



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1996/05/16

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1996/11/18

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2008/01/08

(30) Priorité/Priority: 1995/05/17 (FR95 05794)

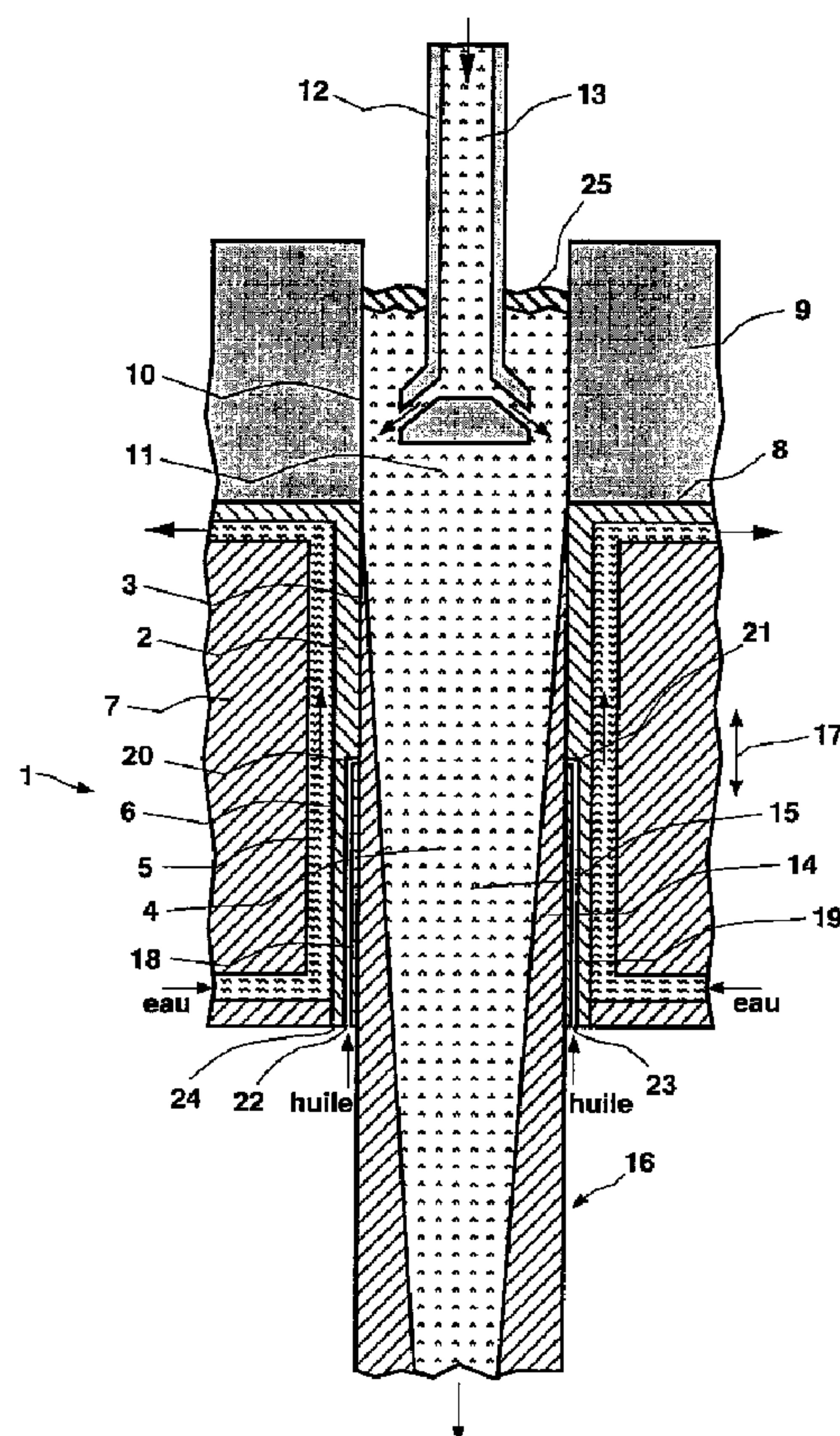
(51) Cl.Int./Int.Cl. *B22D 11/07* (2006.01),
B22D 11/00 (2006.01)

(72) Inventeurs/Inventors:
PERRIN, ERIC, FR;
JOLIVET, JEAN-MARC, FR;
COURBE, PIERRE, BE;
NAVEAU, PAUL, BE;
SPIQUEL, JACQUES, FR

(73) Propriétaires/Owners:
UNIMETAL SOCIETE FRANCAISE DES ACIERS
LONGS, FR;
ASCOMETAL, FR;

(54) Titre : PROCÉDE DE LUBRIFICATION DES PAROIS D'UNE LINGOTIERE DE COULEE CONTINUE DES METAUX
ET LINGOTIERE POUR SA MISE EN OEUVRE

(54) Title: PROCESS FOR LUBRICATING SIDES OF AN INGOT USED FOR CONTINUOUS POURING; INGOT USING
SAID PROCESS



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention a pour objet un procédé de lubrification d'une lingotière de coulée continue (1) d'un produit métallique (16) du type comportant un élément tubulaire métallique (2) oscillant verticalement énergiquement refroidi, définissant un passage (4) pour le

(73) Propriétaires(suite)/Owners(continued):

CENTRE DE RECHERCHES METALLURGIQUES -CENTRUM VOOR RESEARCH IN DE METALLURGIE, BE;
SOLLAC, FR; SOCIETE ANONYME DES FORGES ET ACIERES DE DILLING, DE; UGITECH, FR

