface inférieure 22i.
- [0091] Comme représenté par exemple sur la [fig.4], un point du profil Lc de la face chaude, dans le plan de coupe longitudinal médian Pl_{50} , peut être d'autant plus écarté d'une droite verticale Δ passant par l'extrémité supérieure dudit profil Lc que ledit point est proche de la surface inférieure 22i.
- [0092] Dans un mode de réalisation, le profil Lf de la face froide dans le plan de coupe longitudinal médian est sensiblement rectiligne. De préférence, il forme, avec la direction verticale V , un angle inférieur à 10° , de préférence inférieur à 5° , de préférence inférieur à 2° , de préférence sensiblement nul, comme représenté, par exemple, sur la [fig.3].
- [0093] Dans le plan de coupe transversal médian Pt_{50} , la face chaude présente un profil Tc , reporté dans la partie droite des figures 2 à 4 pour plus de clarté.
- [0094] Le profil de la face chaude peut être le même quel que soit le plan de coupe transversal choisi dans le tronçon principal, comme par exemple sur les figures 2 et 4. De préférence, il résulte d'une déformation homothétique du profil Tc (défini dans le plan de coupe transversal médian Pt_{50}) comme par exemple sur la [fig.3] ou sur la [fig.5]. De préférence, le rapport d'homothétie augmente, de préférence de manière régulière, depuis le plan transversal limite supérieur jusqu'au plan transversal limite inférieur. Autrement dit, le profil s'allonge lorsqu'on descend le long du bloc d'angle, en conservant sa forme générale, comme par exemple sur les figures 3 et 5.
- [0095] De préférence, le profil Tc est strictement convexe sur plus de 80%, de préférence plus de 90%, de préférence 100% de sa longueur. Dans un mode de réalisation, la face chaude ne présente pas de zone plane, comme sur les figures 1 à 3.
- [0096] De préférence, le profil Tc ne comporte pas de portion strictement concave.
- [0097] De préférence, le profil Tc ne présente pas de point singulier, c'est-à-dire pas de rupture de pente.
- [0098] De préférence, le profil Tc est sensiblement symétrique par rapport au plan de coupe longitudinal médian, comme dans les modes de réalisation des figures 1 à 4.
- [0099] Dans un mode de réalisation, le profil Tc présente la forme d'un arc de cercle (figures 2 et 3). L'arc de cercle peut être prolongé par des segments de droite ([fig.4]).
- [0100] Dans le plan de coupe transversal médian Pt_{50} , la face froide présente un profil Tf , reporté dans la partie droite des figures 2 à 4 pour plus de clarté.

- [0101] De préférence, le profil de la face froide est le même quel que soit le plan de coupe transversal choisi dans le tronçon principal.
- [0102] Le profil Tf peut être strictement convexe (figures 2 et 3). De préférence, le profil Tf est cependant plat ou, strictement concave ([fig.4]), ce qui améliore la résistance mécanique.
- [0103] De préférence, le profil Tf ne présente pas de point singulier, c'est-à-dire pas de rupture de pente.
- [0104] De préférence encore, le profil Tf est sensiblement symétrique par rapport au plan longitudinal médian, comme dans les modes de réalisation des figures 2 à 4.
- [0105] Dans un mode de réalisation, le profil Tf présente la forme d'un arc de cercle (figures 2 et 3). L'arc de cercle peut être prolongé par des segments de droite ([fig.4]).
- [0106] Dans un mode de réalisation, dans le plan de coupe transversal médian, la distance entre les profils des faces chaude et froide est constante, quel que soit le plan de coupe longitudinal considéré.
- [0107] Les caractéristiques décrites ci-dessus relatives à la forme du bloc d'angle et définies en référence au plan de coupe longitudinal médian sont de préférence applicables dans tout plan de coupe longitudinal entre deux plans longitudinaux limites définis par rapport à la ligne de largeur X (dans le plan de coupe transversal médian), la distance entre les plans longitudinaux limites étant de préférence supérieure à 60%, de préférence supérieure à 70%, de préférence supérieure à 80%, de préférence supérieure à 90% de la largeur du bloc d'angle (distance entre les faces droite et gauche, en suivant la ligne de largeur X dans le plan de coupe transversal médian).
- [0108] Les caractéristiques décrites ci-dessus relatives à la forme du bloc d'angle dans le plan de coupe longitudinal médian sont de préférence applicables quel que soit le plan de coupe longitudinal considéré.
- [0109] Les caractéristiques décrites ci-dessus et définies en référence au plan de coupe transversal médian sont de préférence applicables quel que soit le plan de coupe transversal considéré dans le tronçon principal.
- [0110] Les surfaces droite et gauche sont classiquement de même forme que les surfaces des blocs latéraux avec lesquelles elles sont en contact. Ainsi, intérieurement, le bassin ne présente pas d'aspérité résultant d'un décrochement entre les blocs. Classiquement, les surfaces des blocs latéraux adjacents sont sensiblement de contour rectangulaire. Notamment lorsque le profil Lc provoque un élargissement du bloc d'angle dans la partie inférieure ([fig.4] par exemple), il est donc nécessaire de rejoindre un contour rectangulaire dans les plans longitudinaux dans lesquels s'étendent les surfaces droite et gauche, comme représenté sur la [fig.7] par exemple.
- [0111] Le bloc d'angle 20 peut être constitué en un ou plusieurs morceaux. Il peut notamment un assemblage de plusieurs blocs élémentaires 34₁, 34₂ et 34₃, les faces aux

extrémités droite et gauche de l'assemblage étant orientées perpendiculairement aux plans P_1 et P_2 , respectivement.

