

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
24 décembre 2020 (24.12.2020)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/254941 A1

(51) Classification internationale des brevets :
E01D 19/12 (2006.01) *E04B 5/10* (2006.01)
E04B 5/04 (2006.01)

(71) Déposant : **GROUPE BRIAND** [FR/FR] ; 29 Avenue Des
Sables Les Herbiers, BP 117, 85501 Les Herbiers Cedex
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2020/055574

(72) Inventeurs : **DAUBET, François** ; c/o Groupe Briand, 29
Avenue Des Sables - Les Herbiers, BP 117, 85501 Les Her-
biers Cedex (FR). **MORISOT, Emmanuel** ; c/o Groupe
Briand, 29 Avenue Des Sables - Les Herbiers, BP 117,
85501 Les Herbiers Cedex (FR). **BOISSEAU, Jean-Mi-
chel** ; c/o Groupe Briand, 29 Avenue Des Sables - Les Her-
biers, BP 117, 85501 Les Herbiers Cedex (FR). **CORRE,
Emmanuel** ; c/o Groupe Briand, 29 Avenue Des Sables -
Les Herbiers, BP 117, 85501 Les Herbiers Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :
15 juin 2020 (15.06.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

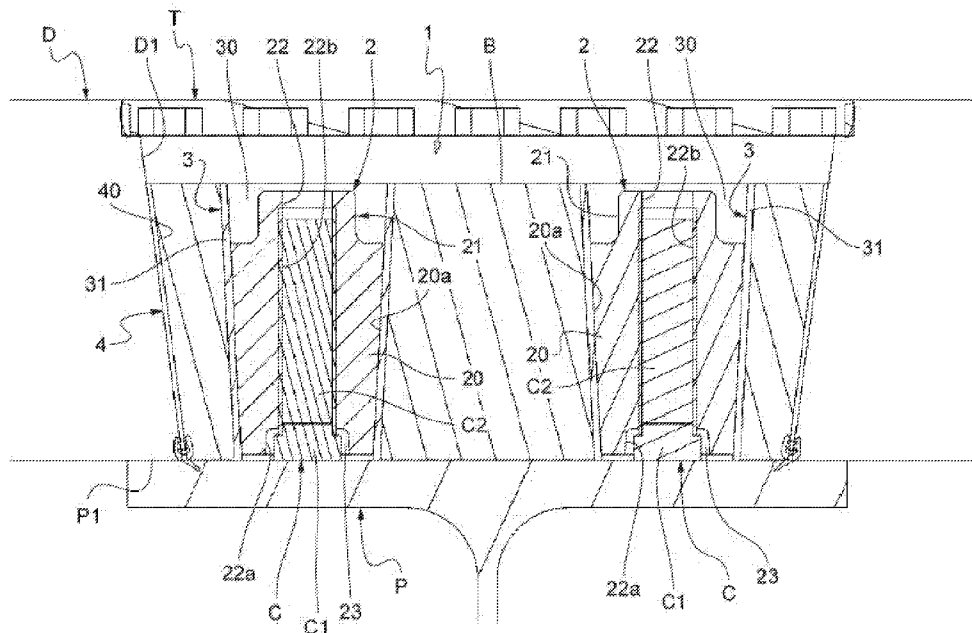
(30) Données relatives à la priorité :
1906564 18 juin 2019 (18.06.2019) FR

(74) Mandataire : **CABINET CHAILLOT** ; 16/20 avenue de
l'Agent Sarre, B.P. 74, 92703 Colombes Cedex (FR).

(54) Title: MECHANICAL CONNECTION SYSTEM FOR COMPOSITE FLOOR, ALLOWING QUICK ASSEMBLY AND DISASSEMBLY OF THE COMPOSITE FLOOR AND REUSE OF THE COMPONENTS OF SAME, AND CORRESPONDING COMPOSITE FLOOR

(54) Titre : SYSTÈME DE CONNEXION MÉCANIQUE POUR PLANCHER MIXTE, PERMETTANT UN MONTAGE ET UN DÉMONTAGE RAPIDES DU PLANCHER MIXTE ET LA RÉUTILISATION DE SES COMPOSANTS, ET PLANCHER MIXTE CORRESPONDANT

[Fig. 7]



(57) Abstract: The invention concerns a mechanical connection system (1) for connecting a concrete slab (D) to a steel beam (P) to which at least one dowel-type connector (C) is attached. The system comprises, for each connector (C), a frustoconical metal nut (2) having a threaded through-hole (22) into which the connector (C) is screwed, a frustoconical metal sleeve (3) assembled to the nut (2) by conical connection and, for each recess (D1) in the slab (D), a metal cage (4) intended to be assembled in contact with the recess (D1). Sealing concrete (B) fills the recess (D1), such that the slab (D) is secured to the beam (P) by keying by the sealing concrete (B)

[Suite sur la page suivante]

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à l'identité de l'inventeur (règle 4.17(i))*

Publiée:

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

and the connection system (1). The invention also concerns a composite floor in which at least one concrete slab (D) is secured to at least one steel beam (P) by means of this connection system (1).

(57) **Abbrégé** : L'invention concerne un système de connexion mécanique (1) pour lier une dalle de béton (D) à une poutre en acier (P) de laquelle est solidaire au moins un connecteur de type goujon (C). Le système comprend, pour chaque connecteur (C), un écrou (2) tronconique en métal ayant un trou traversant (22) fileté dans lequel se visse le connecteur (C), une chemise (3) tronconique en métal assemblée à l'écrou (2) par liaison conique, et, pour chaque réservation (D1) de la dalle (D), une cage (4) métallique destinée à être assemblée en contact avec ladite réservation (D1). Du béton de scellement (B) remplit la réservation (D1), ce par quoi la dalle (D) est solidarisée à la poutre (P) grâce au clouage par le béton de scellement (B) et au système de connexion (1). L'invention concerne également un plancher mixte dont l'au moins une dalle de béton (D) est solidarisée à au moins une poutre en acier (P) à l'aide de ce système de connexion (1).

Description

Titre de l'invention : Système de connexion mécanique pour plancher mixte, permettant un montage et un démontage rapides du plancher mixte et la réutilisation de ses composants, et plancher mixte correspondant

Domaine de l'Invention

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine des planchers mixtes, et porte en particulier sur un système de connexion mécanique pour lier une dalle de béton préfabriquée à une poutre en acier d'une manière permettant un montage et un démontage aisés et rapides, ainsi qu'une réutilisation au moins des dalles et une production en filière sèche pour un plus grand respect de l'environnement, et sur un plancher mixte utilisant ce système de connexion.
- [0002] Arrière-Plan de l'Invention
- [0003] Un plancher mixte se compose de plusieurs dalles de béton reposant sur des poutres en acier d'une charpente métallique.
- [0004] Afin notamment de garantir la qualité du plancher mixte, de réduire les temps et coûts d'installation, il a été proposé d'utiliser des dalles préfabriquées qui sont solidarisées sur site aux poutres par un clavetage filant assuré par du béton de scellement remplissant une cavité définie par les nez de deux dalles adjacentes et dans laquelle se situent des connecteurs de type goujon solidaires de la poutre respective. On peut mentionner le modèle d'utilité allemand DE 20 2007 005 523 U1 comme exemple d'une telle solution.
- [0005] Toutefois, ce clavetage est définitif et il n'est pas possible de réutiliser les dalles et les éléments de charpente.
- [0006] Dans le cadre d'une tendance générale à un plus grand respect de l'environnement dans le domaine de la construction, des solutions permettant le démontage des planchers mixtes en vue d'une réutilisation/recyclage des dalles ont été recherchées.
- [0007] L'invention objet de la demande internationale PCT WO 2016/135512 A1 vise ainsi à proposer une solution permettant un démontage d'un plancher mixte, tout en assurant une connexion permettant le transfert des efforts de cisaillement longitudinal entre la dalle et la poutre, empêchant le soulèvement de la dalle et réduisant le glissement entre la dalle et la poutre.
- [0008] Cette solution consiste en un plancher mixte comprenant :
- [0009] – au moins une poutre en acier à partir de la surface supérieure de laquelle s'étendent plusieurs connecteurs de type goujon, à savoir des connecteurs longitudinaux, filetés ou non,

- au moins une dalle de béton comprenant plusieurs réservations traversantes en forme de tronc de pyramide à base rectangulaire, s'effilant de la surface supérieure à la supérieure inférieure, la ou chaque dalle étant positionnée par rapport à l'au moins une poutre de telle sorte qu'au moins un connecteur s'étend dans la ou chaque réservation,
- plusieurs pièces intermédiaires dites « bouchons », tronconiques, en béton, qui comprennent chacune un trou traversant s'étendant le long de son axe, chaque bouchon étant reçu dans une réservation et configuré pour venir en appui contre la surface supérieure de la poutre avec un connecteur s'étendant dans le trou traversant et faisant saillie hors de ce dernier en partie supérieure, le diamètre du trou traversant étant supérieur à celui du connecteur de façon à laisser un espace entre eux,
- plusieurs organes de fixation couplés chacun par vissage à la région d'extrémité supérieure d'un connecteur, en saillie d'un bouchon, de façon à empêcher le retrait du bouchon vis-à-vis de la réservation et à appliquer une précontrainte au bouchon contre la poutre, et
- du béton de scellement qui remplit l'espace libre dans chaque réservation, ainsi que l'espace entre le trou traversant et le connecteur, ce par quoi la dalle est solidarisée à la poutre grâce au clavetage par le béton de scellement et au système de connexion composé des connecteurs, bouchons et organes de fixation.

