



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**31.03.2010 Bulletin 2010/13**

(51) Int Cl.:  
**E04C 2/04 (2006.01)** **E04C 5/16 (2006.01)**  
**E04B 1/76 (2006.01)** **B28B 23/02 (2006.01)**  
**E04G 17/06 (2006.01)** **E04B 2/30 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **09171001.2**

(22) Date de dépôt: **22.09.2009**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL**  
**PT RO SE SI SK SM TR**

(72) Inventeurs:  

- **Jousselin, Jean-Yves**  
**49410 Pouance (FR)**
- **Michel, Régis**  
**85610 Cugand (FR)**

(30) Priorité: **29.09.2008 FR 0805335**

(74) Mandataire: **Larcher, Dominique**  
**Cabinet Vidon**  
**16B, rue de Jouanet**  
**Technopôle Atalante**  
**35703 Rennes Cedex 7 (FR)**

(71) Demandeur:  **Holding Jousselin SAS**  
**49420 Chaze Henry (FR)**

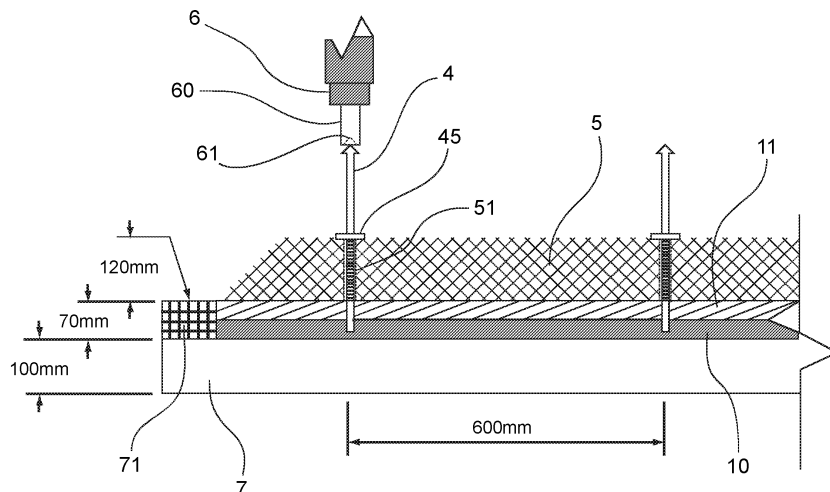
(54) **Procédé de fabrication d'un mur isolé à coffrage intégré comprenant deux peaux béton et des connecteurs, incluant une étape de vibration ultrasonique, ainsi que l'installation correspondante et les connecteurs correspondants**

(57) L'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un mur à coffrage intégré du type comprenant deux peaux béton délimitant entre elles un espace de coulée de béton, lesdites peaux étant reliées entre elles et maintenues écartées l'une de l'autre à l'aide de connecteurs, ledit procédé comprenant les étapes de :

- coulée de béton pour la réalisation d'une première peau béton ;
- plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau béton ;
- séchage de ladite première peau béton ;
- coulée de béton pour la réalisation d'une deuxième peau béton ;

- retournement de ladite première peau de façon à orienter lesdits connecteurs vers le bas ;
- plantage de l'autre extrémité, dite deuxième extrémité, desdits connecteurs dans ladite deuxième peau béton ;
- séchage de ladite deuxième peau béton,

**caractérisé en ce qu'il** comprend, consécutivement à ladite étape de mise en place desdits connecteurs dans ladite première peau béton, une phase de transmission d'ultrasons dans ledit béton par l'intermédiaire desdits connecteurs en vue d'entraîner une mise en vibrations dudit béton au voisinage de la première extrémité desdits connecteurs.



**Fig. 2**

## Description

**[0001]** Le domaine de l'invention concerne les techniques de construction. Plus précisément, l'invention concerne une technique de fabrication d'éléments de construction comprenant un mur partiellement préfabriqué en usine associant trois matériaux : des connecteurs en matériau composite liant deux peaux de béton armé, la peau extérieure pouvant être recouverte d'un matériau isolant. L'espace central est complété par un béton coulé sur chantier. Cet ensemble étant désigné par les termes « mur à coffrage intégré isolant ».

**[0002]** Dans le domaine de l'invention, on connaît notamment deux types d'éléments de construction :

- les murs « sandwich » ;
- les murs à coffrage intégré désignés par la suite par « MCI ».

**[0003]** Les murs « sandwich » sont des éléments constitués essentiellement de deux peaux bétons entre lesquelles une plaque en matériau isolant est placée. Les peaux sont plaquées contre la plaque isolante.

**[0004]** Un mur « sandwich » est fabriqué de la façon suivante :

- on coule une première peau de béton sur un plateau coffrant ;
- on met en place l'isolant que l'on fixe au béton frais à l'aide de punaises plastiques ;
- on vient ensuite positionner les armatures de la seconde peau avant de couler la seconde peau de béton sur l'isolant ;
- la finition de cette seconde peau béton est finie par talochage.

**[0005]** La technique des murs « sandwich » présente plusieurs inconvénients parmi lesquels :

- ils ne sont pas auto-stables : il est en effet nécessaire de prévoir, au moment de la construction, un assemblage mécanique ;
- de par les joints d'assemblage, ils ne sont pas étanches à l'air et à l'eau : il est nécessaire de prévoir des appareillages complémentaires de joints rigides ou souples pour assurer leur étanchéité ;
- ils ne permettent pas d'optimiser le transport, du fait des tonnages importants qu'ils représentent ;
- ils ne répondent pas actuellement aux attentes des professionnels du domaine de la construction en matière de mise en oeuvre de béton architectonique ;
- les connecteurs de liaison pour la plupart en inox, sont conducteurs thermiques ; de plus, ils n'apportent pas les garanties mécaniques de résistance attendues du fait de leur pose effectuée manuellement ;
- les connecteurs n'apportent pas une garantie d'enrobage de leur extrémité dans le béton : en effet, ils

sont posés en aveugle au travers de l'isolant préconisé (polystyrène extrudé) et on ne s'entoure que d'une règle de préconisation (mouvement manuel) pour assurer l'enrobage. De plus, le perçage de la plaque isolante (pour le passage des connecteurs) n'est pas optimisé pour assurer une étanchéité une fois les connecteurs complètement enfoncés dans l'isolant.

**[0006]** Les murs à coffrage intégré (MCI) sont des éléments de construction constitués de deux peaux en béton liées l'une à l'autre et maintenues écartées l'une de l'autre par des écarteurs aciers dit "raidisseur", traditionnellement métalliques. Les deux peaux ménagent donc entre elles un espace pour couler du béton, cette opération étant effectuée une fois le mur à coffrage intégré installé sur site.