- [0112] Dans un mode de réalisation, des blocs d'adaptation 301 et 302 sont ajoutés au bloc d'angle selon l'invention, de manière à constituer un dispositif d'angle 32 selon l'invention, comme représenté sur la [fig.8]. Les blocs d'adaptation peuvent en particulier être configurés pour que la surface droite et la surface gauche du dispositif d'angle soient identiques à celles des blocs latéraux 141 et 142 adjacents, respectivement.
- [0113] Le dispositif d'angle 32 peut donc comporter un bloc d'angle monobloc ou, comme représenté sur la [fig.8], un assemblage de blocs élémentaires, et un ou plusieurs blocs d'adaptation de manière à adapter la forme des surfaces aux extrémités droite et gauche du dispositif d'angle aux faces des blocs adjacents en regard.
- [0114] Dans le mode de réalisation de la [fig.2], le bloc d'angle présente la forme générale d'un quart de tronc de cylindre de base circulaire et d'axe vertical, un quart de tronc d'un tel cylindre étant un morceau du tronc de cylindre après qu'il a été est coupé par deux plans perpendiculaires l'un à l'autre et passant par son axe.
- [0115] Dans le mode de réalisation de la [fig.3], le bloc d'angle présente la forme générale d'un quart de tronc de cône d'axe vertical, un quart de tronc de cône étant un morceau du tronc de cône après qu'il a été est coupé par deux plans perpendiculaires l'un à l'autre et passant par son axe.
- [0116] Dans le mode de réalisation de la [fig.4], le bloc d'angle présente la forme générale d'un quart de tronc de cylindre de base annulaire et d'axe vertical, un quart de tronc d'un tel cylindre étant un morceau du tronc de cylindre après qu'il a été est coupé par deux plans perpendiculaires l'un à l'autre et passant par son axe.
- [0117] Selon un mode de réalisation, le bloc d'angle est pourvu d'un dispositif d'ancrage dans l'enveloppe métallique du four de verrerie. Ce dispositif d'ancrage est par exemple constitué d'une vis, d'un crochet, d'une plaque métallique, ou d'une encoche.
- [0118] Bien entendu, les dimensions et les formes décrites ci-dessus ne sont pas limitatives.
- [0119] Composition
- [0120] De préférence, le bloc d'angle selon l'invention comporte, de préférence est constitué en un matériau électrofondu constitué, pour plus de 80% de sa masse, d'alumine, de zircone, de silice et éventuellement d'un stabilisant de la zircone, en particulier d'oxyde d'yttrium. Le matériau peut être de type AZS ou bien à très haute teneur en zircone (comportant typiquement plus de 80% de ZrO_2 en pourcentage massique).
- [0121] Dans un mode de réalisation, le bloc d'angle selon l'invention comporte plus de 0,5%, plus de 1,5%, plus de 3,0%, plus de 4,0%, plus de 5,0%, voire plus de 6,0%, et/ou moins de 10,0%, moins de 9,0%, voire moins de 8,0% de stabilisant de la zircone, en particulier CaO et/ou Y_2O_3 et/ou MgO et/ou CeO_2 , de préférence Y_2O_3 et/ou CaO,

de préférence Y_2O_3 .

[0122] De préférence, le bloc d'angle selon l'invention présente une composition chimique, en pourcentages massiques sur la base des oxydes, telle que, pour un total de 100%,

- [0123] – $Al_2O_3 + ZrO_2 + SiO_2$: plus de 80,0%, de préférence plus de 84,0%, de préférence plus de 86,0%, et/ou moins de 97,0%, voire moins de 95,0%, voire moins de 94,0%, et/ou
- Y_2O_3 : plus de 0,5%, plus de 1,5%, plus de 2,0% et/ou moins de 5,0%, moins de 4,0%, voire moins de 3,0%, et/ou
- Na_2O : plus de 0,1%, voire plus de 0,2%, et/ou moins de 0,6%, de préférence moins de 0,5%, voire moins de 0,4%, et/ou
- B_2O_3 : plus de 0,1%, voire plus de 0,2%, et/ou moins de 0,6%, de préférence moins de 0,5%, voire moins de 0,4%, et/ou
- espèces oxydes autres que Al_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 , Y_2O_3 , Na_2O et B_2O_3 : moins de 10,0%, de préférence moins de 9,0%, de préférence encore moins de 8,0%, moins de 5,0%, voire moins de 3,0%, ou moins de 2,0%, ou moins de 1,0%, ou moins de 0,5%.

[0124] Selon un mode de réalisation, le bloc d'angle selon l'invention présente une composition chimique telle que :

- [0125] – ZrO_2 : plus de 12,0%, de préférence plus de 20,0%, de préférence plus de 25,0% et/ou moins de 80,0%, voire moins de 75,0% et/ou
- SiO_2 : plus de 6,0%, de préférence plus de 10,0% et/ou moins de 24,0%, voire moins de 20,0%, et/ou
- Al_2O_3 : plus de 18,0%, de préférence plus de 25,0% et/ou moins de 60,0%, de préférence moins de 50,0%.