[0010] Selon cette invention, l'assemblage du plancher mixte serait aisé et rapide, étant donné que les poutres en acier, les dalles de béton et les bouchons peuvent être préfabriqués.

[0011] Le démontage serait également aisé, puisque les bouchons peuvent être retirés simplement en desserrant ou en brisant les organes de fixation, et éventuellement en détruisant le béton de scellement, permettant aux poutres en acier et à la dalle d'être séparées de manière propre.

[0012] Afin de faciliter la séparation des bouchons vis-à-vis du béton de scellement, il est également proposé d'entourer chaque bouchon par une chemise également tronconique et réalisée en un matériau de décollement, par exemple une matière polymère, la chemise ayant pour seule fonction d'éviter un contact direct entre le bloc de fixation et le béton de scellement.

[0013] Les résultats d'essai push-out sont rapportés dans la demande WO 2016/135512 A1, lesquels montrent une amélioration des performances mécaniques par comparaison aux valeurs théoriques pour une connexion par goudons soudés à tête de diamètre équivalent.

[0014] Une explication avancée est que la précontrainte appliquée par les organes de

fixation sur les bouchons, contre la poutre, produit une force de frottement entre les surfaces inférieures des bouchons et la surface supérieure de la poutre, et que cette force de frottement doit être surmontée avant que la dalle et la poutre ne commencent à glisser l'une par rapport à l'autre, en d'autres termes le glissement est retardé jusqu'à ce qu'une charge plus élevée soit atteinte. A des charges plus élevées, la résistance au cisaillement serait due à une combinaison de cette force de frottement et d'un effet goujon entre les connecteurs et les bouchons en béton.

[0015] Afin d'obtenir ces performances mécaniques améliorées, les bouchons ont été réalisés en utilisant un béton à très hautes performances, ayant notamment une résistance à la compression de 73,87 MPa, afin d'augmenter la charge requise pour initier une déformation locale du béton du bouchon par le connecteur.

[0016] Ces performances mécaniques améliorées peuvent également être attribuées, en partie, à la présence d'une fraisure à la sortie du trou traversant la semelle de la poutre, à travers lequel passe le connecteur, fraisure qui sera remplie par du béton de scellement, ce qui permettrait de contraindre le connecteur à se déformer suivant une double rotule plastique, augmentant ainsi l'énergie absorbée.

[0017] Ainsi, la solution selon la demande WO 2016/135512 apparaît satisfaisante en ce qu'elle permet effectivement au moins le démontage de la dalle et sa réutilisation.

[0018] Toutefois, comme cela sera expliqué plus en détail ci-après, le gain apporté par ce système de connexion à la résistance au cisaillement du connecteur apparaît plutôt modeste, de l'ordre de 20%, ce qui suppose l'utilisation de connecteur en un matériau haute performance, et ceci bien que du béton haute performance soit utilisé pour le bouchon.

[0019] La présente invention vise donc à proposer un système de connexion démontable dont la conception conduit à un apport plus important en termes de résistance au cisaillement du connecteur, afin d'autoriser l'utilisation de matériaux moins performants tout en satisfaisant aux exigences réglementaires en termes de résistance et de ductilité.

Résumé de l'invention

[0020] La présente invention a donc pour objet un système de connexion mécanique pour lier une dalle de béton préfabriquée à une poutre en acier, la dalle présentant au moins une réservation qui traverse son épaisseur et dont la section diminue progressivement de la surface supérieure de la dalle à sa surface inférieure par laquelle la dalle est en appui sur une surface supérieure de la poutre, la poutre comprenant, pour chacune de l'au moins une réservation, au moins un connecteur de type goujon solidaire de la poutre et s'étendant dans la réservation respective à partir de la surface supérieure de la poutre, l'au moins un connecteur étant fileté au moins sur une partie de sa longueur, le système de connexion comprenant :

- [0021] – au moins une pièce intermédiaire tronconique ayant, le long de son axe, un trou traversant par lequel la pièce intermédiaire est apte à être enfilée sur un connecteur respectif, avec la petite base circulaire de la pièce intermédiaire en regard de la surface supérieure de la poutre,
- pour chacune de l’au moins une pièce intermédiaire, des moyens de fixation de la pièce intermédiaire au connecteur par vissage sur la partie filetée du connecteur,
- pour chacune de l’au moins une pièce intermédiaire, une chemise tronconique destinée à être placée autour de la pièce intermédiaire dans une réservation, le système de connexion étant caractérisé par le fait que :
- chacune de l’au moins une pièce intermédiaire consiste en un écrou tronconique fait de métal et dont le trou traversant est fileté au moins sur une partie de sa hauteur, ledit filetage constituant lesdits moyens de fixation,
- chacune de l’au moins une chemise est faite de métal,
- chacun de l’au moins un écrou et chacune de l’au moins une chemise sont dimensionnés pour être assemblés l’un à l’autre par une liaison conique, et configurés pour, une fois assemblés par liaison conique, définir, autour de l’axe du trou traversant de l’écrou, un espace libre pour flexion de connecteur, l’espace libre étant délimité en partie supérieure par l’écrou, en partie inférieure par le plan imaginaire auquel appartient la petite base circulaire de l’au moins une chemise, et latéralement par l’un parmi l’au moins un écrou et l’au moins une chemise, et
- le système de connexion comprend en outre, pour la ou chaque réservation, une cage métallique apte à être placée dans une réservation respective et en contact avec les parois de cette dernière, sur toute l’épaisseur de la dalle, la cage présentant à cet effet des moyens de solidarisation destinés à être noyés dans le béton lors de la coulée de la dalle.
- [0022] Des essais, présentés ci-après, ont permis de démontrer que la configuration ci-dessus du système de connexion permet bien de satisfaire aux exigences réglementaires en vigueur en termes de résistance et ductilité de la connexion.
- [0023] On a notamment pu observer que le comportement du système de connexion selon la présente invention diffère fortement de celui de la solution selon la demande WO 2016/135512 A1, en ce qu’il comprend deux phases. Dans une première phase, seul le connecteur travaille, en flexion, classiquement d’abord de manière élastique puis de manière plastique, au niveau de sa longueur libre à la base du connecteur, dans l’espace libre pour flexion de connecteur. On observe ensuite une reprise de rigidité marquant le début de la seconde phase, cette augmentation de la rigidité apparaissant être due au fait, l’écrou et le connecteur étant solidarisés, que cette flexion conduit à

une mise en appui de la chemise contre la poutre, créant un encastrement qui réduit ou élimine la longueur fléchie du connecteur, ce dernier étant alors sollicité également en traction, et cette mise en traction permet de tirer profit du fait que la résistance du connecteur à la traction est supérieure à sa résistance au cisaillement.

[0024] D'autres avantages de la présente invention sont indiqués dans la description qui suit.

[0025] De préférence, le diamètre intérieur de chacune de l'au moins une chemise à la petite base circulaire de cette dernière est inférieur au diamètre extérieur de l'écrou à la petite base circulaire de ce dernier. De cette manière, l'avance de l'écrou dans la chemise n'est pas arrêtée par la poutre, mais bien par la chemise, ce qui permet d'assurer un serrage conique puissant, améliorant encore la transmission vers les poutres des efforts dans le plan de la dalle. De plus, le couple de serrage pourra avantageusement être choisi pour conduire à une précontrainte en traction du connecteur, ce qui comprime la chemise contre la poutre et permet donc de s'assurer que la chemise est bien en contact avec la poutre.

[0026] On pourrait prévoir que le trou traversant de l'au moins un écrou soit à diamètre constant jusqu'à la petite base circulaire de l'écrou, auquel cas le diamètre extérieur de l'écrou à la petite base circulaire de ce dernier sera choisi de telle sorte qu'une fois l'écrou et la chemise assemblés, la distance entre la petite base circulaire de l'écrou et le plan imaginaire auquel appartient la petite base circulaire de la chemise soit suffisante pour définir un espace libre pour flexion de connecteur qui ait une hauteur autorisant effectivement une flexion du connecteur dans la première phase de travail, l'espace libre étant alors délimité latéralement par la paroi intérieure de la chemise.

[0027] Cependant, de préférence, le trou traversant de l'au moins un écrou comprend à sa partie inférieure un évidement cylindrique débouchant sur la petite base circulaire de l'écrou, l'évidement cylindrique délimitant latéralement l'espace libre pour flexion de connecteur.

[0028] Définir l'espace libre pour flexion de connecteur par un tel évidement permet de rendre maximale la hauteur de l'écrou, et donc la surface de contact entre l'écrou et la chemise, ce qui permet d'améliorer encore la transmission des efforts de la dalle vers la poutre.

[0029] De préférence, chacun de l'au moins un écrou et/ou chacune de l'au moins une chemise et/ou chacune de l'au moins une cage métallique est en acier.