(74) Agent: OGILVY RENAULT LLP/S.E.N.C.R.L.,S.R.L.**(57) Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

métal coulé, et destiné à provoquer au contact de sa paroi (3) dans ledit passage la solidification dudit produit métallique, selon lequel on effectue une injection d'un lubrifiant à l'état liquide à travers ledit élément tubulaire métallique en direction dudit produit métallique en cours de solidification, caractérisé en ce que ladite injection est effectuée en des points répartis annulairement sur un niveau unique dudit élément tubulaire, ledit niveau étant situé à une distance supérieure à 20 cm du niveau le plus bas où est susceptible de s'initier la solidification dudit produit, et en ce que le débit dudit lubrifiant est suffisant pour provoquer une remontée d'une fraction dudit lubrifiant le long de ladite paroi jusqu'au niveau où s'initie effectivement la solidification dudit produit. L'invention concerne également une lingotière pour la mise en oeuvre de ce procédé

**PROCEDE DE LUBRIFICATION DES PAROIS D'UNE LINGOTIERE DE
COULEE CONTINUE DES METAUX ET LINGOTIERE POUR SA MISE EN
ŒUVRE**

Abrégé descriptif

L'invention a pour objet un procédé de lubrification d'une lingotière de coulée continue (1) d'un produit métallique (16) du type comportant un élément tubulaire métallique (2) oscillant verticalement énergiquement refroidi, définissant un passage (4) pour le métal coulé, et destiné à provoquer au contact de sa paroi (3) dans ledit passage la solidification dudit produit métallique, selon lequel on effectue une injection d'un lubrifiant à l'état liquide à travers ledit élément tubulaire métallique en direction dudit produit métallique en cours de solidification, caractérisé en ce que ladite injection est effectuée en des points répartis annulairement sur un niveau unique dudit élément tubulaire, ledit niveau étant situé à une distance supérieure à 20 cm du niveau le plus bas où est susceptible de s'initier la solidification dudit produit, et en ce que le débit dudit lubrifiant est suffisant pour provoquer une remontée d'une fraction dudit lubrifiant le long de ladite paroi jusqu'au niveau où s'initie effectivement la solidification dudit produit.

L'invention concerne également une lingotière pour la mise en œuvre de ce procédé.

Figure pour l'abrégé: fig. 2

PROCEDE DE LUBRIFICATION DES PAROIS D'UNE LINGOTIERE DE COULEE CONTINUE DES METAUX ET LINGOTIERE POUR SA MISE EN ŒUVRE

5 L'invention concerne le domaine de la coulée continue des métaux. Plus précisément, elle concerne le mode de lubrification des lingotières d'installations de coulée continue classique, et également des lingotières d'installations dites de "coulée continue en charge", dans lesquelles on cherche à éloigner la surface du métal liquide en lingotière de la zone où débute la solidification du produit coulé.

10 L'opération de coulée continue classique de l'acier consiste schématiquement à verser en continu le métal en fusion dans une lingotière oscillante tubulaire verticale sans fond, aux parois métalliques (en cuivre ou alliage de cuivre) énergiquement refroidies par circulation interne d'eau, et à en extraire, également continûment, un produit (brame, bloom ou billette selon les dimensions de la lingotière) déjà solidifié
15 extérieurement sur quelques centimètres d'épaisseur. La solidification de ce produit s'achève dans les étages inférieurs de la machine, où le produit est d'abord, à sa sortie de la lingotière, refroidi de manière forcée par projection d'eau, puis se refroidit naturellement. Il est ensuite découpé à la longueur souhaitée. L'oscillation de la lingotière a pour fonction d'éviter que la peau solidifiée du produit ne se colle
20 localement sur la paroi de la lingotière, ce qui déchirerait la peau en provoquant une "percée", c'est à dire l'écoulement de métal liquide par cette déchirure. La conséquence d'un tel incident serait la nécessité d'arrêter immédiatement la coulée, et le risque de causer de graves dommages à la machine.

Il est important pour la bonne qualité des produits laminés qui en seront issus
25 que ces produits de coulée continue présentent des défauts de surface et sous-cutanés aussi réduits que possible. Or, l'oscillation et l'écoulement du liquide en lingotière provoquent d'incessantes variations du niveau de la surface du métal liquide dans la lingotière, surface au droit de laquelle débute la solidification de la peau du produit sur la paroi refroidie. Ces variations sont la principale cause d'apparitions périodiques
30 d'irrégularités sur la surface du produit, tels que des rides d'oscillation et des cornes solidifiées, dont on cherche à minimiser l'importance.

Un remède connu à ce problème consiste à éloigner la surface du métal liquide en lingotière du niveau où s'initie la solidification du produit. Dans ce but, on dispose un élément tubulaire non refroidi, appelé "rehausse", sur le rebord supérieur de
35 l'élément métallique refroidi de la lingotière dans le prolongement de celle-ci, et on règle le débit de métal introduit et la vitesse de coulée de façon à maintenir la surface du métal à l'intérieur de la rehausse. Celle-ci étant en un matériau isolant de la chaleur tel qu'un réfractaire alumineux, la solidification de la peau du produit ne s'amorce en

principe pas sur ses parois, et ne débute qu'au niveau de l'élément métallique. Les fluctuations du niveau de la surface de métal liquide n'affectent ainsi plus la zone où s'initie la solidification. Celle-ci s'effectue de façon très régulière et conduit à une qualité de surface et sous-cutanée des produits en nette amélioration par rapport aux installations de coulée continue classique. De telles installations sont habituellement désignées par le terme "coulées continues en charge".