[0126] Selon un mode de réalisation, le bloc d'angle selon l'invention présente une composition chimique telle que :

- [0127] – ZrO_2 : plus de 12,0%, de préférence plus de 15,0%, de préférence plus de 18,0%, voire plus de 22,0%, et/ou moins de 45,0%, voire moins de 40,0%, voire moins de 35,0%, voire moins de 30,0%, voire moins de 25,0%, et/ou
- SiO_2 : plus de 8,0%, de préférence plus de 10,0%, de préférence plus de 12,0%, et/ou moins de 24,0%, voire moins de 20,0%, moins de 17,0%, voire moins de 14,0%, et/ou
- Al_2O_3 : plus de 35,0%, de préférence plus de 38,0%, voire plus de 40,0%, et/ou moins de 60,0%, de préférence moins de 55,0%, voire moins de 50,0%, moins de 46,0%, voire moins de 44,0%.

[0128] Selon un mode de réalisation, le bloc d'angle selon l'invention présente une composition chimique telle que :

- [0129] – ZrO_2 : plus de 80,0%, de préférence plus de 83,0%, de préférence plus de

- 86,0%, et/ou moins de 97,0%, voire moins de 95,0%, voire moins de 94,0%, et/ou
- SiO₂ : plus de 0,5%, de préférence plus de 1,5%, de préférence plus de 2,5%, de préférence plus de 4,0%, voire plus de 6,0%, plus de 8,0%, plus de 8,5%, et/ou moins de 15,0%, voire moins de 12,0%, moins de 10,0%, voire moins de 8,0%, et/ou
 - Al₂O₃ : plus de 0,2%, de préférence plus de 1,0%, et/ou moins de 3,0%, de préférence moins de 2,0%.

Exemples

- [0130] Des essais de modélisation ont été menés avec un logiciel de calcul par éléments finis (Ansys 17.0).
- [0131] Avec ce logiciel, on a déterminé les champs de températures et de contraintes de blocs réfractaires en AZS, présentant une longueur de 1300 millimètres et une composition chimique avec 40 % de ZrO₂ (ER 1711 de Saint-Gobain SEFPRO), lorsque la face chaude du bloc est à une température de 1500°C, avec évacuation de la chaleur par soufflage d'air à température ambiante (20°C) et avec un coefficient de transfert thermique de 125 W/(m².K). Trois géométries de bloc ont été comparées :
- [0132] • un pavé droit (bloc parallélépipédique rectangle), de base carrée de 450 millimètres de côté (« référence » dans le tableau 1 ci-dessous) ;
- un bloc arrondi, représentant un quart de cône, du type de celui représenté sur la figure 3, le rayon du profil de la face chaude étant de 450 millimètres au niveau de la surface supérieure et de 550 millimètres au niveau de la surface inférieure (exemple 1) ;
- le bloc de l'exemple 1 comportant, sur la face froide, une plaque en un matériau isolant de 10 millimètres d'épaisseur (conductivité thermique de 0,5 W/(m.K) (exemple 2).
- [0133] L'état de contrainte de chaque point du bloc peut se représenter par un tenseur, le tenseur des contraintes. Les contraintes principales sont les contraintes exprimées dans une base telle que le tenseur des contraintes est une matrice diagonale. On appelle « première contrainte principale » le coefficient de cette matrice qui correspond à la contrainte en traction (positive) la plus élevée. La criticité des sollicitations a été évaluée par le maximum R_{max} du rapport R de la première contrainte principale sur la contrainte à rupture (MOR), en considérant l'ensemble des rapports R le long de l'arête la plus sollicitée. Le MOR est mesuré sous air, à la température considérée, sur une éprouvette de dimensions 80*20*20 mm³ dans un montage en flexion 3 points réalisé avec une distance de 70 mm entre les deux appuis inférieurs et la vitesse de descente du poinçon est égale à 0,5 mm/min. Plus R_{max} est élevé, plus la rupture est probable.

Les résultats sont donnés dans le tableau 1.

[0134] [Tableaux1]

| | Rmax | Diminution par rapport à la référence |
|-----------|------|---------------------------------------|
| Référence | 3,0 | |
| Exemple 1 | 2,0 | 33 % |
| Exemple 2 | 1,3 | 57 % |

[0135] Les essais montrent donc qu'un bloc d'angle selon l'invention permet, de manière remarquable, de limiter les contraintes.

[0136] L'invention est particulièrement bien adaptée aux blocs d'entrée de corset.