[0030] De préférence, le trou traversant de chacun de l'au moins un écrou est fileté sur toute sa hauteur. En combinaison avec un connecteur fileté sur une hauteur correspondante, on augmente la rigidité de la liaison entre l'écrou et le connecteur, ce qui permet d'améliorer le transfert des efforts de la dalle à la poutre.

[0031] De préférence, la hauteur de chacune de l'au moins une chemise est supérieure à la hauteur de chacun de l'au moins un écrou dans une mesure telle que lorsqu'ils sont

assemblés par liaison conique la chemise s'étend au-dessus de l'écrou. On augmente ainsi la surface de contact entre la chemise et le béton de scellement, et donc la force de frottement entre le béton de scellement et la chemise qui s'oppose au soulèvement de la dalle, tout en permettant à la chemise de répartir les efforts sur une hauteur maximale.

- [0032] De préférence, chacun de l'au moins un écrou comprend une partie corps tronconique et une partie tête polygonale située sur la grande base circulaire de la partie corps, le trou traversant s'étendant à travers la partie corps et la partie tête, chacun de l'au moins un écrou étant, de préférence, une pièce monobloc.
- [0033] De préférence, les parois intérieures de chacune de l'au moins une cage métallique sont enduites d'un produit de décoffrage, comme par exemple de l'huile.
- [0034] La cage pourra être en forme de tronc de pyramide à base rectangulaire.
- [0035] Les moyens de solidarisation de la cage à la réservation pourront, par exemple, être formés par des parties de la cage qui font saillie vers l'extérieur de façon à être aptes à être noyées dans le béton de la dalle lors de la fabrication de cette dernière. Ces parties en saillie pourront par exemple être formées par des pattes, mais l'on pourrait également envisager des nervures, etc.
- [0036] La présente invention a également pour objet un plancher mixte comprenant au moins une dalle de béton préfabriquée et au moins une poutre en acier à laquelle l'au moins une dalle est liée par un système de connexion mécanique, l'au moins une dalle présentant au moins une réservation qui traverse son épaisseur et dont la section diminue progressivement de la surface supérieure de la dalle à sa surface inférieure par laquelle la dalle est en appui sur une surface supérieure de la poutre, l'au moins une poutre comprenant, pour chacune de l'au moins une réservation, au moins un connecteur de type goujon solidaire de la poutre et s'étendant dans la réservation respective à partir de la surface supérieure de la poutre, l'au moins un connecteur étant fileté au moins sur une partie de sa longueur, le système de connexion comprenant :
- [0037] – au moins une pièce intermédiaire tronconique ayant, le long de son axe, un trou traversant par lequel la pièce intermédiaire est apte à être enfilée sur un connecteur respectif, avec la petite base circulaire de la pièce intermédiaire en regard de la surface supérieure de la poutre,
- pour chacune de l'au moins une pièce intermédiaire, des moyens de fixation de la pièce intermédiaire au connecteur par vissage sur la partie fileté du connecteur,
- pour chacune de l'au moins une pièce intermédiaire, une chemise tronconique destinée à être placée autour de la pièce intermédiaire dans une réservation, une matière de remplissage, telle que du béton de scellement, remplissant au moins en partie l'espace dans la réservation, ce par quoi l'au moins une dalle

est solidarisée à l'au moins une poutre grâce au clavetage par la matière de remplissage et au système de connexion,
le plancher mixte étant caractérisé par le fait que le système de connexion est tel que défini ci-dessus.

[0038] De préférence, chacun de l'au moins un connecteur et le trou traversant de chacun de l'au moins un écrou sont filetés sur toute leur hauteur.

[0039] De préférence, chacune de l'au moins une réservation, et le cas échéant chacune de l'au moins une cage métallique, est en forme de tronc de pyramide à base rectangulaire.

[0040] Par exemple, deux connecteurs s'étendent dans chacune de l'au moins une réservation, le système de connexion comprenant ainsi, pour chacune de l'au moins une réservation, deux écrous et deux chemises.

Brève description des dessins

[0041] Pour mieux illustrer l'objet de la présente invention, on va en décrire ci-après, à titre illustratif et non limitatif, un mode de réalisation particulier, avec référence aux dessins annexés.

[0042] Sur ces dessins :

[0043] [Fig.1] est une vue en perspective de dessus d'une partie d'un plancher mixte selon un mode de réalisation de la présente invention, montrant une partie du système de connexion.

[0044] [Fig.2] est une vue en perspective éclatée du système de connexion.

[0045] [Fig.3] est une vue en perspective d'un écrou du système de connexion.

[0046] [Fig.4] est une vue en coupe verticale de l'écrou de la Figure 3.

[0047] [Fig.5] est une vue en coupe verticale d'une chemise du système de connexion.

[0048] [Fig.6] est une vue en perspective de dessus d'une cage du système de connexion.

[0049] [Fig.7] est une vue en coupe verticale à travers une réservation de la dalle, montrant le système de connexion pour deux connecteurs solidaires de la poutre.

[0050] [Fig.8] est une vue en coupe verticale d'une éprouvette intégrant le système de connexion, pour un essai push-out.

[0051] [Fig.9] est une courbe chargement-glissement moyen de l'éprouvette de la Figure 8 après essai push-out.

Description Détaillée d'un Mode de Réalisation Particulier

[0053] Si l'on se réfère aux Figures 1 et 2, on peut voir que l'on y a représenté une partie d'un plancher mixte selon la présente invention, montrant notamment une poutre P et une dalle D en appui sur la surface supérieure P1 de la poutre P et connectée à cette dernière par un système de connexion 1 selon la présente invention.

[0054] La dalle D présente une série de réservations D1 traversantes qui sont réparties uni-

formément sur la largeur de la dalle D et la dalle D est positionnée par rapport à la poutre P de telle sorte que chaque réservation D1 débouche sur la surface supérieure P1 de la poutre P. Chaque réservation D1 est en forme de tronc de pyramide à base rectangulaire inversé, à savoir que les deux ouvertures rectangulaires qui définissent respectivement la grande base et la petite base du tronc de pyramide se situent respectivement à la surface supérieure et à la surface inférieure de la dalle D. La dalle D comprend un nez de dalle D2 présentant un décrochement définissant une surface d'appui D3 sur laquelle prendra appui un nez de dalle, de forme complémentaire, d'une dalle adjacente, par exemple une dalle elle-même connectée à une autre poutre par un système de connexion 1 ou supportée d'une autre manière.

- [0055] Dans le mode de réalisation représenté, la poutre P est une poutre en I classique sur la surface supérieure P1 de laquelle une série de paires de connecteurs C sont prévues, réparties le long de la poutre P de telle sorte que chaque paire de connecteurs C se situe à l'intérieur d'une réservation D1 respective. Les connecteurs C sont ici des goujons soudés, comprenant une base C1 par laquelle ils sont soudés à la poutre P et une tige C2 filetée au moins sur une partie de sa hauteur. Ces connecteurs étant bien connus en soi, ils ne seront donc pas décrits plus en détail.
- [0056] Les dalles D sont des dalles en béton préfabriquées et les poutres P sont en acier, comme cela est également bien connu dans la technique.
- [0057] Les différentes pièces composant le système de fixation 1 sont reçues à l'intérieur des réservations D1 et ces dernières sont ensuite chacune fermées en partie supérieure par une trappe T, et sur la Figure 1 une trappe T a été omise afin de révéler une partie du système de connexion 1.
- [0058] Le système de connexion 1 comprend, pour chaque connecteur C, un écrou 2 tronconique et une chemise 3 et, pour chaque réservation D1, une cage 4, tous faits de métal.
- [0059] Si l'on se réfère plus particulièrement aux Figures 3 et 4, on peut voir qu'un écrou 2 se présente sous la forme d'une pièce monobloc comprenant une partie corps 20 de forme tronconique, présentant une paroi circonférentielle 20a, et une partie tête 21 située au-dessus de la partie corps 20, au centre de celle-ci. La partie tête 21 est de forme extérieure 21a polygonale, ici hexagonale, et sert à coopérer avec un outil de type clé pour visser l'écrou 2 sur un connecteur C.
- [0060] Un trou traversant 22 s'étend sur toute la hauteur de l'écrou 2, le long de l'axe de ce dernier. En partie inférieure de l'écrou 2, autrement dit dans la région du trou traversant 22 proche de la petite base circulaire de la partie corps 20, le trou traversant 22 présente un évidement cylindrique 22a dont le diamètre est supérieur à celui du reste 22b du trou traversant 22, dont le diamètre est constant et qui est pourvu d'un filetage sur une majeure partie de sa hauteur. Le diamètre du trou traversant 22, dans sa

partie fileté 22b, sera choisi pour permettre un vissage sur la tige fileté C2 d'un connecteur C et le diamètre de l'évidement 22a sera choisi pour ménager un intervalle tout autour de la base C1 du connecteur C. Cet intervalle, délimité latéralement et en partie supérieure par les parois intérieures de l'évidement 22a, est également délimité en partie inférieure par le plan imaginaire auquel appartient la petite base circulaire de la chemise 3, décrite ci-après, et constitue ainsi l'espace libre 23 pour flexion de connecteur.