**[0007]** Le principe de fabrication des MCI est le suivant.

**[0008]** Les MCI sont fabriqués à l'aide d'un carroussel de base comprenant des plateaux coffrant (ou « palettes ») qui se déplacent automatiquement devant des postes de travail pour la pose de différents agrégats. Les palettes constituent des moules dans lesquels du béton est coulé pour réaliser les peaux béton. Ainsi, une première peau béton est coulée. Les raidisseurs, généralement en acier, servent à assurer après séchage une liaison mécanique avec la deuxième peau. Pour ce faire, la première peau est séchée, ensuite est soulevée par un système de levage adapté en vue d'être retournée. La deuxième peau béton fraîchement coulée est présentée sous la première peau suspendue avec les raidisseurs présentés de telle sorte que leur extrémité libre soit présentée en regard de la deuxième peau, afin d'en noyer une extrémité dans la deuxième peau. Des entretoises de hauteur assurent entre les deux peaux les hauteurs fonctionnelles nécessaires. Une fois les deux peaux reliées, l'ensemble est envoyé au séchage pour obtenir un ensemble constituant, en d'autres termes, un MCI.

**[0009]** On peut prévoir la mise en place d'un panneau isolant sur l'intérieur de la plaque extérieure afin de proposer un mur isolé à coffrage intégré. Le principe de fabrication restant le même que pour le mur à coffrage intégré simple sous réserve de remplacement desdits raidisseurs par des connecteurs.

**[0010]** Les MCI présentent de nombreux avantages par rapport aux murs « sandwich », parmi lesquels :

- les MCI sont autoportants ;
- pour une même épaisseur de murs finis, les MCI sont moins lourds à transporter que les murs « sandwich » et permettent donc de réduire les coûts de transport.
- le bétonnage sur site du vide des murs MCI assure l'étanchéité à l'eau, à l'air. Il assure les liaisons mécaniques de murs MCI entre eux et rend donc l'ensemble monolithique.

**[0011]** La liaison mécanique des connecteurs avec les peaux du MCI, ainsi que le maintien de cette liaison mécanique, doivent être assurés de façon optimisée pour garantir la qualité des MCI fabriqués.

**[0012]** Or, en fonction des propriétés du béton (densité, liquidité...) au moment du plantage des connecteurs, l'enrobage de ceux-ci par le béton peut sensiblement varier, au point dans certains cas d'être insuffisant pour assurer une tenue optimale du connecteur dans le béton une fois celui-ci séché. Cette difficulté apparaît en particulier lorsque le béton a été vibré préalablement au plantage des connecteurs : dans la pratique, il est en effet courant de constater que le connecteur n'est que partiellement enrobé, la pénétration du connecteur dans le béton entraînant la formation d'une cavité qui n'est pas comblée par une migration de béton lorsque celui-ci a été vibré.

**[0013]** Comme énoncé ci-dessus, il a récemment été proposé des MCI isolés, dans lesquels une plaque de matériau isolant est mise en place contre l'une des peaux du mur à coffrage intégré, dans l'espace entre les deux peaux.

**[0014]** Cette plaque isolante est rapportée sur la première peau béton, avant plantage des connecteurs. Selon cette technique, on cherche à obtenir, pour la première peau béton, une surface de réception de la plaque isolante présentant la meilleure planéité possible. Une technique pour cela consiste à vibrer mécaniquement le béton de la première peau béton.

**[0015]** Dans ce cas, le problème de la qualité de la liaison entre les connecteurs et le béton de la première peau est accentué par le fait que la mise en place des connecteurs s'effectue « en aveugle », c'est-à-dire au travers de la plaque isolante.

**[0016]** Actuellement, le plantage des connecteurs est effectué manuellement, et il n'est pas possible de garantir, en procédant ainsi, un bon enrobage des connecteurs par le béton de la première peau.

**[0017]** De plus, les canaux permettant le passage des connecteurs dans la plaque isolante sont réalisés avec des techniques engendrant la formation de copeaux de matériaux isolants susceptibles de se déposer sur le béton de la première peau et, par la suite, de nuire à l'esthétique de la peau béton extérieure.

**[0018]** L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

**[0019]** Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer un procédé de fabrication d'un mur à coffrage intégré isolant qui permette d'améliorer l'enrobage des connecteurs dans les peaux béton constituant le mur à coffrage intégré isolant.

**[0020]** L'invention a également pour objectif de fournir un tel procédé qui soit adapté au plantage « en aveugle » des connecteurs dans la première des peaux coulées du MCI, ceci dans le cas de la fabrication d'un MCI isolé selon laquelle une plaque de matériau isolant est mise en place sur la première peau avant plantage des connecteurs.

**[0021]** L'invention a aussi pour objectif de fournir un tel procédé qui, lorsqu'il est appliqué à la fabrication d'un MCI isolé, évite la formation de copeaux de matériaux isolants susceptibles de nuire à la liaison entre la plaque isolante et la première peau et à son esthétique.

**[0022]** Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints à l'aide d'un procédé de fabrication d'un mur à coffrage intégré du type comprenant deux peaux béton délimitant entre elles un espace de coulée de béton, lesdites peaux étant reliées entre elles et maintenues écartées l'une de l'autre à l'aide de connecteurs, ledit procédé comprenant les étapes de :

- coulée de béton pour la réalisation d'une première peau béton ;
- plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau ;
- séchage de ladite première peau ;
- coulée de béton pour la réalisation d'une deuxième peau béton ;
- retournement de ladite première peau de façon à orienter lesdits connecteurs vers le bas ;
- plantage de l'autre extrémité, dite deuxième extrémité, desdits connecteurs dans ladite deuxième peau ;
- séchage de ladite deuxième peau.

**[0023]** Selon l'invention, le procédé comprend, consécutivement à ladite étape de plantage desdits connecteurs dans ladite première peau béton, une phase de transmission d'ultrasons dans ledit béton par l'intermédiaire desdits connecteurs en vue d'entraîner une mise en vibrations dudit béton au voisinage de la première extrémité desdits connecteurs.

**[0024]** Ainsi, grâce à l'invention, on assure une très bonne qualité de maintien des connecteurs dans le béton de la première peau, ceci y compris lorsque le béton présente une densité importante, par exemple après avoir été vibré mécaniquement.

**[0025]** En effet, la transmission d'ultrasons dans le béton, par l'intermédiaire des connecteurs, provoque une mise en vibration du béton au voisinage de la première extrémité des connecteurs de façon particulièrement efficace, ceci se traduisant par une agitation du béton de nature à entraîner un enrobage complet de la partie des connecteurs noyés dans le béton.