En outre, dans ces installations, la busette immergée, qui amène le métal liquide dans la lingotière, a son extrémité ouverte maintenue à l'intérieur de la rehausse. Le métal que celle-ci renferme constitue donc un volume-tampon qui amortit les turbulences dues au flux d'arrivée de métal, avant que celui-ci ne parvienne au niveau de l'élément métallique. Cela contribue également à procurer une plus grande régularité à la solidification des premières couches de métal que dans le cas des coulées continues classiques, où ces turbulences affectent toute la partie supérieure de l'élément métallique refroidi et peuvent ralentir la solidification au voisinage des zones de fortes recirculations.

Pour garantir que la solidification débute bien au niveau de l'élément métallique, on peut, comme préconisé dans le document EP0620062, réaliser une injection de gaz neutre sous pression au niveau de la jonction entre l'élément réfractaire et l'élément métallique. On vise ainsi à obtenir un cisailage de la pellicule solide qui a pu, de manière indésirable, commencer à se former déjà sur les parois de la rehausse au cas où, par exemple, celle-ci n'aurait pas encore atteint sa complète mise en régime thermique.

Il est indispensable, sur une coulée continue classique ou en charge, de lubrifier la paroi interne de l'élément métallique refroidi de la lingotière, afin d'assurer un bon glissement de la peau solidifiée du produit en cours d'extraction et éviter ainsi les percées. En coulée continue classique, deux méthodes peuvent être utilisées. L'une consiste à déposer sur la surface du métal liquide une poudre de couverture à base d'oxydes et de fondants. Elle forme une couche liquide à son interface avec le métal, et, à la périphérie de la lingotière, ce liquide auquel la composition de la poudre confère des propriétés lubrifiantes s'infiltre entre la paroi et la peau solidifiée. Par ailleurs, cette poudre assure la captation des inclusions non-métalliques qui ont remonté à la surface du métal, une protection du métal liquide contre les réoxydations atmosphériques et un arrêt des rayonnements émis par le métal. Les exigences sur la composition de la poudre, qui gouverne notamment sa fluidité à l'interface poudre/métal, ne sont pas identiques pour toutes ces fonctions. Le choix de la composition est donc obligatoirement un compromis qui ne permet d'assurer optimalement aucune d'entre elles. L'autre méthode de lubrification consiste à déposer sur la surface du métal en lingotière une couche d'huile, telle que de l'huile de colza, afin qu'elle s'infiltre entre la

paroi et la peau solidifiée. On obtient ainsi une lubrification de très bonne qualité, mais les fonctions de piégeage des inclusions, de protection du métal contre les réoxydations et d'arrêt des rayonnements ne sont plus assurées. Cette méthode n'est donc guère utilisée que sur les installations de coulée de produits de très petit format coulés en jet libre (sans busette immergée). Sur de telles installations, si on utilisait une poudre de couverture, l'impact du jet de coulée sur la surface du métal provoquerait un entraînement de la poudre à l'intérieur de la lingotière, et donc une grave pollution du métal.

Parmi ces deux méthodes, la première n'est pas transposable au cas de la coulée en charge. La poudre que l'on doit déposer sur la surface du métal dans la rehausse pour protéger le métal et capter les inclusions ne peut parvenir jusqu'au bord supérieur de l'élément métallique, là où s'initie la solidification de la peau, et n'a donc aucun rôle dans la lubrification. D'autre part, il n'est pas pensable d'injecter de la poudre au niveau de la jonction entre la rehausse et l'élément métallique, car on provoquerait une pollution du métal par la fraction de la poudre qui, inévitablement, serait entraînée en son sein. On choisit donc d'assurer la lubrification de la lingotière par une injection d'huile réalisée sur la périphérie interne de l'élément métallique, au voisinage de sa jonction avec la rehausse. Elle est réalisée grâce, par exemple, à un insert métallique refroidi muni d'une fente, intercalé entre eux. L'obtention d'une lubrification satisfaisante sur toute la hauteur de l'élément métallique (celui-ci a habituellement une longueur de l'ordre de 700 mm) est cependant problématique. En effet, la température très élevée au lieu d'injection entraîne un craquage partiel de l'huile, et le dégagement de gaz (CO et méthane essentiellement) qui en résulte doit rester limité pour ne pas provoquer de bouillonnement du métal dans la lingotière. On ne peut donc injecter qu'un débit d'huile relativement modéré, car une augmentation de ce débit jusqu'à une valeur qui serait suffisante pour lubrifier correctement la lingotière de haut en bas conduirait à un dégagement gazeux d'une intensité intolérable. On est donc conduit à compléter cette injection d'huile au niveau de la jonction rehausse-élément métallique par une injection supplémentaire effectuée dans la partie inférieure de l'élément métallique. Il est ainsi assuré que la lubrification des dernières dizaines de centimètres de la lingotière sera correcte, mais cela complique encore un peu plus la construction de la lingotière.

Le but de l'invention est de proposer une méthode permettant de réaliser une lubrification optimale de l'ensemble de la partie métallique refroidie de la lingotière de toute installation de coulée continue, en ce qu'elle rendrait possible dans tous les cas l'utilisation d'un lubrifiant liquide sur une coulée continue classique, et en ce qu'elle simplifierait la conception des lingotières de coulée continue en charge.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de lubrification d'une lingotière de coulée continue d'un produit métallique du type comportant un élément tubulaire métallique oscillant verticalement énergiquement refroidi, définissant un passage pour le métal coulé, et destiné à provoquer au contact de sa paroi dans ledit passage la solidification dudit produit métallique, selon lequel on effectue une injection d'un lubrifiant à l'état liquide à travers ledit élément tubulaire métallique en direction dudit produit métallique en cours de solidification, caractérisé en ce que ladite injection est effectuée en des points répartis annulairement sur un niveau unique dudit élément tubulaire, ledit niveau étant situé à une distance supérieure à 20 cm du niveau le plus bas où est susceptible de s'initier la solidification dudit produit, et en ce que le débit dudit lubrifiant est suffisant pour provoquer une remontée d'une fraction dudit lubrifiant le long de ladite paroi jusqu'au niveau où s'initie effectivement la solidification dudit produit.