[0061] L'écrou 2 pourra être avantageusement fait d'acier.

[0062] Dans le mode de réalisation illustré, l'écrou 2 a les dimensions suivantes :

- [0063] – hauteur totale : 113 mm,
– hauteur de la partie corps 20 : 88 mm,
– hauteur de la partie tête 21 : 25 mm,
– diamètre minimal de la partie corps 20 (petite base circulaire) : 55 mm,
– diamètre maximal de la partie corps 20 (grande base circulaire) : 64,20 mm,
– angle de conicité de la partie corps 20 : 3° ,
– diamètre du trou traversant 22 dans sa partie 22b à diamètre constant : 24 mm (pour vissage sur un goujon M24),
– hauteur et diamètre de l'évidement : 11 mm et 34 mm, et
– longueur du filetage (hauteur du trou traversant 22 sur laquelle le filetage s'étend) : 92 mm.

[0064] Si l'on se réfère maintenant à la Figure 5, on peut voir que la chemise 3 est une pièce tronconique creuse définissant un espace intérieur 30 destiné à recevoir l'écrou 2.

[0065] En particulier, l'écrou 2 et la chemise 3 sont dimensionnés pour un assemblage par liaison conique l'un à l'autre, avec la paroi circonférentielle 20a de la partie corps 20 de l'écrou 2 en contact avec la paroi intérieure 31 de la chemise 3. L'angle de conicité de la chemise 3 sera donc égal à celui de la partie corps 20 de l'écrou 2 et, afin de garantir le bon serrage de l'écrou 2 dans la chemise 3, le diamètre de la chemise 3 à sa petite base circulaire est inférieur au diamètre extérieur de l'écrou 2 à sa petite base circulaire, ce qui permet de garantir un bon serrage conique et de s'assurer que l'écrou 2 sera bien en contact avec la chemise 3 sur toute la hauteur de la partie corps 20 de l'écrou 2.

[0066] La chemise 3 pourra également être avantageusement faite d'acier.

[0067] Dans le mode de réalisation illustré, la chemise 3 a les dimensions suivantes :

- [0068] – hauteur totale : 115 mm,
– diamètre minimal (petite base circulaire) : 54,80 mm,
– diamètre maximal (grande base circulaire) : 72,90 mm,
– angle de conicité : 3° , et
– épaisseur : 3 mm.

- [0069] Si l'on se réfère maintenant à la Figure 6, on peut voir que la cage 4 se présente sous la forme d'une coque creuse en forme de tronc de pyramide à base rectangulaire inversé, ouverte à ses deux extrémités. La forme de la cage 4 est complémentaire de celle des réservations D1 de la dalle D et la cage 4 est dimensionnée pour que sa paroi latérale 40 soit en contact avec la paroi intérieure d'une réservation D1 respective sur une partie de la hauteur de cette dernière.
- [0070] La cage 4 est destinée à être rendue solidaire de la dalle D lors de la fabrication de cette dernière, et à cet effet la cage 4 comporte des moyens de solidarisation comprenant des pattes 41, ici au nombre de quatre, chacune au niveau d'un coin de la cage 4, s'étendant à l'horizontale vers l'extérieur à partir du bord supérieur de la cage 4. Un manchon 41a s'étend vers le haut à partir de chaque patte 41, en alignement avec un trou traversant dans cette dernière, dont la fonction sera explicitée ci-après. Avant la coulée du béton formant la dalle D, la cage 4 sera positionnée dans le coffrage de telle sorte que les pattes 41 seront noyées dans le béton. La cage 4 sera ainsi dimensionnée pour que sa hauteur soit inférieure à l'épaisseur de la dalle D. Dans le mode de réalisation représenté, la hauteur de la cage 4 est égale à celle de la chemise 3.
- [0071] Comme moyens de solidarisation supplémentaires et/ou alternatifs, on peut également prévoir dans la paroi latérale 40 de la cage 4 des trous traversants 40a recevant chacun une première partie d'un goujon 40b dont la seconde partie est elle-aussi noyée dans le béton de la dalle D.
- [0072] La cage 4 pourra également être avantageusement faite d'acier.
- [0073] On se réfère maintenant à la Figure 7, sur laquelle on a représenté en vue en coupe le système de fixation 1 en position d'utilisation, sur laquelle il lie à la poutre P la dalle D qui aura été préalablement positionnée sur la poutre P comme illustré sur la Figure 1, et avec une cage 4 présente dans chaque réservation D1.
- [0074] Une fois la dalle D positionnée de cette manière, une chemise 3 est placée autour de chaque connecteur C, avec la petite base circulaire de la chemise 3 reposant sur la surface supérieure P1 de la poutre P. L'écrou 2 est ensuite vissé sur la tige filetée C2 du connecteur C, en étant entouré par la chemise 3, jusqu'à obtenir un assemblage par liaison conique avec la chemise 3, où le bord inférieur extérieur de l'écrou 2 est en contact avec la paroi intérieure 31 de la chemise 3 à hauteur de sa section dont le diamètre est égal au diamètre minimal de l'écrou 2.
- [0075] Dans cette position, l'évidement 22a dans l'écrou 2 ménage un intervalle tout autour de la base C1 du connecteur C. Par ailleurs, du fait du dimensionnement de la partie corps 20 de l'écrou 2 et de la chemise 3, l'écrou 2 ne vient pas en contact avec la poutre P, mais là encore un léger intervalle est présent entre la petite base circulaire de l'écrou 2 et la poutre P.
- [0076] Ensuite, on remplit de béton de scellement B (Figures 1 et 2) l'espace libre entre la

paroi latérale 40 de la cage 4 et les parois circonférentielles extérieures des chemises 3, par exemple jusqu'au bord supérieur de la cage 4 et des chemises 3.

- [0077] On peut ensuite fermer la réservation D1 par une trappe T à l'aide de quatre vis traversant chacune la trappe T, à chaque angle, puis s'étendant dans un manchon 41a à travers la couche de béton de la dalle D jusqu'à une patte 41, un trou traversant respectif, puis du béton de la dalle D sous la patte 41.
- [0078] La dalle D est ainsi solidarisée à la poutre P par clavetage (béton de scellement B) et par le système de connexion 1.
- [0079] Le montage du système de connexion 1 est très aisé et rapide, notamment puisque seul l'écrou 2 nécessite d'être vissé sur le connecteur C, ce qui se fait depuis le dessus, et aucune opération depuis le dessous, qui est plus fastidieuse pour les opérateurs, n'est requise. Il n'est par exemple pas nécessaire de réaliser l'opération fastidieuse consistant à couler du béton de scellement dans un intervalle entre le connecteur et le bouchon, comme requis dans la demande WO 2016/135512 A1.
- [0080] Le système de connexion 1 est également très aisément et rapidement démontable, puisqu'il suffit de retirer l'écrou 2 en le dévissant et de casser le béton de scellement B pour permettre le décoffrage de la cage 4 et de la dalle D. Pour faciliter ce décoffrage, on pourra enduire la paroi intérieure de la cage 4 d'un produit de décoffrage, comme par exemple de l'huile.
- [0081] La dalle D peut par conséquent être séparée aisément et rapidement de la poutre P sans endommagement de la dalle D, qui pourra ensuite être réutilisée sur un autre site.
- [0082] Par ailleurs, comme cela sera expliqué plus en détail ci-après, l'écrou 2 lui-même ne sera endommagé ni par les efforts qui seront transmis par la connexion entre la dalle D et la poutre P, ni par l'opération de démontage puisqu'il est simplement dévissé du connecteur C. L'écrou 2 est donc lui aussi réutilisable.
- [0083] La capacité à réutiliser/recycler les dalles et les écrous favorise l'émergence d'une économie circulaire respectueuse de l'environnement.
- [0084] De plus, l'assemblage par liaison conique, associé à la coopération par filetage entre l'écrou 2 et le connecteur C sur une grande partie de la hauteur de ce dernier, permet d'obtenir une liaison très rigide et résistante aux vibrations, ce qui est particulièrement utile dans le cas où le plancher mixte est un plancher de parking.
- [0085] Egalement, de par sa hauteur, sur la totalité de laquelle la chemise 3 est en contact avec le béton de scellement B, la force de frottement présente entre le béton de scellement B et la chemise 3 et qui s'oppose au soulèvement de la dalle D est augmentée, tout en permettant à la chemise 3 de répartir les efforts sur toute la hauteur du connecteur C.
- [0086] On peut également souligner que, mis à part le béton de scellement B qui doit être coulé sur site, l'ensemble des pièces du système de connexion 1 peuvent être préfa-

briquées suivant une production en filière sèche, pour des chantiers moins longs, consommant beaucoup moins d'énergie et d'eau et donc là encore davantage respectueux de l'environnement.