[0137] Il va de soi que les modes de réalisation décrits ne sont que des exemples et l'on pourrait les modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

Revendications

- [Revendication 1] Bloc d'angle pour bassin de four verrier, ledit bloc d'angle présentant une surface extérieure comportant :
- des surfaces supérieure (22s) et inférieure (22i) délimitant la longueur (L_{20}) du bloc d'angle,
 - des surfaces droite (22d) et gauche (22g) destinés à être en contact, dans la position de service, avec des surfaces correspondantes de blocs adjacents,
 - une face chaude (22c) destinée à être en contact, dans la position de service, avec l'environnement à l'intérieur dudit bassin,
 - une face froide (22f), opposée à la face chaude,
- le bloc d'angle étant caractérisé en ce que, dans un tronçon principal (24) du bloc d'angle s'étendant, sur plus de 80% de la longueur du bloc d'angle, entre deux plans transversaux limites supérieur (P_{24s}) et inférieur (P_{24i}), la face chaude (22c) est dépourvue d'arête, une arête étant une ligne suivant laquelle la face chaude présente une rupture de pente supérieure à 25° , la face chaude (22c) présentant un profil (T_c) convexe dans un plan de coupe transversal quelconque dans le tronçon principal (24).
- [Revendication 2] Bloc d'angle selon la revendication précédente, dans lequel le tronçon principal (24) s'étend depuis la surface supérieure (22s) jusqu'à une partie de base (20_b) destinée à être intégrée dans une sole du bassin dans la position de service.
- [Revendication 3] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans le tronçon principal (24), la face chaude (22c) est dépourvue d'arête marquant une rupture de pente supérieure à 10° .
- [Revendication 4] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, présentant, dans un plan de coupe longitudinal médian (Pl_{50}), dans le tronçon principal (24), une épaisseur décroissante depuis le plan transversal limite inférieur (P_{24i}) jusqu'au plan transversal limite supérieur (P_{24s}).
- [Revendication 5] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans le tronçon principal (24), un point du profil (L_c) de la face chaude dans un plan de coupe longitudinal médian (Pl_{50}) est d'autant plus écarté d'une droite verticale (Δ) passant par l'extrémité supérieure dudit profil que ledit point est proche de la surface inférieure (22i).

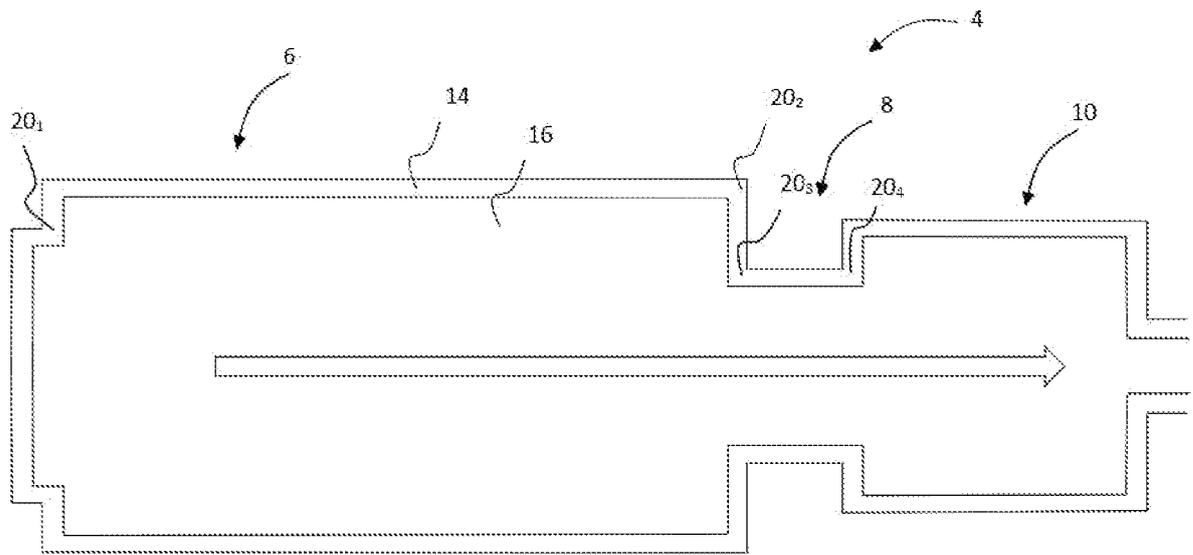
- [Revendication 6] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans le tronçon principal (24), le profil (Lc) de la face chaude dans un plan de coupe longitudinal médian (Pl₅₀) est rectiligne et forme, avec la direction verticale V, un angle α inférieur à 30° et supérieur à 2°.
- [Revendication 7] Bloc d'angle selon la revendication immédiatement précédente, dans lequel l'angle α est inférieur à 20° et supérieur à 5°.
- [Revendication 8] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la face chaude (22c) est strictement convexe dans le tronçon principal (24).
- [Revendication 9] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans un plan de coupe transversal quelconque dans le tronçon principal (24), la face chaude (22c) présente un profil (Tc) convexe en forme d'arc de cercle, optionnellement prolongé, à une ou à chacune de ses extrémités, par un segment de droite.
- [Revendication 10] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la face chaude présente, dans un plan de coupe transversal, un profil dont la forme générale est identique quel que soit le plan de coupe transversal considéré dans le tronçon principal.
- [Revendication 11] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la face chaude présente, dans un plan de coupe transversal du tronçon principal, un profil qui est d'autant plus long que ledit plan de coupe transversal est proche du plan transversal limite inférieur.
- [Revendication 12] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, présentant la forme générale d'un quart de tronc de cylindre de base circulaire, ou d'un quart de tronc de cône, ou d'un quart de tronc de cylindre de base annulaire.
- [Revendication 13] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans le tronçon principal, la face froide (22f) est dépourvue d'arête.
- [Revendication 14] Bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un premier matériau isolant thermiquement, présentant une conductivité thermique inférieure à 7,0 W.m⁻¹.K⁻¹, est disposé sur une partie de la face froide qui s'étend depuis la surface supérieure du bloc d'angle, jusqu'à plus de 300 mm de ladite surface supérieure.
- [Revendication 15] Dispositif d'angle (32) comportant un bloc d'angle (20) selon l'une quelconque des revendications précédentes et un bloc d'adaptation (30₁, 30₂) présentant une première face en contact avec la surface gauche

(22g) ou la surface droite (22d) du bloc d'angle, et une deuxième face, parallèle et opposée à la première face, et présentant une forme différente de ladite première face.