L'invention a également pour objet une lingotière pour une installation de coulée continue de produits métalliques, du type comportant un élément tubulaire métallique énergiquement refroidi, définissant un passage pour le métal coulé, et destiné à provoquer au contact de sa paroi dans ledit passage la solidification dudit produit métallique, des moyens pour faire osciller verticalement ladite lingotière, et des moyens pour effectuer une injection d'un lubrifiant à l'état liquide à travers ledit élément tubulaire métallique en direction dudit produit métallique en cours de solidification, caractérisée en ce que lesdits moyens sont placés à un niveau unique dudit élément tubulaire métallique, ledit niveau étant situé à une distance supérieure à 20 cm du niveau le plus bas où est susceptible de s'initier la solidification dudit produit.

Comme on l'aura compris, l'invention consiste à localiser l'injection de lubrifiant liquide à un niveau de la lingotière situé très sensiblement plus bas que le niveau où débute la solidification du produit coulé, et non à ce niveau lui-même. Les inventeurs ont, en effet, constaté que les mouvements verticaux d'oscillation de la lingotière pouvaient être suffisants pour provoquer une remontée importante d'une fraction du lubrifiant le long des parois de l'élément métallique refroidi. En ajustant de manière adéquate le lieu et les paramètres de l'injection du lubrifiant, il est donc possible d'en faire parvenir une quantité significative jusqu'au niveau où débute la solidification, et d'assurer ainsi une lubrification satisfaisante de la lingotière sur l'ensemble de la hauteur de son élément métallique refroidi rien qu'avec cette injection. Cette quantité doit, d'autre part, être assez modérée pour ne pas provoquer de dégagements gazeux rédhibitoires dans la lingotière. Sur une coulée continue classique, on n'utilise alors plus la poudre de couverture pour cette fonction de lubrification et on peut donc optimiser sa composition pour lui faire remplir au mieux ses fonctions de piégeage des inclusions et de protection de la surface du métal liquide. Sur une coulée

continue en charge, il n'est plus nécessaire de pratiquer une injection de lubrifiant liquide à plusieurs niveaux de l'élément refroidi de la lingotière, ce qui simplifie notablement sa conception.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faisant
5 référence aux figures annexées:

- la figure 1 qui représente schématiquement, vue en section longitudinale une installation de coulée continue en charge des métaux équipée d'une lingotière selon l'invention;

- la figure 2 qui représente de la même façon une installation de coulée
10 continue classique équipée d'une lingotière selon l'invention;

- la figure 3 qui représente plus en détail un exemple d'élément tubulaire métallique d'une lingotière selon l'invention.

La lingotière 1 représentée sur la figure 1 est, comme il est classique en coulée continue en charge de l'acier ou d'autres métaux, composée de deux éléments
15 superposés. Le principal est un élément tubulaire métallique 2 en cuivre ou alliage de cuivre, dont la surface interne 3 définit un passage 4 de dimensions identiques à celles du produit que l'on désire couler, et de section transversale ronde, carrée ou rectangulaire. Cet élément tubulaire métallique 2 peut être constitué d'une pièce unique (c'est le plus souvent le cas pour la coulée de ronds, de billettes et de blooms d'acier),
20 ou être formé par un assemblage de plaques dont chacune correspond à une face de la lingotière 1 (cas général pour la coulée de brames d'acier). De manière classique, l'élément tubulaire métallique 2 est refroidi par une circulation d'eau 5, ménagée par exemple entre sa surface externe 6 et une chemise 7 qui l'entoure. Sur le bord supérieur 8 de l'élément tubulaire métallique 2 est fixé le deuxième élément de la lingotière, à
25 savoir une rehausse 9 formée par un élément tubulaire en un matériau réfractaire tel qu'un mélange alumine-silice à 90-10 %. La surface interne 10 de la rehausse 9 définit un passage 11 situé dans le prolongement du passage 4 défini par la surface interne 3 de l'élément tubulaire métallique 2. Dans l'exemple représenté, ces deux passages 4 et 11 ont les mêmes dimensions, mais on peut prévoir que l'un d'entre eux ait une taille
30 plus réduite que l'autre, pour rendre plus franc le début de la solidification du produit coulé. De manière également bien connue, une busette immergée 12 connectée à un répartiteur non représenté renfermant le métal liquide 13 à couler amène ce dernier dans le passage 11 interne à la rehausse 9. Celle-ci étant en un matériau thermoisolant, la solidification du métal liquide 13 ne se produit pas significativement sur ses parois.,
35 et ne débute que lorsque le métal liquide 13 entre en contact avec la surface interne 3 de l'élément métallique refroidi 2, soit au niveau du bord supérieur 8 dudit élément 2. Cette solidification aboutit à la formation d'une croûte d'acier solidifié 14, d'épaisseur croissante au fur et à mesure que l'on descend dans la lingotière 1, entourant le cœur 15

encore liquide du produit coulé 16. Ce produit 16 est extrait en continu de la lingotière 1 par un dispositif connu non représenté, installé dans les étages inférieurs de la machine. Le refroidissement du produit 16, après sa sortie de la lingotière 1 à l'état partiellement solidifié, se poursuit classiquement grâce à un dispositif non représenté
5 d'aspersion par des jets d'eau ou d'un mélange eau/air de sa surface extérieure, dont l'action débute immédiatement sous la lingotière 1 et se poursuit sur une longueur de quelques mètres. Le produit 1 achève ensuite sa solidification et son refroidissement par simple convection et rayonnement. La lingotière 1 comporte également, de manière classique, un dispositif non représenté permettant d'imprimer à son ensemble des
10 mouvements d'oscillation verticaux selon la flèche 17. Ces oscillations peuvent être sinusoïdales ou obéir à une loi plus complexe. Elles ont habituellement une fréquence de quelques Hz, et une amplitude de quelques mm.