- [0087] Enfin, on peut également mentionner l'absence de matières plastiques dans le système de connexion 1 selon la présente invention, matières plastiques dont les propriétés mécaniques seront affectées par le feu dans une mesure telle qu'il n'est pas possible de prévoir la tenue au feu de la connexion dans son ensemble. La solution selon la présente invention ne fait appel qu'à du béton pour le clavetage et à des métaux, notamment l'acier.
- [0088] Afin d'évaluer le comportement du système de connexion 1, un essai de type push-out, analogue à celui présenté dans la demande WO 2016/135512 A1 et également bien connu dans la technique, a été conduit sur trois éprouvettes, qui sont chacune composées, comme on peut le voir sur la Figure 8, d'une section de poutre acier en I à laquelle sont liées deux plaques de béton présentant chacune deux réservations D1 dans chacune desquelles se situent une paire de connecteurs, avec un système de connexion 1 tel que décrit ci-dessus.
- [0089] L'essai a été réalisé avec des vérins d'une capacité théorique de 2000 kN et deux phases de chargement. La première phase est réalisée pour 25 cycles entre 5 et 40% de la charge ultime, avec pilotage en force. La seconde phase est effectuée jusqu'à la ruine en contrôlant les vérins en vitesse de déplacement en vue de capter la phase post-rupture.
- [0090] On a représenté sur la Figure 9 la courbe force-glissement du chargement à la rupture.
- [0091] Les résultats montrent une résistance par connecteur de 195 kN (moyenne sur les trois essais) et une déformation maximale de 9,6 mm. Par comparaison, les résultats d'essai rapportés dans la demande WO 2016/135512 donnent, pour la solution basée sur un bouchon en béton, une résistance par connecteur de 186 kN et une déformation maximale de 17,4 mm.
- [0092] Le système de connexion 1 selon le présent mode de réalisation apparaît donc légèrement plus résistant et moins déformable, tout en respectant la ductilité minimale exigée par la réglementation.
- [0093] Toutefois, le connecteur C du système de connexion 1 qui a subi les essais est un goujon M24 dont la partie cisailée est la partie lisse d'un diamètre de 20 mm, soit une section résistante de 314 mm², et fait d'un acier ayant une limite d'élasticité de 504 MPa et une résistance ultime en traction de 516 MPa.
- [0094] La résistance à la rupture par cisaillement pour les goujons en acier dur est donnée par la formule :
- 0,8 x section résistante x rupture ultime en traction

- [0095] La résistance à la rupture par cisaillement du connecteur C est donc de 129,6 kN.
- [0096] Par comparaison, le boulon de la solution WO 2016/135512 est un boulon M16 de classe 8.8, dont la partie cisailée est la partie lisse avec un diamètre de 16 mm, soit une section résistante de 201 mm², et est fait d'un acier dont la limite d'élasticité est de 824 MPa et une résistance ultime en traction de 946 MPa. La résistance à la rupture par cisaillement du boulon est donc de 152,1 kN.
- [0097] Par conséquent, la résistance au cisaillement par connecteur obtenue lors de l'essai pour la demande WO 2016/135512 est donc supérieure de 22% à celle du boulon, ce gain étant en partie expliqué par l'effet du frottement du bouchon sur la poutre.
- [0098] Avec la solution selon la présente invention, la résistance au cisaillement par connecteur est supérieure de 50,5% à celle du goujon. La présente invention apporte donc un gain de résistance plus de deux fois plus important que celui de la demande WO 2016/135512.
- [0099] Ce gain apparaît être le résultat du comportement très spécifique du système de connexion 1, qui suit deux phases visibles sur la courbe de la Figure 9 : dans un premier temps, du fait de l'espace libre ménagé autour de la base C1 du connecteur C, le connecteur C travaille seul en flexion au niveau de sa longueur libre au-dessous de l'écrou 2. Cette flexion conduit ensuite à un effet de moment / bras de levier qui induit à la fois un écrasement d'une région du bord inférieur de la chemise 3 sur la poutre P et une traction sur le connecteur C. Le connecteur C étant plus résistant en traction qu'en cisaillement, cette mise en traction du connecteur C en association avec l'encastrement du bord inférieur de la chemise 3 contre la poutre P, conduit à une reprise de la résistance de la connexion que l'on peut observer sur la Figure 9 à une valeur de glissement légèrement inférieure à 3 mm.
- [0100] Par ailleurs, les écrous 2 des éprouvettes sont faits d'un acier dont la limite élastique est de 233 MPa et ont chacun un volume de 317,1 cm³. Dans la demande WO 2016/135512, les bouchons sont en béton haute performance non armé avec une résistance à la compression de 73,87 MPa et un volume de 587,1 cm³.
- [0101] La solution selon la présente invention présente ainsi comme autres avantages d'occuper un volume beaucoup plus réduit, facilitant le stockage, le transport et la manipulation par les opérateurs lors de l'installation, et de ne pas requérir l'utilisation d'un matériau haute performance, puisqu'elle autorise, du fait du gain plus important qu'elle fournit en termes de résistance, l'emploi de nuances d'acier que l'on rencontre habituellement dans la construction, ce qui facilite encore davantage l'industrialisation de la fabrication du système de connexion 1.
- [0102] Par conséquent, le système de connexion 1 selon la présente invention permet d'assurer, entre une dalle béton et une poutre en acier, une connexion mécanique :
- [0103] – dont le montage et le démontage sont très rapides et aisés,

- qui permet une production des pièces en filière sèche et une réutilisation/recyclage des dalles et des écrous, pour un cycle de vie plus long et un plus grand respect de l'environnement,
- qui conduit à une liaison très rigide et résistante aux vibrations,
- dont la résistance au feu peut être évaluée et assurée, et
- dont la résistance et la ductilité sont suffisantes tout en autorisant l'emploi de connecteurs de résistance moins élevée et de matériaux de construction (béton, acier) classiques déjà couramment utilisés, avec les avantages qui en découlent en termes d'industrialisation, coûts, stockage, transport, manipulation, etc.

[0104] Il est bien entendu que le mode de réalisation particulier qui vient d'être décrit a été donné à titre indicatif et non limitatif, et que des modifications peuvent être apportées sans que l'on s'écarte pour autant de la présente invention.

Revendications

[Revendication 1]

Système de connexion mécanique (1) pour lier une dalle (D) de béton préfabriquée à une poutre (P) en acier, la dalle (D) présentant au moins une réservation (D1) qui traverse son épaisseur et dont la section diminue progressivement de la surface supérieure de la dalle (D) à sa surface inférieure par laquelle la dalle (D) est en appui sur une surface supérieure (P1) de la poutre (P), la poutre (P) comprenant, pour chacune de l'au moins une réservation (D1), au moins un connecteur de type goujon (C) solidaire de la poutre (P) et s'étendant dans la réservation (D1) respective à partir de la surface supérieure (P1) de la poutre (P), l'au moins un connecteur (C) étant fileté au moins sur une partie de sa longueur, le système de connexion (1) comprenant :

- au moins une pièce intermédiaire tronconique ayant, le long de son axe, un trou traversant par lequel la pièce intermédiaire est apte à être enfilée sur un connecteur (C) respectif, avec la petite base circulaire de la pièce intermédiaire en regard de la surface supérieure (P1) de la poutre (P),
- pour chacune de l'au moins une pièce intermédiaire, des moyens de fixation de la pièce intermédiaire au connecteur (C) par vissage sur la partie filetée du connecteur (C),
- pour chacune de l'au moins une pièce intermédiaire, une chemise (3) tronconique destinée à être placée autour de la pièce intermédiaire dans une réservation (D1),
le système de connexion (1) étant caractérisé par le fait que :
- chacune de l'au moins une pièce intermédiaire consiste en un écrou (2) tronconique fait de métal et dont le trou traversant (22) est fileté au moins sur une partie de sa hauteur, ledit filetage constituant lesdits moyens de fixation,
- chacune de l'au moins une chemise (3) est faite de métal,
- chacun de l'au moins un écrou (2) et chacune de l'au moins une chemise (3) sont dimensionnés pour être assemblés l'un à l'autre par une liaison conique, et configurés pour, une fois assemblés par liaison conique, définir, autour de l'axe du trou traversant (22) de l'écrou (2), un espace libre (23) pour flexion de connecteur, l'espace libre (23) étant délimité en partie supérieure par l'écrou (2), en partie inférieure par le plan imaginaire auquel appartient la petite base circulaire de l'au

- moins une chemise (3), et latéralement par l'un parmi l'au moins un écrou (2) et l'au moins une chemise (3), et
- le système de connexion (1) comprend en outre, pour la ou chaque réservation (D1), une cage (4) métallique apte à être placée dans une réservation respective (D1) et en contact avec les parois de cette dernière, sur toute l'épaisseur de la dalle (D), la cage (4) présentant à cet effet des moyens de solidation (40a, 40b, 41) destinés à être noyés dans le béton lors de la coulée de la dalle (D).