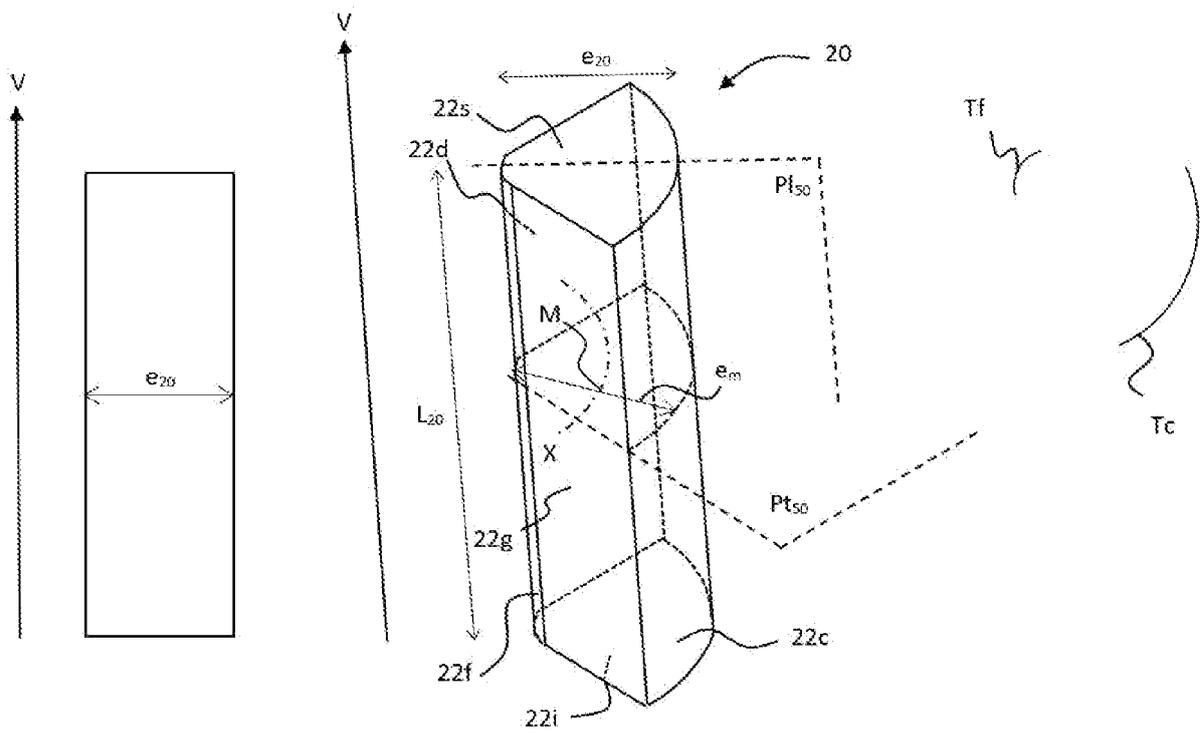
[Revendication 16] Four verrier comportant un bassin comportant une paroi latérale (14) comportant deux pans (14₁,14₂) et un bloc d'angle selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 ou un dispositif d'angle selon la revendication immédiatement précédente, ledit bloc d'angle ou ledit dispositif d'angle reliant lesdits deux pans.

[Revendication 17] Four verrier selon la revendication immédiatement précédente, dans lequel dans lequel le bassin définit un corset (8), le bloc d'angle ou le dispositif d'angle étant disposé en entrée de corset.