La lingotière 1 comporte également un dispositif assurant la lubrification de la surface interne 3 de l'élément tubulaire métallique refroidi 2, par injection sur le
15 pourtour de cette surface d'un liquide lubrifiant, tel que de l'huile, destiné à s'intercaler entre cette surface 3 et la croûte solidifiée 14 du produit 16. Mais contrairement à la pratique habituelle où cette injection a lieu au sommet de l'élément métallique 2 et également dans la partie inférieure de ce même élément, selon l'invention l'injection de liquide lubrifiant n'est effectuée qu'à un niveau unique, éloigné de plus de 20 cm du
20 bord supérieur 8 de l'élément métallique refroidi 2. Cette injection est effectuée par des canaux 18, 19 ménagés dans les parois de l'élément métallique 2, et conduisant le lubrifiant jusqu'à des orifices 20, 21 débouchant sur la surface interne 3 de cet élément 2, de manière à le répartir sur tout le pourtour de la croûte solidifiée 14 du produit 16. Le lubrifiant est lui-même amené dans les canaux 18, 19 par des moyens non
25 représentés connectés aux orifices inférieurs 22, 23 des canaux 18, 19, débouchant sur le bord inférieur 24 de l'élément métallique refroidi 2.

Comme dans les autres installations de coulée continue en charge, il est souhaitable de recouvrir la surface du métal liquide 13 présent dans la lingotière 1 par une poudre de couverture 25 qui n'a pas à assurer un rôle de lubrification de la surface
30 interne 3 de l'élément métallique refroidi 2. Il est donc plus aisé d'optimiser sa composition pour qu'elle joue au mieux ses rôles de protection du métal 13 contre les réoxydations et de piégeage des inclusions non-métalliques.

L'installation de coulée continue classique selon l'invention représentée sur la figure 2 a ses éléments équivalents aux éléments de même nature et de même fonction
35 de l'installation de la figure 1 repérés par les mêmes références. Cette installation se distingue de la précédente en ce que l'élément tubulaire métallique refroidi 2 constitue l'intégralité de la face interne de la lingotière 1. Il n'y a donc plus de rehausse thermoisolante. La surface du métal liquide 15 présent dans la lingotière 1 est

maintenue en-dessous du bord supérieur 8 de l'élément métallique 2, et c'est à son niveau que débute la solidification de la croûte 14 du produit 16. Comme précédemment, selon l'invention la lubrification de la face interne de la lingotière 1 est entièrement assurée par une injection de liquide lubrifiant effectuée à distance du niveau où s'initie la solidification de la croûte 14. Pour que, dans tous les cas d'utilisation de l'installation de coulée, on n'observe pas de craquage excessif du lubrifiant, il faut que cette injection soit effectuée au moins à 20 cm en-dessous de la surface du métal liquide 15. Il faut donc placer le dispositif d'injection de lubrifiant au moins 20 cm en-dessous du niveau le plus bas où est susceptible de débiter la solidification du produit 16. Il faut également injecter le lubrifiant à un débit tel que, compte tenu des autres conditions opératoires, à tout instant une fraction significative du lubrifiant remonte le long des parois de l'élément tubulaire refroidi 2 jusqu'au niveau où débute effectivement la solidification du produit 16.

L'intérêt essentiel d'une telle solution technique, en coulée continue classique, est d'autoriser l'utilisation d'une poudre de couverture 25 dont la composition est particulièrement adaptée au piégeage des inclusions et à l'isolation du métal liquide 15 de l'atmosphère, puisqu'elle n'a pas à assurer la lubrification de la lingotière 1. Une telle adaptation conduit au choix d'une poudre 25 présentant à son interface avec le métal liquide 15 une moindre fluidité que celle qui serait nécessaire sur une coulée continue classique traditionnelle.

La figure 3 présente une vue plus détaillée d'un exemple non limitatif de réalisation de l'élément métallique 2 de la lingotière 1, débarrassé de la chemise 7 qui l'entoure lorsqu'il est installé dans la machine de coulée. Cet exemple est adapté à la coulée de produits sidérurgiques de section transversale carrée de 155 mm de côté. Dans cet exemple, on voit que les canaux 18, 18' d'amenée du lubrifiant sont constitués par des rainures longitudinales usinées sur la surface externe 6 de l'élément métallique 2 dans le prolongement de perçages pratiqués dans son bord inférieur 24 qui constituent les orifices inférieurs 22, 22', 23, 23' des canaux 18, 18', 19. Ces canaux 18, 18', 19 débouchent chacun, à leur extrémité supérieure, dans une chambre de distribution 25, 25' constituée par un évidement usiné transversalement au canal 18, 18', 19 correspondant sur la surface externe 6 de l'élément métallique 2, et qui s'étend jusqu'à proximité des arêtes 26, 27, 28 dudit élément 2. Le fond de chacune de ces chambres de distribution 25, 25' est percé d'une multiplicité de petits trous 20, 20', 21 qui débouchent sur la face interne 3 de l'élément métallique 2 et constituent les orifices précités qui amènent le lubrifiant entre l'élément métallique 2 et la croûte solidifiée 14 du produit coulé 16. Les canaux 18, 18', 19 et les chambres de distribution 25, 25', après leur usinage, sont refermés de manière étanche par des couvercles (non représentés) qui sont fixés sur la face externe 6 de l'élément métallique 2, par exemple

grâce à un soudage par faisceau d'électrons. Cette méthode de fixation a l'avantage d'autoriser l'application d'ultrasons à la lingotière 1 sans détérioration de l'étanchéité des liaisons couvercle-élément métallique 2, ce qui ne serait pas possible si cette fixation était réalisée à l'aide de vis. On rappelle que les ultrasons peuvent, de manière connue, contribuer à améliorer la lubrification de la lingotière 1 et accroître l'efficacité de son système de refroidissement.