- [Revendication 2] Système de connexion (1) selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le diamètre intérieur de chacune de l'au moins une chemise (3) à la petite base circulaire de cette dernière est inférieur au diamètre extérieur de l'écrou (2) à la petite base circulaire de ce dernier.
- [Revendication 3] Système de connexion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le trou traversant (22) de l'au moins un écrou (2) comprend à sa partie inférieure un évidement cylindrique (22a) débouchant sur la petite base circulaire de l'écrou (2), l'évidement cylindrique (22a) délimitant latéralement l'espace libre (23) pour flexion de connecteur.
- [Revendication 4] Système de connexion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que chacun de l'au moins un écrou (2) et/ou chacune de l'au moins une chemise (3) et/ou chacune de l'au moins une cage (4) métallique est en acier.
- [Revendication 5] Système de connexion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que le trou traversant (22) de chacun de l'au moins un écrou (2) est fileté sur toute sa hauteur.
- [Revendication 6] Système de connexion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que la hauteur de chacune de l'au moins une chemise (3) est supérieure à la hauteur de chacun de l'au moins un écrou (2) dans une mesure telle que lorsqu'ils sont assemblés par liaison conique la chemise (3) s'étend au-dessus de l'écrou (2).
- [Revendication 7] Système de connexion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que chacun de l'au moins un écrou (2) comprend une partie corps (20) tronconique et une partie tête (21) polygonale située sur la grande base circulaire de la partie corps (20), le trou traversant (22) s'étendant à travers la partie corps (20) et la partie

tête (21), chacun de l'au moins un écrou (2) étant, de préférence, une pièce monobloc.

[Revendication 8] Système de connexion (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que les parois intérieures de chacune de l'au moins une cage (4) métallique sont enduites d'un produit de décoffrage, comme par exemple de l'huile.

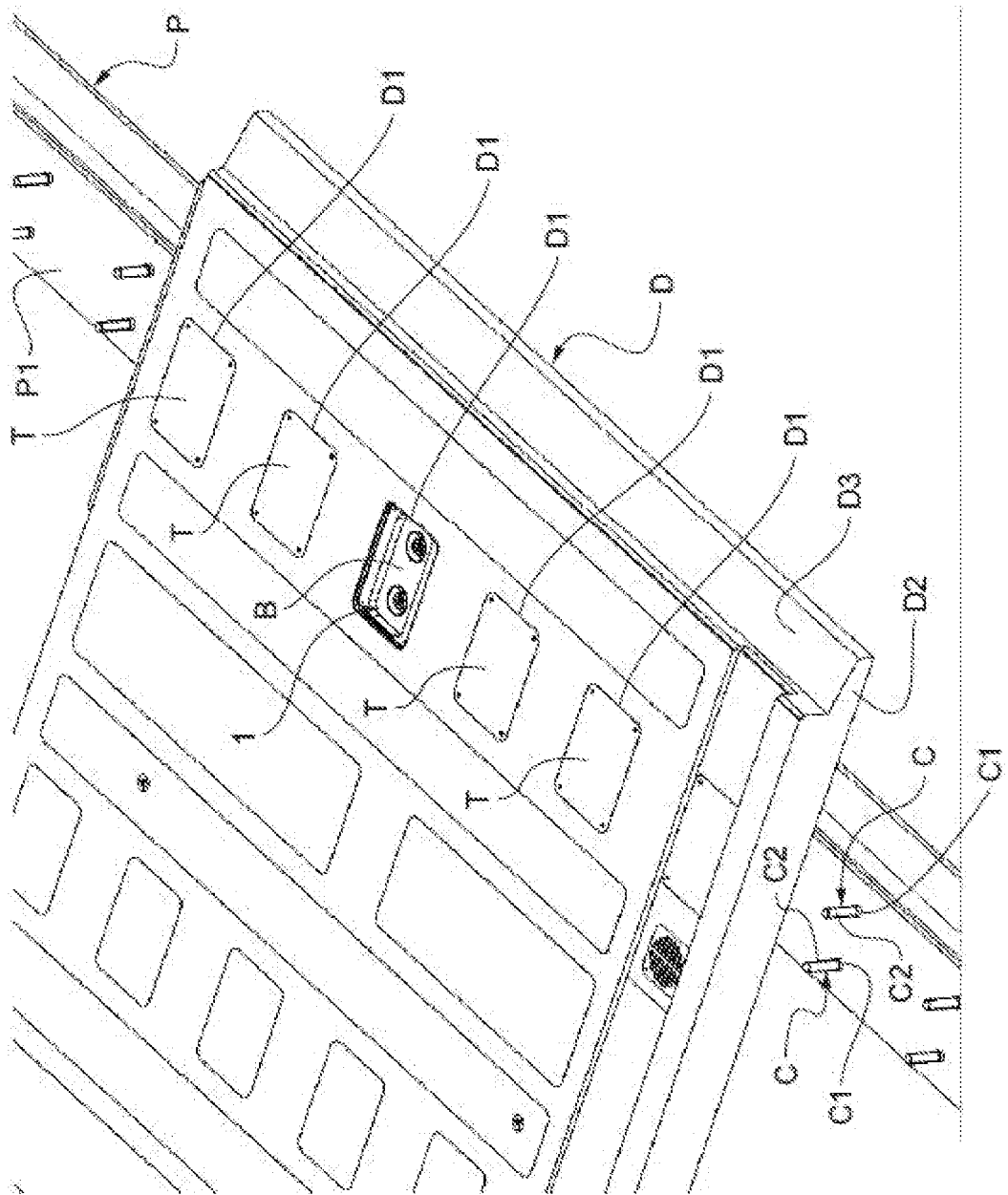
[Revendication 9] Plancher mixte comprenant au moins une dalle (D) de béton préfabriquée et au moins une poutre (P) en acier à laquelle l'au moins une dalle (D) est liée par un système de connexion mécanique (1), l'au moins une dalle (D) présentant au moins une réservation (D1) qui traverse son épaisseur et dont la section diminue progressivement de la surface supérieure de la dalle (D) à sa surface inférieure par laquelle la dalle (D) est en appui sur une surface supérieure (P1) de la poutre (P), l'au moins une poutre (P) comprenant, pour chacune de l'au moins une réservation (D1), au moins un connecteur de type goujon (C) solidaire de la poutre (P) et s'étendant dans la réservation (D1) respective à partir de la surface supérieure (P1) de la poutre (P), l'au moins un connecteur (C) étant fileté au moins sur une partie de sa longueur, le système de connexion (1) comprenant :

- au moins une pièce intermédiaire tronconique ayant, le long de son axe, un trou traversant par lequel la pièce intermédiaire est apte à être enfilée sur un connecteur (C) respectif, avec la petite base circulaire de la pièce intermédiaire en regard de la surface supérieure (P1) de la poutre (P),
- pour chacune de l'au moins une pièce intermédiaire, des moyens de fixation de la pièce intermédiaire au connecteur (C) par vissage sur la partie filetée du connecteur (C),
- pour chacune de l'au moins une pièce intermédiaire, une chemise (3) tronconique destinée à être placée autour de la pièce intermédiaire dans une réservation (D1), une matière de remplissage (B), telle que du béton de scellement, remplissant au moins en partie l'espace dans la réservation (D1), ce par quoi l'au moins une dalle (D) est solidarisée à l'au moins une poutre (P) grâce au clavetage par la matière de remplissage (B) et au système de connexion (1),
- le plancher mixte étant caractérisé par le fait que le système de connexion (1) est tel que défini à l'une quelconque des reven-

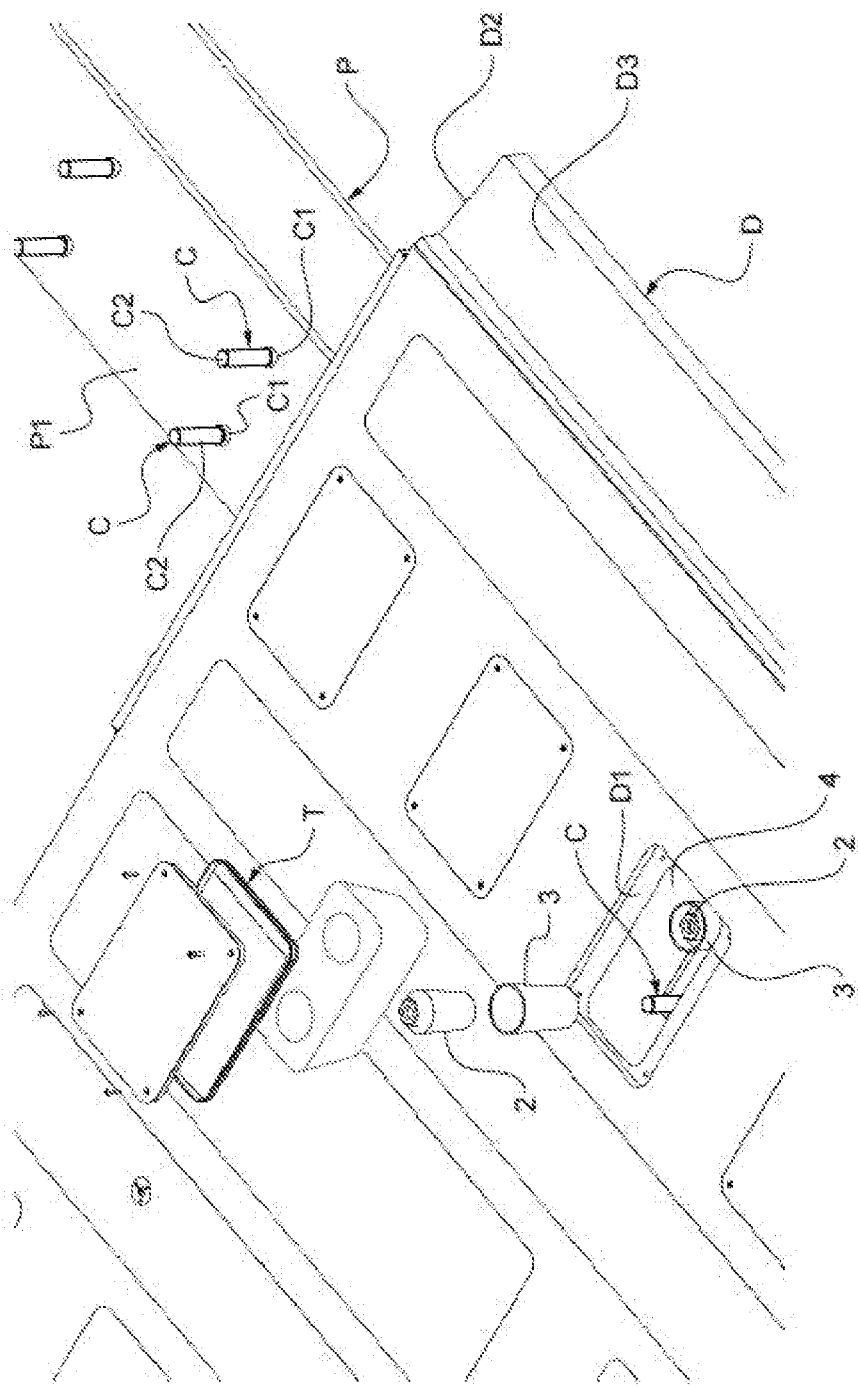
dications 1 à 8.