**[0026]** En d'autres termes, la cavité classiquement engendrée par la pénétration des connecteurs dans le béton densifié, autour de l'extrémité des connecteurs, est comblée par une migration du béton en direction des connecteurs, ceci sous l'effet des vibrations engendrées par les ultrasons.

**[0027]** Le résultat obtenu grâce à la technique selon l'invention s'avère particulièrement intéressant dans le cas d'une mise en place des connecteurs « en aveugle », par exemple lorsqu'ils sont introduits dans le béton de la première peau en passant au travers d'une plaque de matériau isolant apportée au préalable sur le béton fraî-

chement coulé de la première peau.

**[0028]** Selon une solution avantageuse, ladite phase de transmission d'ultrasons est réalisée par mise en contact d'un outil de transmission d'ultrasons avec lesdites deuxièmes extrémités desdits connecteurs.

**[0029]** Ainsi, avant séchage du béton de la première peau et avant plantage de la deuxième extrémité des connecteurs dans la deuxième peau, on met à profit le fait que la deuxième extrémité des connecteurs est librement et facilement accessible pour transmettre des ultrasons jusqu'à la première extrémité noyée des connecteurs, le point d'entrée des ultrasons étant constitué par la deuxième extrémité des connecteurs.

**[0030]** Dans ce cas, ledit outil est déplacé de connecteur en connecteur.

**[0031]** En procédant ainsi, il est possible de mettre en oeuvre un seul outil de transmission d'ultrasons. On évite donc d'augmenter le coût de l'installation correspondante, ce qui serait le cas dans un procédé prévoyant l'application simultanée d'ultrasons à plusieurs connecteurs, voire à tous les connecteurs.

**[0032]** Selon un mode de réalisation préférentiel, le procédé comprend une étape de mise en place d'une plaque isolante préalablement au plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau, ladite plaque isolante étant positionnée de façon à être traversée par lesdits connecteurs.

**[0033]** Le procédé selon l'invention permet donc la fabrication de MCI isolés de qualité supérieure à ceux obtenus avec les techniques antérieures, malgré les contraintes inhérentes à la présence de la plaque isolante, s'agissant notamment :

- la densité du béton de la première peau béton : pour garantir une planéité satisfaisante de la surface de la première peau béton recevant la plaque isolante, le béton de la première peau est vibré mécaniquement préalablement à la mise en place des connecteurs, ce qui tend à engendrer le phénomène d'apparition de cavités autour de l'extrémité noyée des connecteurs tel que mentionné précédemment (ce phénomène étant compensé par la transmission d'ultrasons, avec un procédé selon l'invention, qui provoque l'enrobage des extrémités noyées des connecteurs en faisant disparaître cette cavité) ;
- la mise en place « en aveugle » des connecteurs au travers de la plaque isolante.

**[0034]** Dans ce cas, le procédé comprend également une étape de perçage d'orifices dans ladite plaque isolante formant des passages pour lesdits connecteurs, ladite étape de perçage étant préférentiellement réalisée à l'aide d'un outillage à ultrasons.

**[0035]** Une telle technique de perçage permet la réalisation d'orifices dans la plaque isolante sans enlèvement de matière, et par conséquent sans risque d'engendrer la formation de particules ou de copeaux susceptibles de se déposer sur le béton de la première peau

béton lors de la mise en place de la plaque isolante sur cette première peau. On évite donc que de telles particules s'intercalent entre la plaque isolante et la première peau, au risque de dégrader la qualité de contact entre la plaque isolante et la première peau ainsi que son aspect esthétique.

**[0036]** Ceci est permis par la technique de perçage à ultrasons selon laquelle les matériaux isolants classiquement utilisés (tel le polystyrène ou le polyuréthane) se rétractent sur eux-mêmes lors de la pénétration de l'outillage à ultrasons dans la plaque isolante.

**[0037]** Préférentiellement, le béton de ladite première peau est vibré mécaniquement avant ladite mise en place de ladite plaque isolante.

**[0038]** Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le procédé comprend une étape de mise en place d'armatures dans lesdites peaux accompagnée d'une étape de mémorisation des emplacements desdites armatures dans lesdites peaux, ladite étape de perçage étant avantageusement réalisée de façon à positionner lesdits orifices en fonction des emplacements desdites armatures.

**[0039]** De cette façon, on évite de mettre en place les connecteurs en les positionnant de façon hasardeuse, au risque que les connecteurs entrent en collision avec les armatures noyées dans les peaux, interdisant alors leur pénétration jusqu'à une profondeur souhaitée.

**[0040]** L'invention concerne également une installation pour la mise en oeuvre du procédé tel que décrit précédemment, comprenant :

- un poste de coulée de béton pour la réalisation d'une première peau ;
- un poste de plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau béton ;
- un poste de séchage de ladite première peau béton ;
- un poste de coulée de béton pour la réalisation d'une deuxième peau béton ;
- un poste de retournement de ladite première peau béton de façon à orienter lesdits connecteurs vers le bas ;
- un poste de plantage de l'autre extrémité, dite deuxième extrémité, desdits connecteurs dans ladite deuxième peau béton ;
- un poste de séchage de ladite deuxième peau béton ;
- des moyens de transmission d'ultrasons dans ledit béton de ladite première peau par l'intermédiaire desdits connecteurs en vue d'entraîner une mise en vibrations dudit béton au voisinage de la première extrémité desdits connecteurs.

**[0041]** L'invention concerne aussi un connecteur pour la mise en oeuvre du procédé tel que décrit précédemment, le connecteur étant réalisé en matériaux de résine de synthèse renforcés en fibres de verre orientées longitudinalement.

**[0042]** Un tel connecteur est ainsi particulièrement

adapté à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, son renforcement en fibres de verre orientées longitudinalement favorisant la transmission d'ultrasons d'une extrémité à l'autre du connecteur.

**[0043]** Selon une autre caractéristique avantageuse, le connecteur présente une surface extérieure striée, avec des stries perpendiculaires à l'axe longitudinal dudit connecteur.

**[0044]** De telles stries contribuent à la bonne adhérence du connecteur dans le béton des peaux du MCI, ces stries formant sur la surface extérieure du connecteur une force d'opposition au retrait du connecteur à partir du béton.

**[0045]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel de l'invention, donné à titre d'exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une représentation sous forme d'un organigramme d'un procédé de fabrication d'un MCI selon l'invention ;
- la figure 2 est une représentation schématique d'une étape de fabrication d'un MCI selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue en coupe d'un MCI fabriqué selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue d'un connecteur pour la mise en oeuvre d'un procédé de fabrication d'un MCI selon l'invention ;
- la figure 5 est une représentation schématique partielle d'une installation de fabrication d'un MCI selon un mode de réalisation de l'invention.