Préférentiellement, de fines rainures longitudinales 29 sont ménagées sur la face interne 3 de l'élément métallique 2, entre son bord inférieur 24 et les chambres de distribution 25, 25' du lubrifiant, au droit des orifices 20, 20', 21. Ces rainures facilitent l'évacuation des excès de liquide lubrifiant et des gaz résultant de son craquage vers la partie inférieure de la lingotière 2.

A titre d'exemple, les principales caractéristiques dimensionnelles des divers éléments que l'on vient de citer peuvent être:

- longueur de l'élément métallique 2: 700 mm;
- section intérieure de l'élément métallique 2: carré de 155 mm de côté;
- épaisseur de la paroi de l'élément métallique 2: 11 mm;
- largeur des canaux 18, 18', 19 et diamètre de leurs orifices inférieurs 22, 22', 23, 23': 3 mm;
- distances entre les chambres de distribution 25, 25' et les arêtes de l'élément métallique 2: 10 mm;
- diamètre des orifices 20, 20', 21 d'amenée du lubrifiant sur la face interne de l'élément métallique 2: 0,5 mm;
- nombre de ces orifices 20, 20', 21: 28 pour chaque chambre de distribution 25, 25';
- distance entre ces orifices 20, 20', 21 et le bord supérieur 8 de l'élément métallique 2: 350 mm;
- dimensions des rainures longitudinales 29 d'évacuation du lubrifiant vers le bas de l'élément métallique 2: largeur 0,5 mm, profondeur 1 mm.

Comme on l'a dit, l'invention est fondée sur la constatation que sous l'effet des oscillations de la lingotière 1, une partie du liquide lubrifiant a la possibilité de remonter le long des parois de l'élément tubulaire métallique 2 sur une hauteur qui peut être relativement importante. Il est donc possible de réaliser la lubrification de l'ensemble de la hauteur de l'élément tubulaire refroidi 2 de la lingotière 1 à l'aide d'une injection de lubrifiant effectuée à un niveau unique, si son débit est suffisant compte tenu des autres conditions opératoires. Il faut, à cet effet, situer le niveau de l'injection de liquide lubrifiant en un lieu adapté, c'est à dire:

- suffisamment éloigné de l'extrémité supérieure 8 de l'élément refroidi 2, où s'initie la solidification de la croûte 14, afin d'éliminer les risques d'un craquage important du lubrifiant, que l'invention vise précisément à éviter;

5 - mais aussi suffisamment proche de cette même extrémité pour qu'une quantité adéquate de lubrifiant puisse y parvenir, compte tenu des autres conditions opératoires.

Les paramètres à prendre en compte pour la détermination du lieu optimal d'injection du lubrifiant dans une lingotière de format donné sont essentiellement la vitesse de coulée du produit 16, l'amplitude et la fréquence des oscillations de la
10 lingotière 1 et le débit de lubrifiant injecté. Toutes choses étant égales par ailleurs, le lubrifiant remonte le long de l'élément métallique 2 sur une hauteur d'autant plus importante que son débit est élevé et que la vitesse de coulée est faible. La lingotière 1 doit donc être conçue pour que, rien qu'en jouant sur le débit de lubrifiant, il soit possible d'obtenir une lubrification correcte de l'ensemble de la lingotière 1 pour toutes
15 les conditions opératoires dans lesquelles elle est susceptible d'être utilisée.

On pourrait penser à injecter le lubrifiant à une distance relativement proche du lieu où s'initie la solidification du produit 16 (inférieure à 20 cm), et à n'en injecter qu'une quantité réduite pour éviter que les phénomènes de craquage prennent une ampleur excessive. Mais cette quantité de lubrifiant ne serait plus suffisante pour
20 assurer dans tous les cas d'utilisation une lubrification satisfaisante de l'ensemble de la partie basse de la lingotière 1. Il faudrait alors également injecter du lubrifiant à un deuxième niveau situé dans cette partie basse, ce qui enlèverait une grande partie de son intérêt à la solution préconisée.

Dans la pratique, pour la lingotière précédemment décrite de section carrée de
25 155 mm de côté utilisée sur une coulée continue en charge, on a constaté que, pour une vitesse de coulée du produit de 1,5 m/min, des oscillations de fréquence 3 Hz et d'amplitude 2,5 mm, si les orifices 20, 20', 21 d'injection du lubrifiant sont placés à 350 mm du bord supérieur 8 de l'élément métallique 2, il faut injecter environ 12,5 cm³ d'huile par minute sur chaque face de la lingotière pour que l'huile puisse remonter
30 jusqu'au niveau souhaité. Un débit d'huile limité à 10 cm³ par minute et par face ne provoquerait, dans ces mêmes conditions, qu'une remontée de l'huile sur une distance de 250 mm, ce qui serait insuffisant pour lubrifier la partie haute de l'élément métallique 2. Mais si on abaisse la vitesse de coulée à 1 m/min, un débit d'huile de 7 cm³ par minute et par face est suffisant pour lubrifier l'ensemble de l'élément métallique 2.

35 Bien entendu; sans sortir de l'esprit de l'invention, il est possible d'imaginer des variantes d'exécution des lingotières qui viennent d'être décrites. En particulier il faut comprendre que les moyens d'amenée du lubrifiant peuvent prendre une forme

différente de celle exemplifiée. D'autre part, il est clair que l'invention peut être appliquée à la coulée continue de tous métaux, et pas seulement à celle de l'acier.

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué sont définies comme suit:

1) Procédé de lubrification d'une lingotière de coulée continue d'un produit métallique du type comportant un élément tubulaire métallique oscillant verticalement énergiquement refroidi, définissant un passage pour le métal coulé, et destiné à provoquer au contact de sa paroi dans ledit passage la solidification dudit produit métallique, selon lequel on effectue une injection d'un lubrifiant à l'état liquide à travers ledit élément tubulaire métallique en direction dudit produit métallique en cours de solidification, caractérisé en ce que ladite injection est effectuée en des points répartis annulairement sur un niveau unique dudit élément tubulaire, ledit niveau étant situé à une distance supérieure à 20 cm du niveau le plus bas où est susceptible de s'initier la solidification dudit produit, et en ce que le débit dudit lubrifiant est suffisant pour provoquer une remontée d'une fraction dudit lubrifiant le long de ladite paroi jusqu'au niveau où s'initie effectivement la solidification dudit produit.

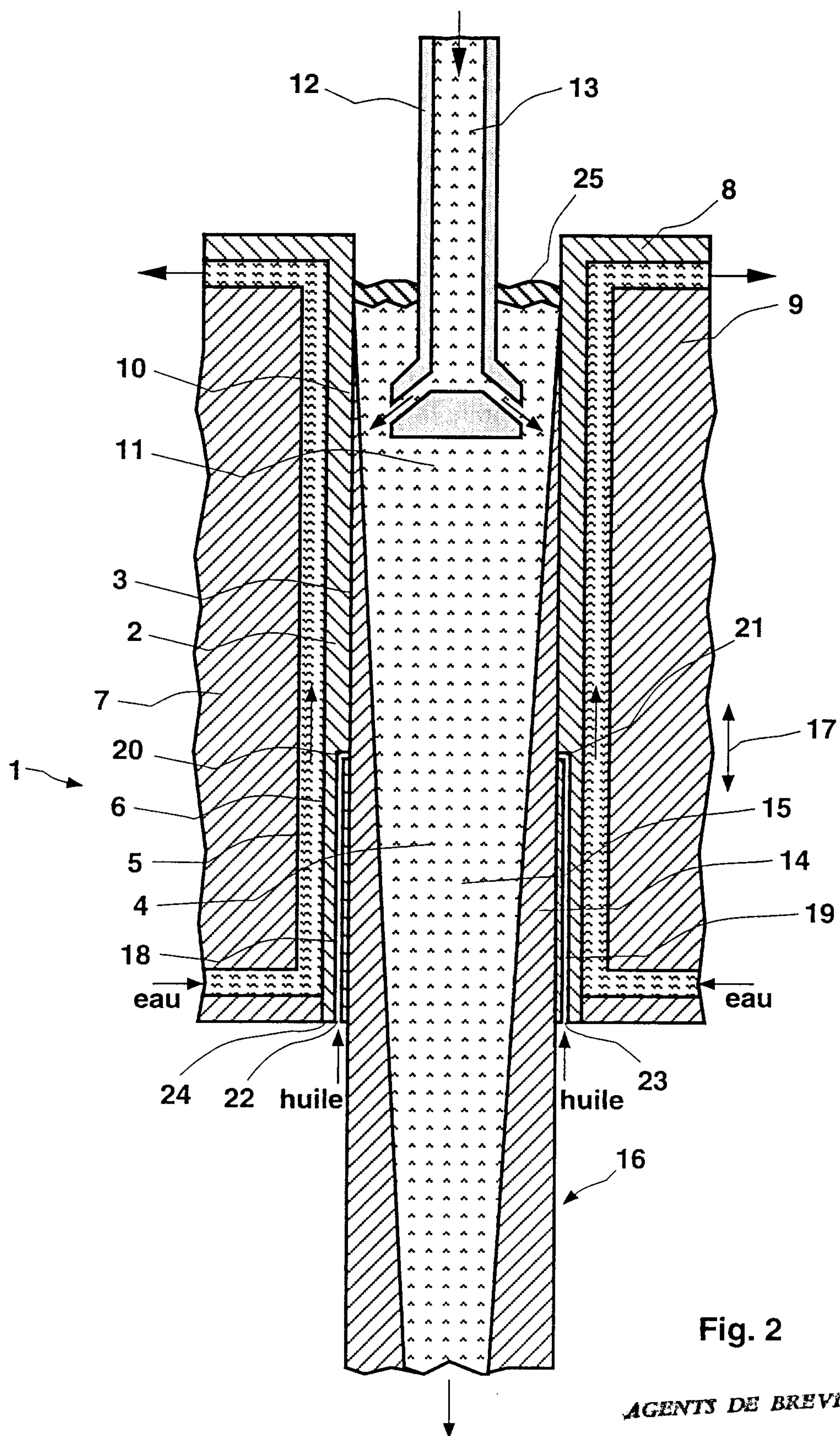
2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite lingotière comporte une rehausse tubulaire en un matériau thermiquement isolant, disposée sur le bord supérieur dudit élément tubulaire métallique refroidi et dans son prolongement, en ce qu'on maintient la surface du métal coulé dans la lingotière à l'intérieur de ladite rehausse, et en ce qu'une fraction dudit lubrifiant remonte jusqu'au bord supérieur dudit élément tubulaire métallique refroidi.

3) Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ledit lubrifiant est de l'huile.