- [Revendication 10] Plancher mixte selon la revendication 9, caractérisé par le fait que chacun de l'au moins un connecteur (C) et le trou traversant (22) de chacun de l'au moins un écrou (2) sont filetés sur toute leur hauteur.
- [Revendication 11] Plancher mixte selon l'une quelconque des revendications 9 et 10, caractérisé par le fait que chacune de l'au moins une réservation (D1), et le cas échéant chacune de l'au moins une cage (4) métallique, est en forme de tronc de pyramide à base rectangulaire.
- [Revendication 12] Plancher mixte selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé par le fait que deux connecteurs (C) s'étendent dans chacune de l'au moins une réservation (D1), le système de connexion (1) comprenant ainsi, pour chacune de l'au moins une réservation (D1), deux écrous (2) et deux chemises (3).

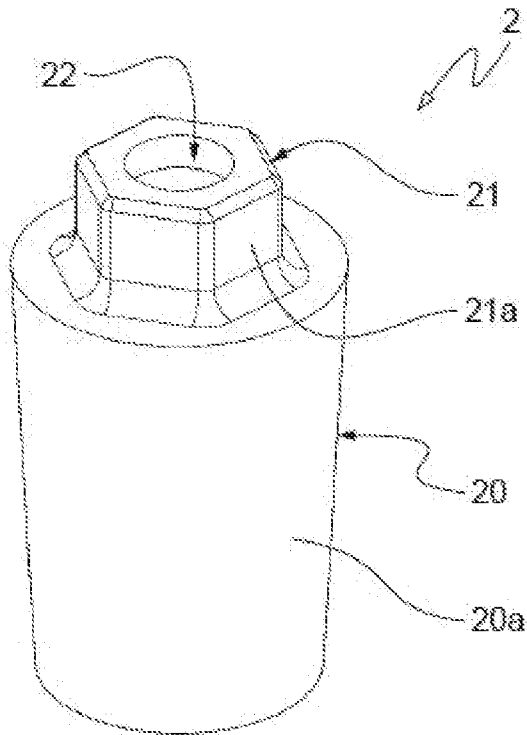
[Fig. 1]



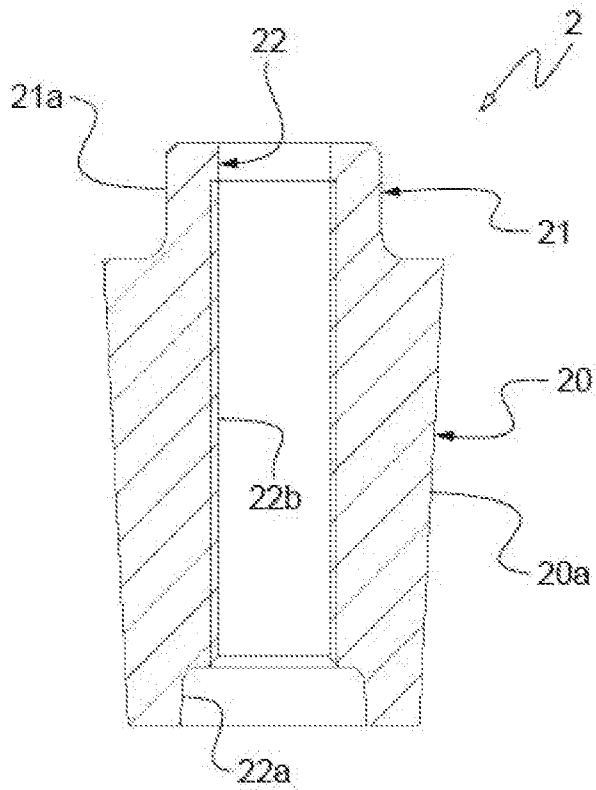
[Fig. 2]



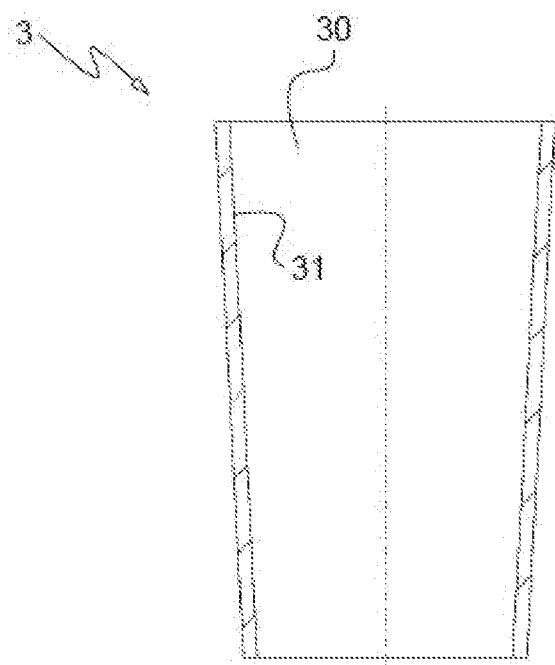
[Fig. 3]



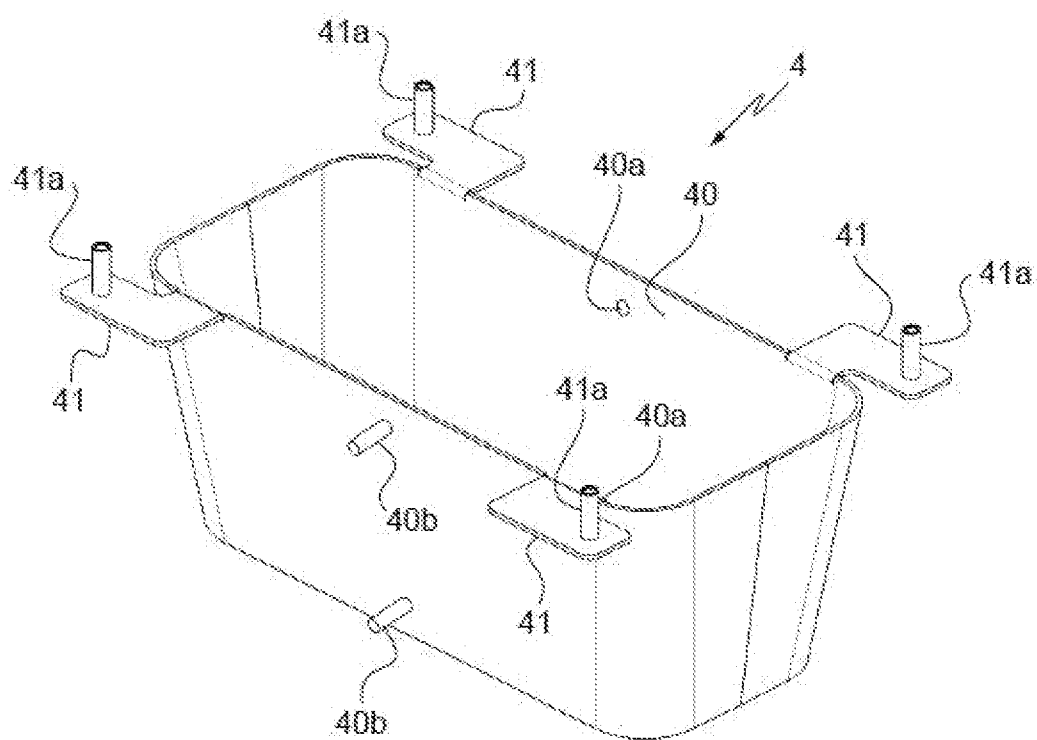
[Fig. 4]