**[0046]** En référence à la figure 1, on décrit un procédé de fabrication d'un mur à coffrage intégré isolant (MCI) selon l'invention.

**[0047]** Un MCI est un élément de construction du type de celui décrit par la figure 3.

**[0048]** Tel qu'illustré par cette figure, un MCI comprend :

- une première peau 1 ;
- une deuxième peau 2 ;
- un connecteur 4 (figure 4), reliant les peaux 1 et 2 et maintenant celles-ci écartées l'une de l'autre.

**[0049]** Le MCI de la figure 3 est illustré selon une coupe transversale verticale.

**[0050]** Le MCI peut être isolé. Dans ce cas, il comprend une plaque isolante 5, rapportée entre les peaux 1 et 2, et plaquée contre l'une des peaux (ici contre la première peau 1).

**[0051]** En outre, un MCI présente un espace 3 délimitant un volume de coulée destiné à être comblé par du béton une fois le MCI installé sur le chantier.

**[0052]** Tel qu'illustré par la figure 1, un procédé de fabrication selon l'invention d'un MCI comprend les étapes suivantes :

- une étape A au cours de laquelle du béton est coulé dans un plateau coffrant en vue de réaliser la première peau du MCI ;
- une étape B au cours de laquelle les connecteurs sont plantés dans le béton encore frais de la première peau, une première extrémité des connecteurs étant ainsi noyée dans le béton de la première peau, tandis que la deuxième extrémité des connecteurs fait saillie à l'extérieur du béton de la première peau (l'axe longitudinal des connecteurs s'étendant perpendiculairement au plan de la première peau) ;
- une étape D de séchage de la première peau (à l'issue de laquelle le béton de la première peau est donc sec, avec les connecteurs solidarisés à la première peau) ;
- une étape E de retournement de la première plaque de façon à orienter la deuxième extrémité (noyée dans le béton de la première peau) des connecteurs vers le bas ;
- une étape F au cours de laquelle du béton est coulé dans un plateau coffrant en vue de réaliser la deuxième peau du MCI ;
- une étape G de plantage de la deuxième extrémité des connecteurs dans la deuxième peau ;
- une étape H de séchage de la deuxième peau, à l'issue de laquelle le béton de la deuxième peau est sec, la deuxième extrémité des connecteurs étant par conséquent solidarisée à la deuxième peau.

**[0053]** Selon le principe de l'invention, le procédé comprend en outre une étape C consistant en une phase de transmission d'ultrasons dans le béton de la première peau, ceci par l'intermédiaire des connecteurs, en vue d'entraîner une mise en vibration du béton encore frais de la première peau, au voisinage de l'extrémité des connecteurs noyés dans le béton de la première peau.

**[0054]** Bien entendu, cette phase de transmission d'ultrasons est réalisée consécutivement à l'étape de plantage des connecteurs dans la première peau.

**[0055]** En référence à la figure 2, la transmission d'ultrasons par l'intermédiaire des connecteurs est réalisée à l'aide d'un outil 6, en l'occurrence une tête de production ultrasonique, mise en contact avec les extrémités des connecteurs opposée à celle noyée dans le béton de la première peau.

**[0056]** Cet outil 6 est porté par un robot trois axes numérisés, qui déplace l'outil 6 de connecteur en connecteur.

**[0057]** On note que l'extrémité des connecteurs avec lesquels l'outil 6 est amené en contact, présente une forme pointue ou conique. Parallèlement, l'outil 6 présente une interface de contact 60 présentant à son extrémité une cavité également de forme conique (avec un angle de cône de 45°). Parallèlement, une carbonisation superficielle de la résine du connecteur permet d'assurer le contact entre les fibres de verres et l'interface de contact.

**[0058]** La transmission d'ultrasons est réalisée dans

les conditions suivantes :

- l'outil de transmission des ultrasons a une forme creuse et conique à 45° pour assurer un contact avec une des extrémités du connecteurs sans obligation d'un contact plane qui obligerait à une perpendicularité d'une pièce relativement à l'autre. Le temps de carbonisation n'est pas inférieur à 3 secondes.

**[0059]** Les ultrasons sont appliqués sur chaque connecteur pendant une durée de 3 à 5 secondes.

**[0060]** Selon une variante avantageuse, le procédé comprend en outre une étape A2 de mise en place d'une plaque isolante, réalisée de telle sorte que cette plaque isolante soit plaquée sur le béton encore frais de la première peau.

**[0061]** Préalablement à la mise en place de la plaque isolante sur la première peau béton, cette dernière est vibrée mécaniquement (étape A1), ceci par une mise en vibration (de façon connue en soi par l'homme du métier) des plateaux coffrants constitués par une palette 7 et des rives de coffrage 71 (figure 2).

**[0062]** On note que la mise en place du panneau isolant est réalisée préalablement au plantage des connecteurs dans la première peau béton, du panneau isolant étant par conséquent positionnée de façon à être traversée par les connecteurs.

**[0063]** Préférentiellement, le procédé comprend également une étape de perçage d'orifices dans le panneau isolant, chacun de ces orifices étant destiné à former un passage pour un connecteur.

**[0064]** Selon une solution avantageuse, l'étape de perçage du panneau isolant est réalisée à l'aide d'un outillage à ultrasons embarqué sur un robot trois axes numérisés. La désintégration du matériau isolant (préférentiellement du polystyrène ou famille de proquits équivalents) au diamètre voulu se fait ainsi sans déchets polluants, et la précision de l'ordre du demi millimètre est alors garantie aussi bien dans les fonctions d'étanchéité que pour obtenir un positionnement anti-collision au moment du retournement de la palette.

**[0065]** Bien entendu, l'intégration du robot trois axes embarquant la technologie ultrasonique est conçu de façon à prendre en compte une intégration aérienne des flux pour permettre une logistique de transfert au poste de travail sans risque de détérioration du produit en cours de fabrication.

**[0066]** A titre indicatif, la plaque isolante présente une épaisseur de 100 à 200 mm et est réalisée en polystyrène ou polyuréthane expansé présentant une densité comprise entre 20 et 60 kg/m<sup>3</sup>.

**[0067]** Préférentiellement, la première peau est réalisée de façon à présenter une épaisseur de 5 à 7 cm, et est coulée en deux étapes sur une palette préalablement enduite sur toute sa surface avec une huile de décoffrage. La première coulée est effectuée avec un béton de couleur 10. Cette première peau est ensuite vibrée mécaniquement. Puis des armatures acier sont déposées

sur cette peau. Une deuxième étape de coulée est ensuite réalisée avec un béton gris auto-plaçant 11.