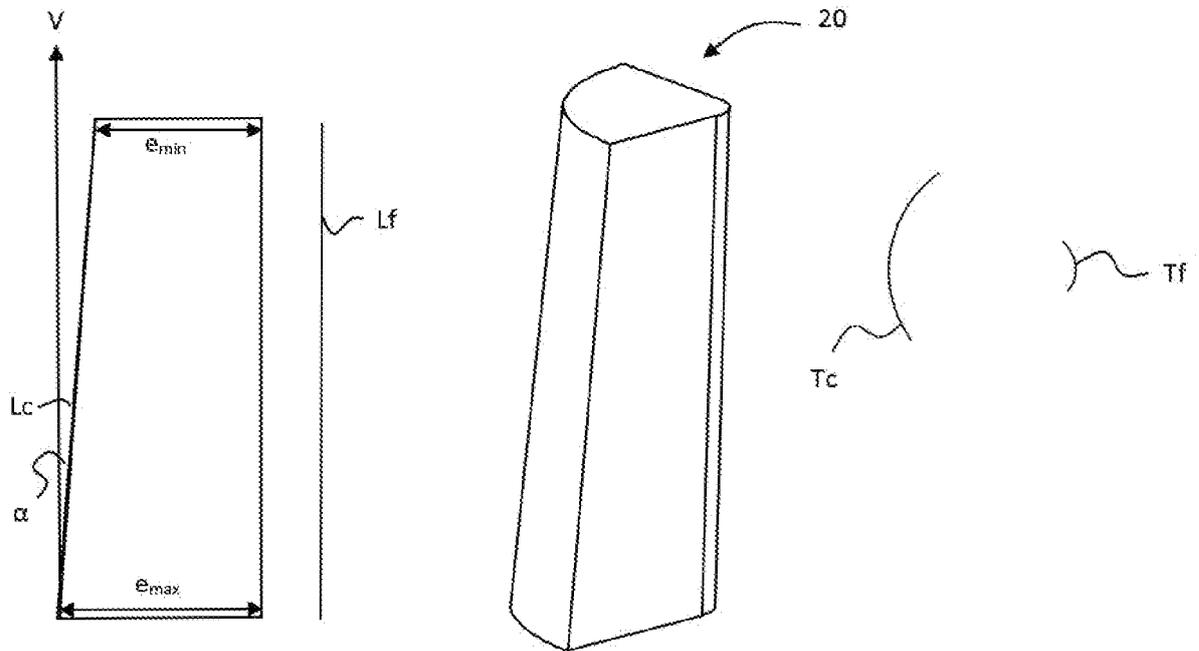
[Fig. 1]



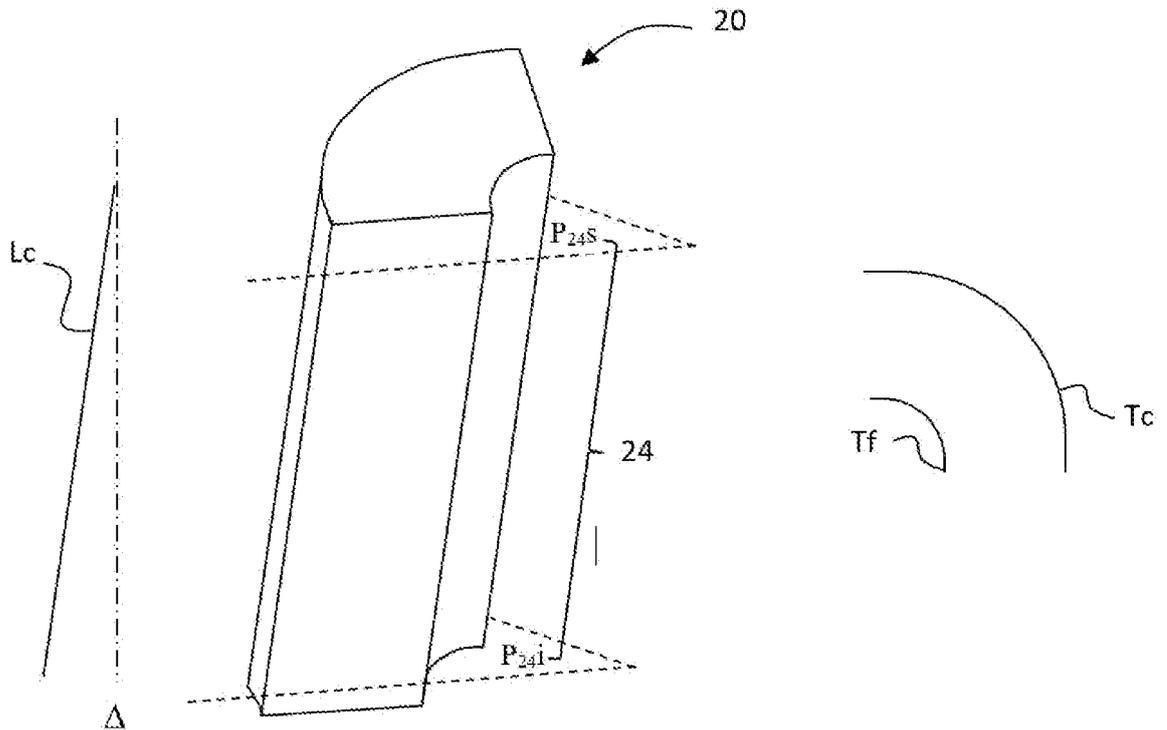
[Fig. 2]



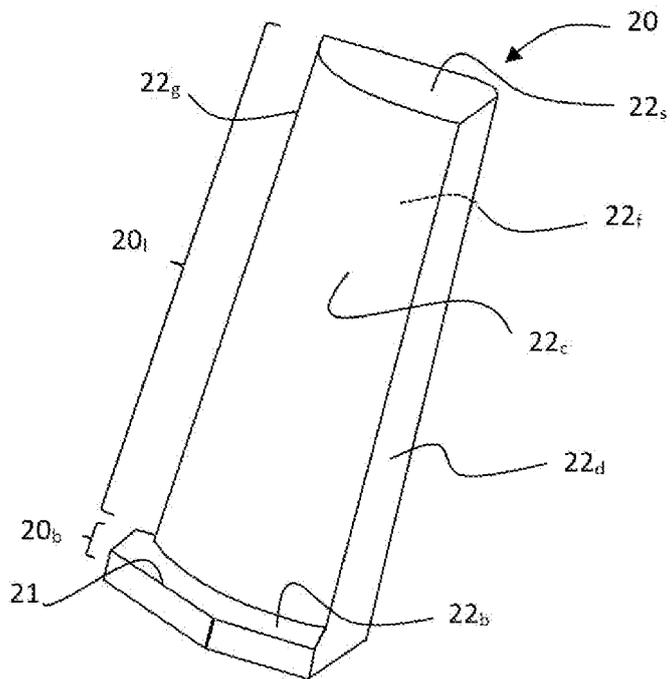
[Fig. 3]