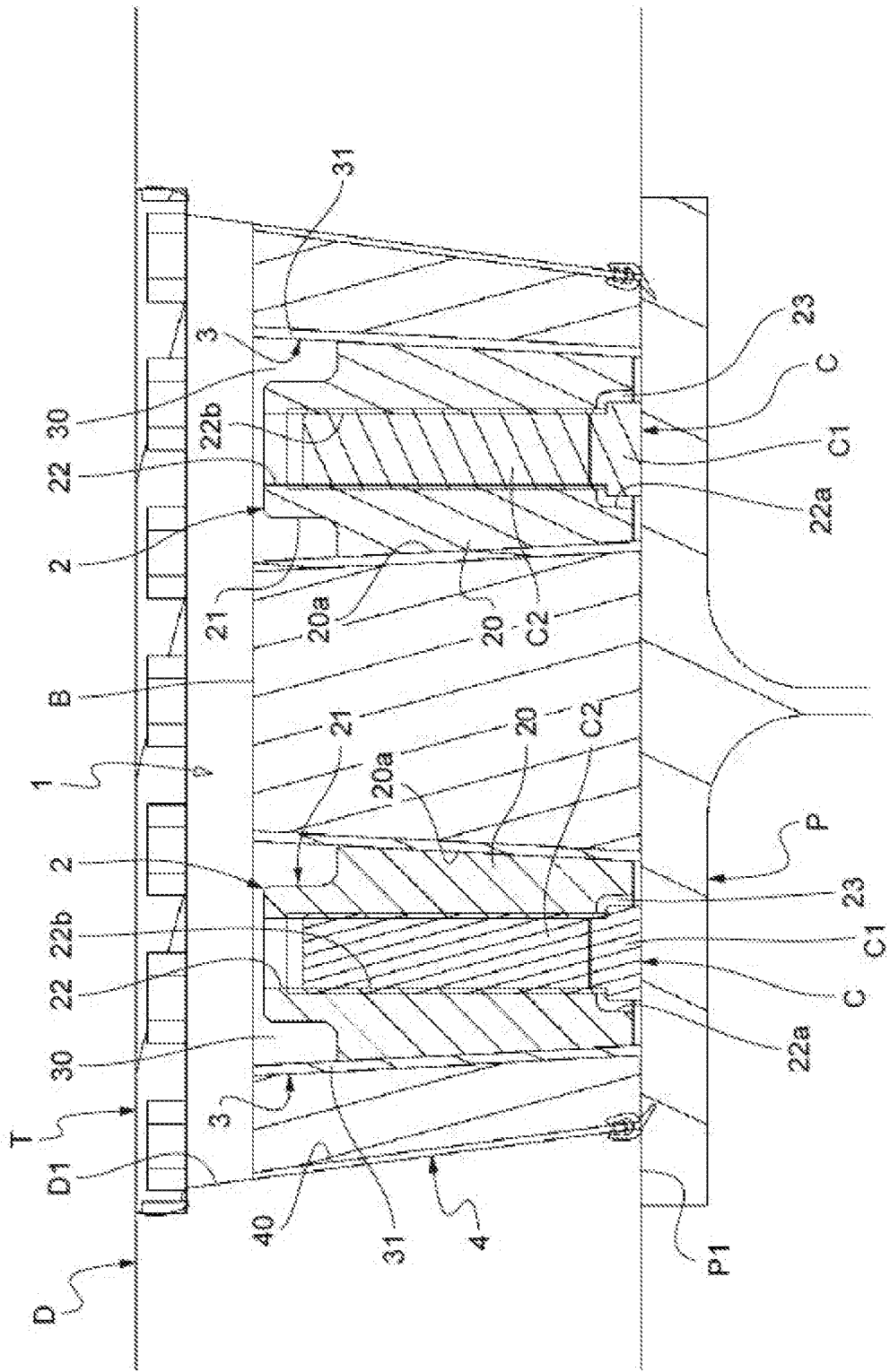
[Fig. 5]



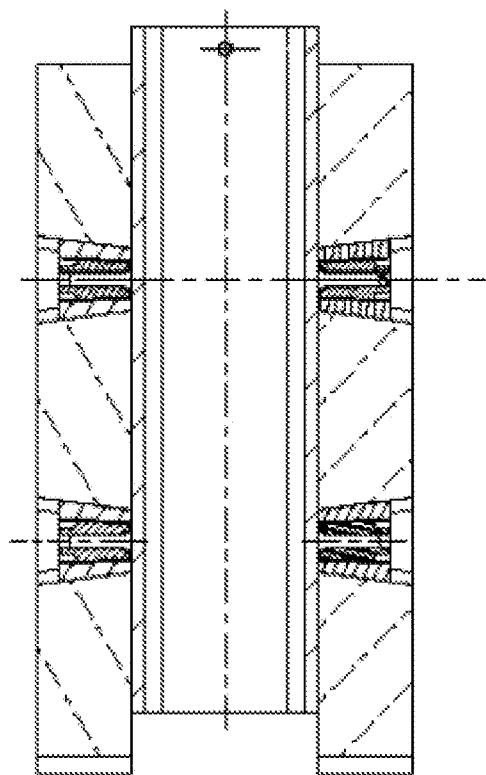
[Fig. 6]



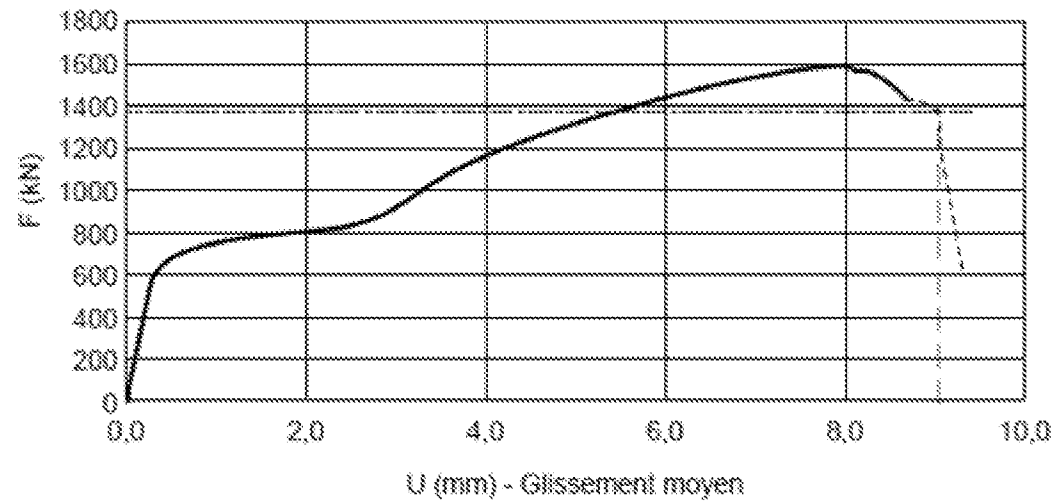
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2020/055574

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*E01D 19/12*(2006.01)i; *E04B 5/04*(2006.01)i; *E04B 5/10*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E01D; E04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016135512 A1 (THE UNIV OF WARWICK [GB]) 01 September 2016 (2016-09-01) figure 10	1-12
A	KR 20110023334 A (UNIV YONSEI IACF [KR] ET AL.) 08 March 2011 (2011-03-08) figure 5	1-12
A	JP 2011042985 A (IHI INFRASTRUCTURE SYS CO LTD; ISMIC KK) 03 March 2011 (2011-03-03) figures 1-3	1-12
A	CN 107313347 A (UNIV TAIYUAN TECHNOLOGY) 03 November 2017 (2017-11-03) figures 3-4	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 September 2020

Date of mailing of the international search report

30 September 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Demeester, Jan

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2020/055574

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2016135512	A1	01 September 2016	NONE			
KR	20110023334	A	08 March 2011	NONE			
JP	2011042985	A	03 March 2011	JP	5388753	B2	15 January 2014
				JP	2011042985	A	03 March 2011
CN	107313347	A	03 November 2017	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2020/055574

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. E01D19/12 E04B5/04 E04B5/10 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) E01D E04B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2016/135512 A1 (THE UNIV OF WARWICK [GB]) 1 septembre 2016 (2016-09-01) figure 10 -----	1-12
A	KR 2011 0023334 A (UNIV YONSEI IACF [KR] ET AL.) 8 mars 2011 (2011-03-08) figure 5 -----	1-12
A	JP 2011 042985 A (IHI INFRASTRUCTURE SYS CO LTD; ISMIC KK) 3 mars 2011 (2011-03-03) figures 1-3 -----	1-12
A	CN 107 313 347 A (UNIV TAIYUAN TECHNOLOGY) 3 novembre 2017 (2017-11-03) figures 3-4 -----	1-12
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 7 septembre 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 30/09/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Demeester, Jan

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2020/055574

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2016135512 A1	01-09-2016	AUCUN	
KR 20110023334 A	08-03-2011	AUCUN	
JP 2011042985 A	03-03-2011	JP 5388753 B2 JP 2011042985 A	15-01-2014 03-03-2011
CN 107313347 A	03-11-2017	AUCUN	