**[0068]** Selon une autre caractéristique du procédé de fabrication selon l'invention, l'étape de mise en place des armatures acier dans la première peau (ainsi que dans la deuxième peau) est accompagnée d'un repérage spatial de la position des armatures dans la peau, et les coordonnées représentatives de la position des armatures sont transmises à un poste informatique qui mémorise lesdites positions.

**[0069]** Parallèlement, l'étape de perçage de la plaque isolante est réalisée en fonction et par la prise en compte des positions repérées et mémorisées par l'outil informatique, de telle sorte qu'il soit évité de réaliser un perçage susceptible de déboucher au niveau d'une position occupée par les armatures.

**[0070]** L'invention concerne également une installation pour la mise en oeuvre du procédé qui vient d'être décrit. Une telle installation comprend :

- un poste de coulée de béton pour la réalisation d'une première peau ;
- un poste de plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau ;
- un poste de séchage de ladite première peau ;
- un poste de coulée de béton pour la réalisation d'une deuxième peau ;
- un poste de retournement de ladite première peau de façon à orienter lesdits connecteurs vers le bas ;
- un poste de plantage de l'autre extrémité, dite deuxième extrémité, desdits connecteurs dans ladite deuxième peau ;
- un poste de séchage de ladite deuxième peau béton,
- des moyens de transmission d'ultrasons dans ledit béton de ladite première peau béton par l'intermédiaire desdits connecteurs en vue d'entraîner une mise en vibrations dudit béton au voisinage de la première extrémité desdits connecteurs.

**[0071]** En référence à la figure 5, on décrit une partie d'une installation pour la fabrication d'un MCI selon un mode de réalisation dans lequel le MCI est isolé.

**[0072]** La partie de l'installation décrite correspond aux phases de préparation des panneaux isolants, de mise en place des panneaux isolants sur des premières peaux des MCI, de mise en place des connecteurs et de transmission d'ultrasons dans le béton de la première peau une fois les connecteurs en place.

**[0073]** Selon une solution avantageuse du présent mode de réalisation, cette partie de l'installation comprend :

- une partie haute H dans laquelle s'étendent les moyens pour la préparation des panneaux isolants ;
- une partie basse B, séparée de la partie haute H par un plancher P, et dans laquelle sont réalisées les phases de mise en place de panneaux isolants sur les premières peaux des MCI, de mise en place des

connecteurs et de mise en vibration par ultrasons du béton de la première peau une fois les connecteurs en place.

**[0074]** Dans la partie haute H de l'installation, on prévoit la mise en oeuvre :

- d'un stock de panneaux isolants 5 ;
- d'un poste 51 de découpe à commande numérique au format souhaité des panneaux isolants, les panneaux 5 étant transférés vers ce poste 51 par un opérateur ;
- d'un robot 52 de perçage sans copeaux des panneaux isolants 5, ceci à l'aide d'un outillage à ultrasons.

**[0075]** Les panneaux découpés et percés sont ensuite transférés vers un poste de descente 53, à partir duquel les panneaux sont acheminés vers la partie basse B de l'installation, ceci par l'intermédiaire d'un transbordeur suspendu 54.

**[0076]** En partie basse B de l'installation, les panneaux 5 découpés et percés sont déposés sur la première peau béton des MCI, cette première peau étant acheminée en regard du transbordeur suspendu par l'intermédiaire de palettes 7, ceci en vue d'être dirigés vers un poste 8 de plantage d'une première extrémité des connecteurs dans la première peau des MCI.

**[0077]** A ce poste 8, un opérateur est chargé de la pose des panneaux isolants percés et de la pose des connecteurs (un stock 46 de connecteurs étant prévu au voisinage du poste 8).

**[0078]** Une fois cette opération réalisée, les panneaux sont déplacés vers un poste 9.

**[0079]** A ce poste, un opérateur est chargé de l'opération de transmission de vibrations ultrasonores dans la première peau du MCI, ceci par l'intermédiaire des extrémités libres des connecteurs.

**[0080]** Pour ce faire, l'opérateur manipule un outil 6 de production ultrasonique relié à un générateur de vibrations ultrasonores 62. On note que, selon une variante envisageable, l'outil 6 peut être porté par un robot trois axes numérisé qui déplace l'outil de connecteurs en connecteurs.

**[0081]** Une fois cette opération réalisée, les palettes 7 transportant la première peau, le panneau isolant et les connecteurs, sont acheminées vers un poste de séchage, puis un poste de retournement de façon à orienter le connecteur vers le bas.

**[0082]** En parallèle, la deuxième peau est coulée, puis acheminée vers un poste au niveau duquel l'extrémité libre des connecteurs (désignée précédemment par « deuxième extrémité », par opposition à la première extrémité dans la première peau) est plantée dans la deuxième peau. L'ensemble est ensuite acheminé vers un poste de séchage de la deuxième peau.

**[0083]** Un connecteur pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est maintenant décrit en référence

à la figure 4.

**[0084]** Un tel connecteur est réalisé en un mélange de fibre de verre et de résine isophthalique, par pultrusion.

**[0085]** Tel qu'illustré par la figure 4, un tel connecteur comprend un corps principal 4 présentant (à titre indicatif un diamètre de 15,8 mm), présentant à chacune de ses extrémités :

- une pointe conique 41 ;
- une portion tronconique 42 s'étendant à partir de la pointe conique 41, avec un diamètre décroissant à partir de la pointe conique 41 ;
- une deuxième portion tronconique 43 s'étendant à partir de la première portion tronconique 42 avec un diamètre croissant jusqu'à rejoindre le diamètre du corps 44.

**[0086]** Un tel connecteur présente, grâce à la pointe conique 41, un bon pouvoir de pénétration dans le béton. De plus, les portions tronconiques 42, 43, de par leur conicité inverse, ménagent aux extrémités du connecteur une cavité appelée "queue d'aronde" qui, une fois enrobée par le béton, favorise le maintien du connecteur dans le béton.

**[0087]** De plus, le connecteur présente une surface extérieure striée avec des stries 441 orientées perpendiculairement à l'axe longitudinal du connecteur.

**[0088]** Le connecteur 4 présente en outre une bague 45 (présentant à titre indicatif un diamètre de 50 mm et une épaisseur de 3 mm) assurant une obturation de l'orifice correspondant ménagé dans la plaque isolante, limitant ainsi les transferts de laitance. Cette bague 45 garantit en outre la hauteur de positionnement du connecteur dans le béton, la bague 45 venant en appui sur la surface de la plaque isolante (tel qu'illustré par la figure 2).

**[0089]** De plus, une gravure 46 est réalisée sur le corps 44 du connecteur, un seul côté du corps 44 par rapport à la bague 45, ceci en vue de procurer une information sur le sens de pose du connecteur (mis en place manuellement sur la première peau béton).