4) Lingotière (1) pour une installation de coulée continue de produits métalliques (16), du type comportant un élément tubulaire métallique (2) énergiquement refroidi, définissant un passage (4) pour le métal coulé, et destiné à provoquer au contact de sa paroi (3) dans ledit passage (4) la solidification dudit produit métallique (16), des moyens pour faire osciller verticalement ladite lingotière (1), et des moyens pour effectuer une injection d'un lubrifiant à l'état liquide à travers ledit élément tubulaire métallique (2) en direction dudit produit métallique (16) en cours de solidification, caractérisée en ce que lesdits moyens sont placés à un niveau unique dudit élément tubulaire métallique (2), ledit niveau étant situé à une distance supérieure à 20 cm du niveau le plus bas où est susceptible de s'initier la solidification dudit produit (16).

5) Lingotière selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comporte une rehausse tubulaire (9) en un matériau thermiquement isolant, disposée sur le bord supérieur (8) dudit élément tubulaire métallique refroidi (2) et dans son prolongement, et en ce que lesdits moyens d'injection d'un lubrifiant à l'état liquide sont situés à au moins 20 cm en-dessous dudit bord supérieur (8).

6) Lingotière selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que lesdits moyens d'injection d'un lubrifiant à l'état liquide comprennent des canaux (18, 18', 19) ménagés dans les parois de l'élément tubulaire métallique (2), et débouchant chacun dans une chambre de distribution (25, 25') percée d'une multiplicité de trous (20, 20')
5 débouchant sur la face interne (3) de l'élément tubulaire métallique (2), et des moyens pour amener ledit lubrifiant dans lesdits canaux (18, 18', 19).



AGENTS DE BREVETS

Awakey Ogilvy Renault

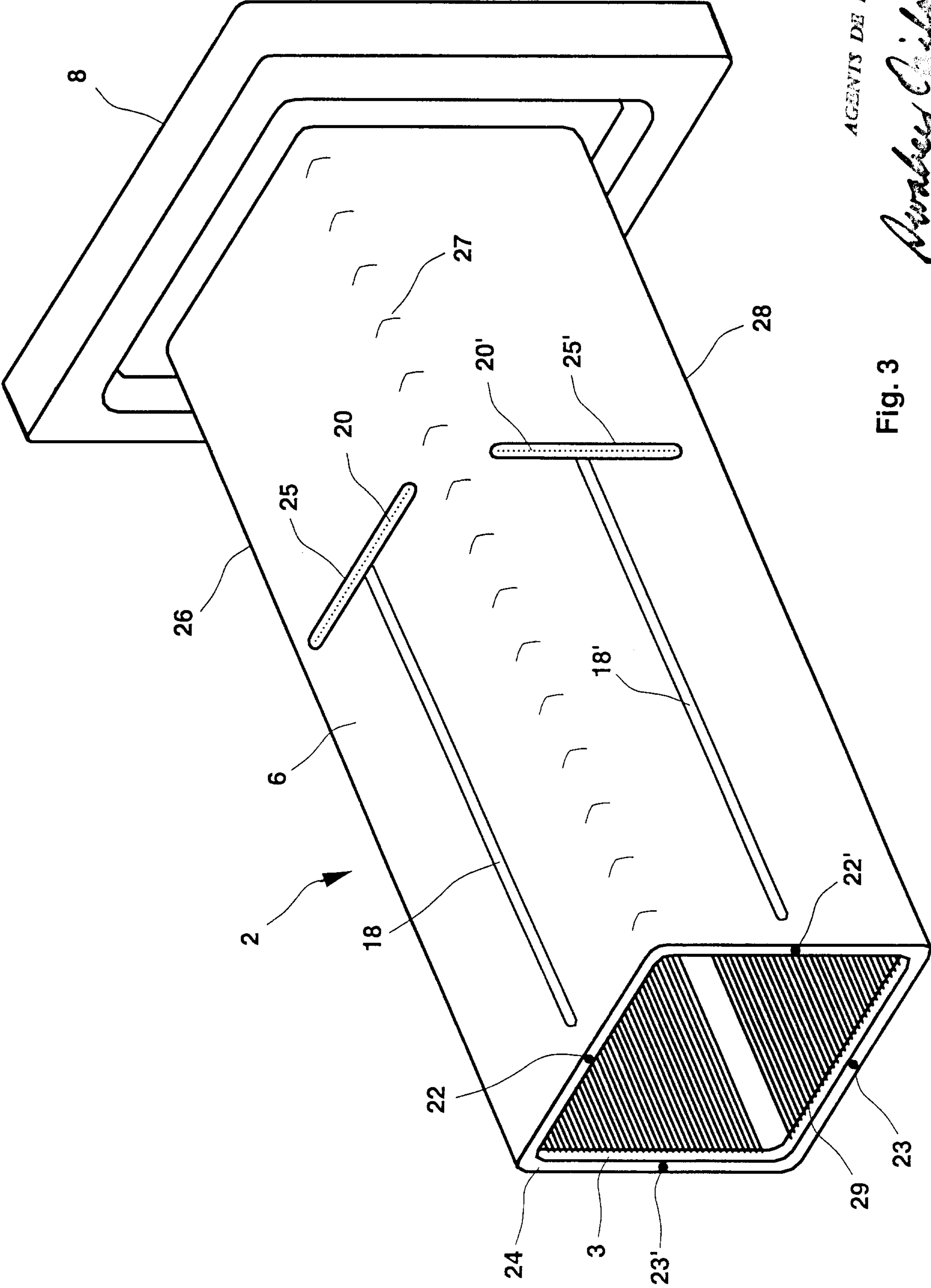


Fig. 3

AGENTS DE BREVETS

Armand Gilly Renault