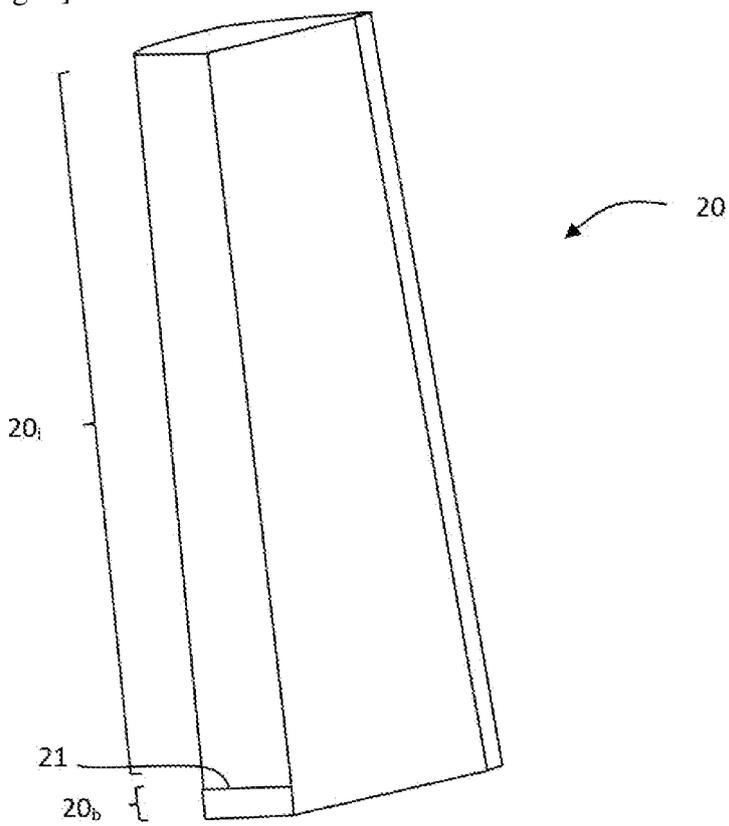
[Fig. 4]



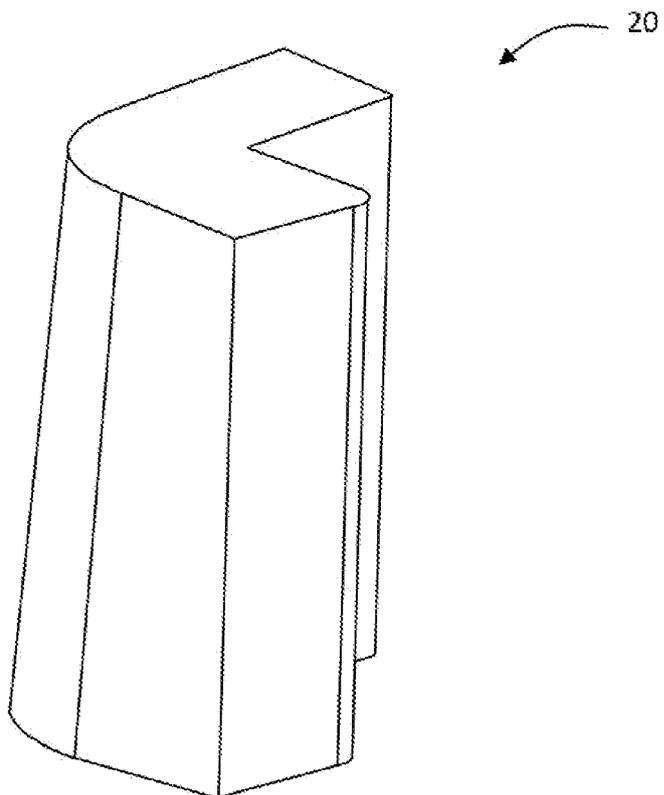
[Fig. 5]



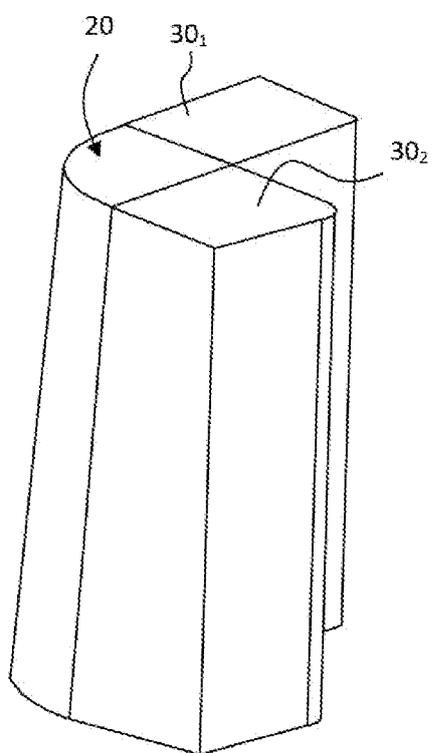
[Fig. 6]