## Revendications

1. Procédé de fabrication d'un mur à coffrage intégré du type comprenant deux peaux béton délimitant entre elles un espace de coulée de béton, lesdites peaux étant reliées entre elles et maintenues écartées l'une de l'autre à l'aide de connecteurs, ledit procédé comprenant les étapes de :

- coulée de béton pour la réalisation d'une première peau béton ;
- plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau ;
- séchage de ladite première peau béton ;
- coulée de béton pour la réalisation d'une

- deuxième peau béton ;  
 - retournement de ladite première peau de façon à orienter lesdits connecteurs vers le bas ;  
 - plantage de l'autre extrémité, dite deuxième extrémité, desdits connecteurs dans ladite deuxième peau béton ;  
 - séchage de ladite deuxième peau béton,
- caractérisé en ce qu'il** comprend, consécutivement à ladite étape de plantage desdits connecteurs dans ladite première peau béton, une phase de transmission d'ultrasons dans ledit béton par l'intermédiaire desdits connecteurs en vue d'entraîner une mise en vibrations dudit béton au voisinage de la première extrémité desdits connecteurs.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite phase de transmission d'ultrasons est réalisée par mise en contact d'un outil de transmission d'ultrasons avec lesdites deuxième extrémités desdits connecteurs.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel ledit outil est déplacé de connecteur en connecteur.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel une étape de mise en place d'une plaque isolante est réalisée préalablement au plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau, ladite plaque isolante étant positionnée de façon à être traversée par lesdits connecteurs.
5. Procédé selon la revendication 4, comprenant également une étape de perçage d'orifices dans ladite plaque isolante formant des passages pour lesdits connecteurs.
6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel ladite étape de perçage est réalisée à l'aide d'un outillage à ultrasons.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, dans lequel le béton de ladite première peau est vibré mécaniquement avant ladite mise en place de ladite plaque isolante.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant une étape de mise en place d'armatures dans lesdites peaux béton accompagnée d'une étape de mémorisation des emplacements desdites armatures dans lesdites peaux béton.
9. Procédé selon les revendications 5 et 8, **caractérisé en ce que** ladite étape de perçage est réalisée de façon à positionner lesdits orifices en fonction des emplacements desdites armatures.
10. Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant :
- un poste de coulée de béton pour la réalisation d'une première peau béton ;
  - un poste de plantage d'une première extrémité desdits connecteurs dans ladite première peau béton ;
  - un poste de séchage de ladite première peau béton ;
  - un poste de coulée de béton pour la réalisation d'une deuxième peau béton ;
  - un poste de retournement de ladite première peau béton de façon à orienter lesdits connecteurs vers le bas ;
  - un poste de plantage de l'autre extrémité, dite deuxième extrémité, desdits connecteurs dans ladite deuxième peau béton ;
  - un poste de séchage de ladite deuxième peau béton,
  - des moyens de transmission d'ultrasons dans ledit béton de ladite première peau béton par l'intermédiaire desdits connecteurs en vue d'entraîner une mise en vibrations dudit béton au voisinage de la première extrémité desdits connecteurs.
11. Connecteur pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé en matériaux de résine de synthèse renforcés en fibres de verre orientées longitudinalement.
12. Connecteur selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'il** présente une surface extérieure striée, avec des stries perpendiculaires à l'axe longitudinal dudit connecteur.

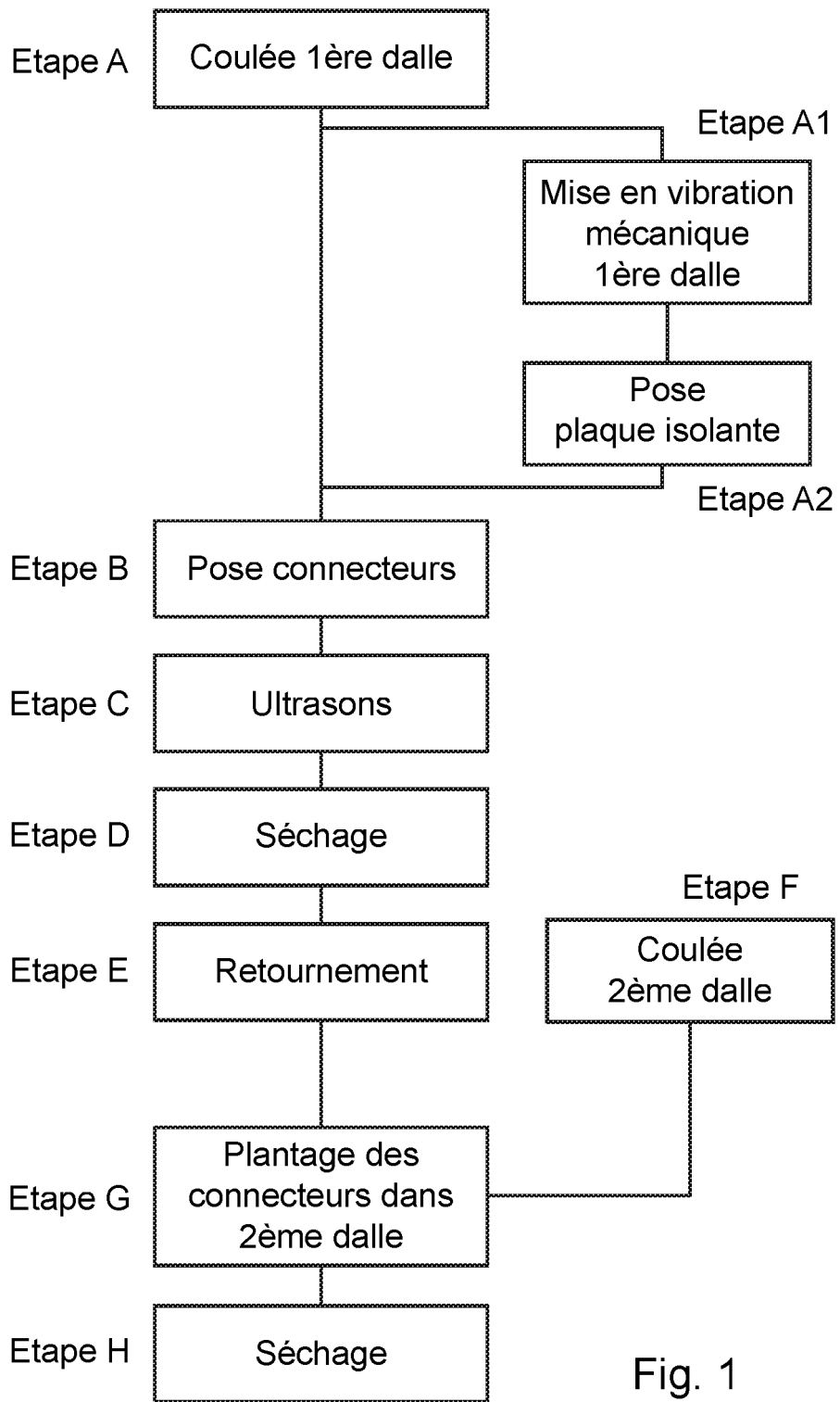


Fig. 1

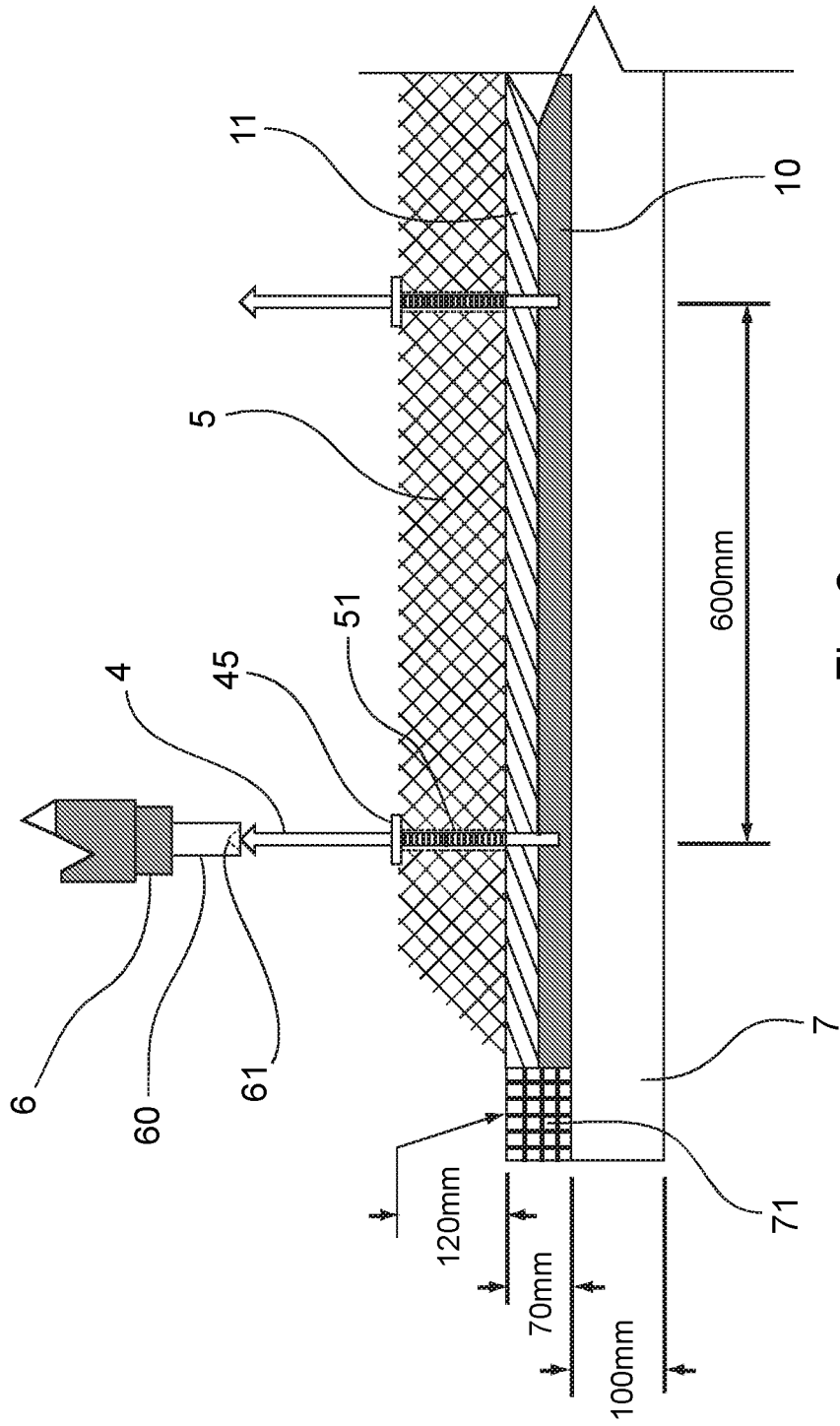


Fig. 2

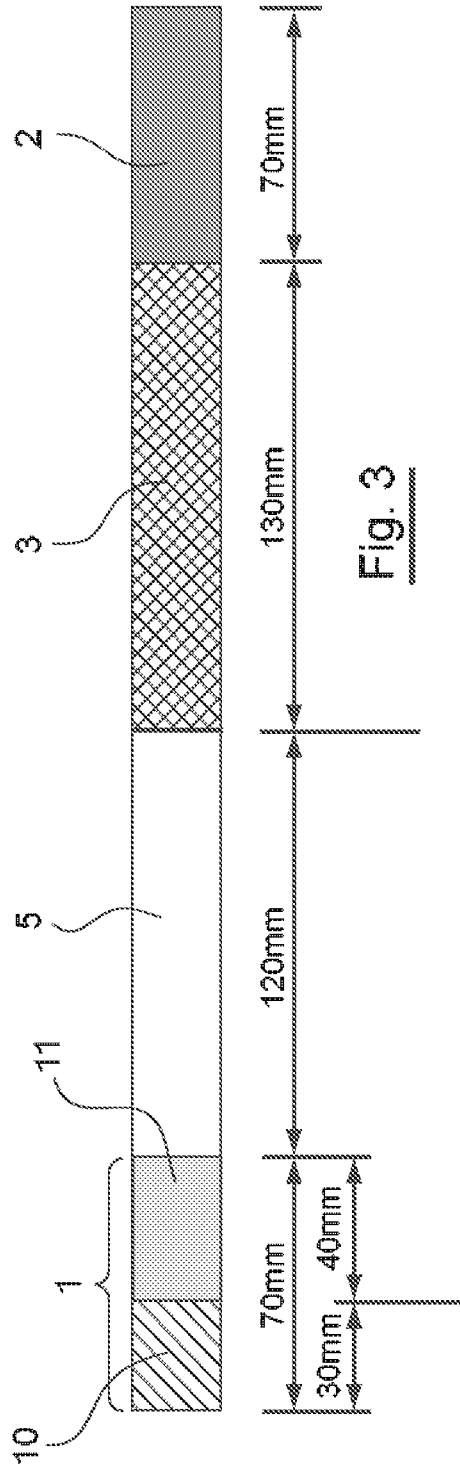


Fig. 3

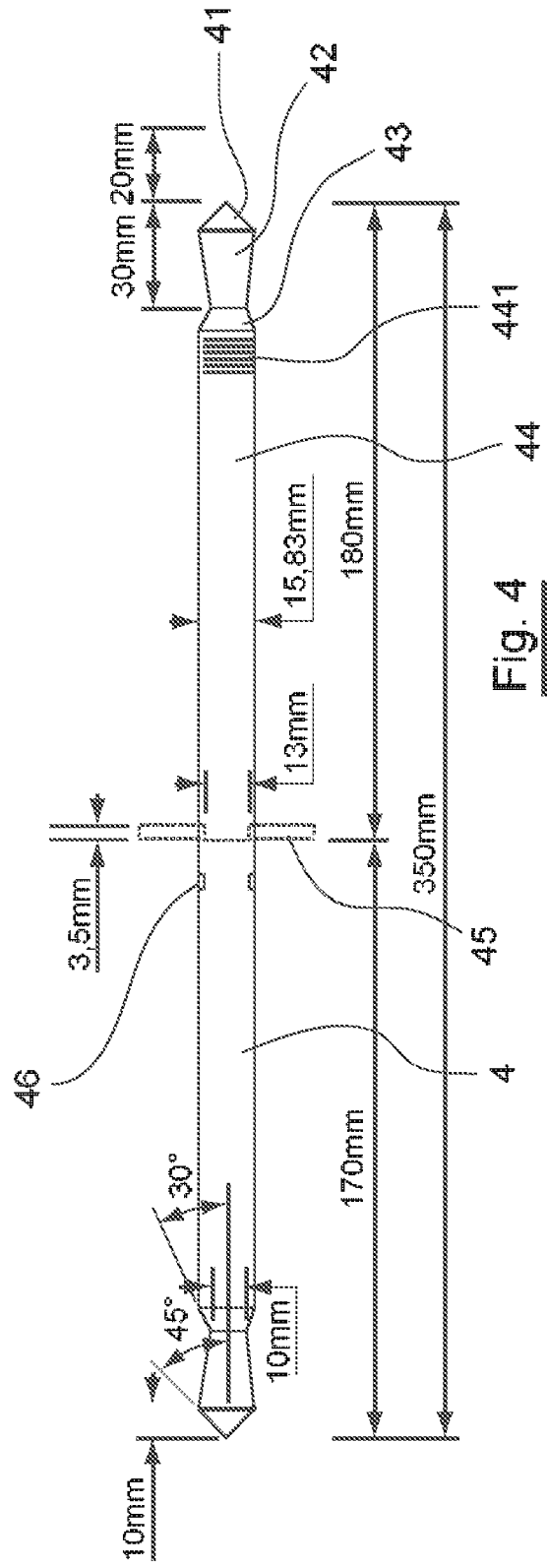


Fig. 4

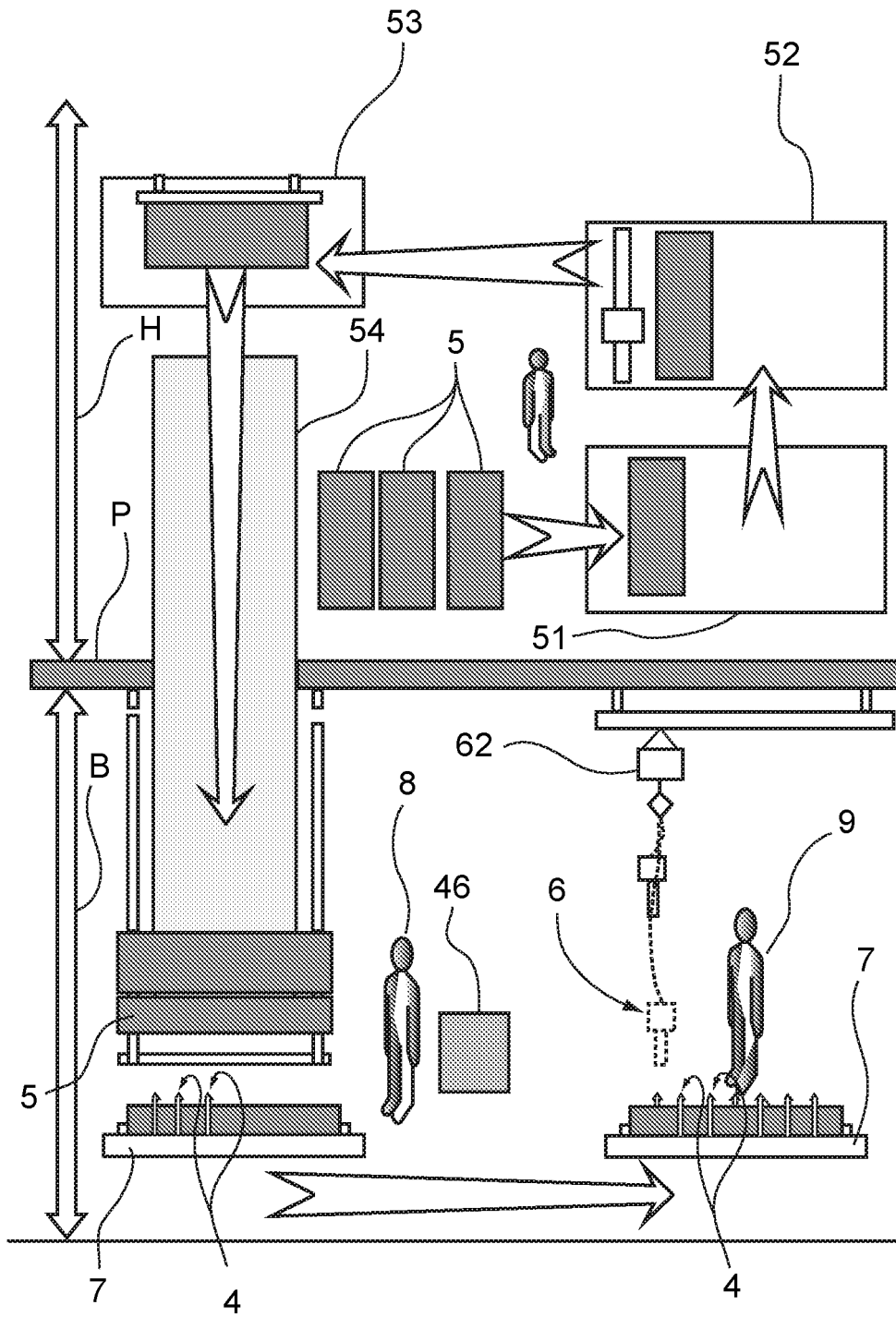


Fig. 5