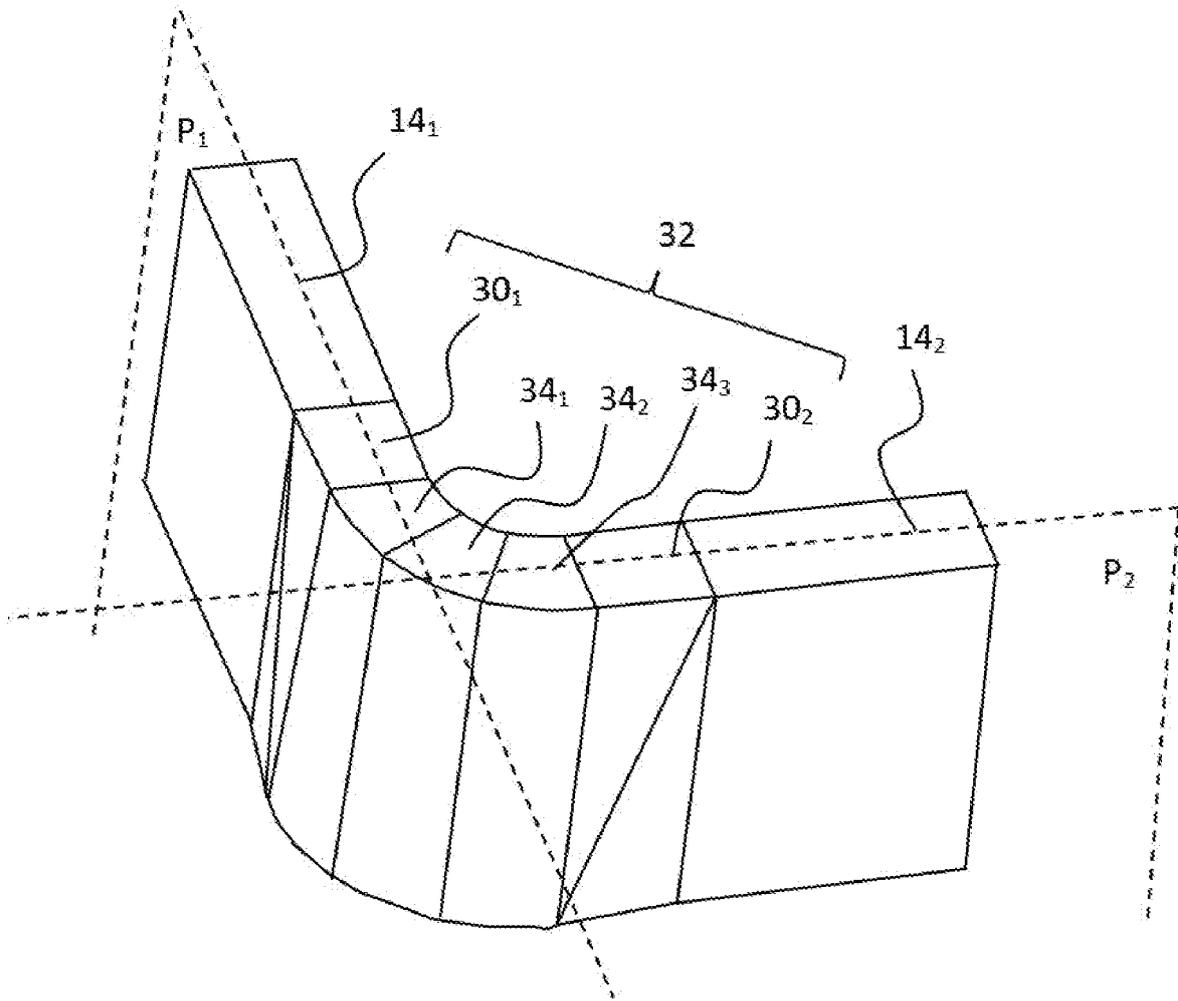
[Fig. 7]



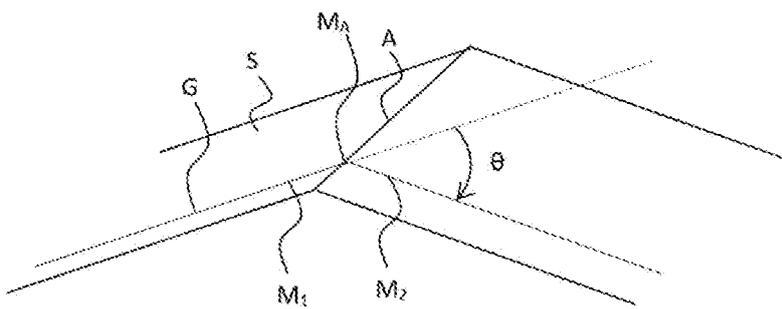
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

US 1 619 270 A (REINTJES GEORGE P)
1 mars 1927 (1927-03-01)

FR 3 079 829 A1 (SAINT GOBAIN CT
RECHERCHES [FR])
11 octobre 2019 (2019-10-11)

DE 717 505 C (EMIL GRESCHAT)
16 février 1942 (1942-02-16)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT