

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11 N° de publication : 3 009 318

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : 13 57550

51 Int Cl<sup>8</sup> : E 04 B 1/06 (2013.01), E 04 H 12/12, 12/16

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 30.07.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.02.15 Bulletin 15/06.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SOLETANCHE FREYSSINET Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : LADRET PATRICK, BUCHIN - ROULIE VANESSA et MELEN BENOIT.

73 Titulaire(s) : SOLETANCHE FREYSSINET Société anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

54 PROCÉDE D'EDIFICATION D'UN OUVRAGE EN ELEMENTS PREFABRIQUES EN BETON ET OUVRAGE ASSOCIE.

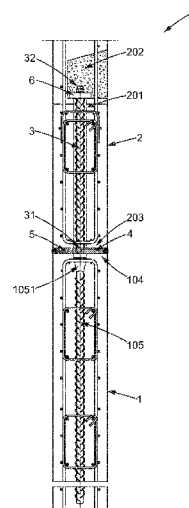
57 L'invention concerne un procédé d'édification d'un ouvrage 0 comportant au moins deux éléments 1, 2 préfabriqués en béton, le procédé comprenant :

installer un premier élément 1 en béton ;

mettre en place un second élément 2 en béton avec au moins une cale 4 maintenant un intervalle entre des faces d'extrémité respectives 104, 203 du premier élément et du second élément ;

mettre en tension au moins une barre 105, 3 tenue sur les premier et second éléments et traversant l'intervalle maintenu par la cale ; et introduire un produit d'interface durcissable 5 dans ledit intervalle.

Le procédé permet ainsi d'extraire du chemin critique relatif à l'édification la nécessité d'attendre, entre deux opérations d'assemblage, que les joints entre les pièces assemblées aient durci. Incidemment, une réduction significative du temps d'édification d'un tel ouvrage est obtenue.



FR 3 009 318 - A1



Procédé d'édification d'un ouvrage en éléments préfabriqués en béton et ouvrage associé

L'invention concerne un procédé d'édification d'un ouvrage en éléments préfabriqués en béton et un ouvrage associé.

5 Dans ce domaine, il importe de réduire autant que possible le temps d'édification d'ouvrages en éléments préfabriqués en béton.

En ce sens, des systèmes et procédés ont déjà été développés.

CA2 762 305 présente un mât d'éolienne en béton précontraint composé de fûts de colonne liés deux à deux par un joint transversal, chaque fût étant formé de  
10 pièces préfabriquées formant portions de cylindre liées entre elles par des joints longitudinaux. Le joint transversal est mis sous tension au moyen de câbles d'acier de haute résistance insérés dans des conduits pratiqués dans la paroi des fûts et débouchant au niveau de leurs extrémités dans des élargissements des parois intérieures des fûts, pour une jonction par fixation par voie humide ancrée par  
15 chevauchement, une fixation vissée ou une fixation par post-tension sur chantier pendant les opérations d'édification. Les câbles assurent la continuité de la précontrainte dans tous les fûts du mât.

WO 2006/111597 A1 enseigne d'utiliser des pièces préfabriquées en béton renforcé pour construire le mât d'éolienne. Ces pièces sont reliées longitudinalement  
20 par post-tension au moyen de câbles de précontrainte insérés dans des conduits préalablement formés dans la paroi des pièces ; après l'application d'efforts sur les câbles, les conduits sont remplis de mortier. Les jonctions entre pièces utilisent en outre des méthodes préfabriquées telles qu'un joint tenon-mortaise.

WO 2008/031912 enseigne d'utiliser des panneaux préfabriqués avec des  
25 connecteurs de cisaillement dans le joint longitudinal afin de transmettre en continue les forces tangentielles appliquées à l'ouvrage. Il nécessite l'injection et le durcissement du joint avant de poursuivre les opérations d'édification, ce qui provoque leur interruption.

Généralement, chaque joint transversal ou longitudinal entre deux pièces est  
30 réalisé par son remplissage à l'aide d'un mortier humide à durcissement rapide et haute résistance ou d'un mortier à grains de micro-béton liés à des barres d'armature, et chaque joint transversal ou longitudinal doit avoir durci et avoir gagné

en résistance avant de pouvoir assembler une autre pièce à la structure. Cette méthode traditionnelle induit donc des interruptions des opérations d'édification, chaque interruption pouvant atteindre 24 heures (8 heures pour le durcissement, puis 16 heures pour l'accroissement de la résistance), voire plus en fonction des conditions climatiques et/ou de températures.

Dans ce contexte, la présente invention propose un procédé d'édification d'un ouvrage en éléments préfabriqués en béton venant améliorer la situation et un ouvrage associé.

La présente invention vise plus particulièrement à réduire le temps d'édification d'un ouvrage composé d'éléments préfabriqués en béton, notamment en extrayant du chemin critique relatif à l'édification la nécessité d'attendre, entre deux opérations d'assemblage, que les joints entre les éléments assemblés aient durci et/ou gagné en résistance.

La présente invention vise également à permettre l'édification sous des conditions climatiques peu favorables notamment au durcissement des joints.

A cette fin, le procédé de l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement tel qu'il comprend les étapes suivantes :

- installer un premier élément en béton ;
- mettre en place un second élément en béton avec au moins une cale maintenant un intervalle entre des faces d'extrémité respectives du premier élément et du second élément ;
- mettre en tension au moins une barre tenue sur les premier et second éléments et traversant l'intervalle maintenu par la cale ; et
- mettre un produit d'interface durcissable dans ledit intervalle.

Le procédé permet ainsi avantageusement une mise en tension d'au moins deux éléments préfabriqués en béton suffisante pour résister aux mêmes efforts que le produit d'interface durcissable soit ou non durci et/ou résistant, de sorte qu'une troisième pièce puisse être assemblée aux deux premières sitôt après l'étape de mise en tension. Conséquemment, le procédé permet avantageusement d'extraire du chemin critique relatif à l'édification la nécessité d'attendre, entre deux opérations

d'assemblage, que les joints entre les pièces assemblées aient durci ou gagné en résistance. Incidemment, le procédé selon l'invention permet avantageusement de réduire significativement le temps d'édification d'un ouvrage en éléments préfabriqués en béton.

5            Selon une particularité, la barre comporte un premier segment s'étendant dans le premier élément et un second segment s'étendant dans le second élément, l'un au moins des premier et second éléments préfabriqués présentant un canal disposé pour déboucher sur la face d'extrémité dudit élément préfabriqué et recevoir un segment respectif de la barre lors de la mise en place du second élément.

10           Selon une autre particularité, un produit de scellement durcissable est injecté dans le canal après mise en tension de la barre pour faire adhérer la barre au béton de l'élément présentant ledit canal.

              Ainsi, une fois le produit de scellement durci, chaque barre constitue avantageusement une barre d'armature joignant les deux éléments préfabriqués en  
15            béton.

              Selon une autre particularité, l'un des premier et second segments de la barre est noyé dans le béton de l'un des éléments préfabriqués, et l'autre segment de la barre est enfilé dans ledit canal formé dans l'autre élément préfabriqué lors de la mise en place du second élément.

20           Selon une autre particularité, les premier et second segments sont initialement deux pièces distinctes, la barre comportant en outre un coupleur pour assembler les premier et second segments après installation du premier élément.

              Plus particulièrement, le premier segment de la barre est noyé dans le béton du premier élément préfabriqué, et le coupleur comprend :

- 25            • un raccord taraudé terminant le premier segment de la barre au droit de la face d'extrémité du premier élément ; et
- un filetage formé sur le second segment de la barre, lequel filetage est engagé dans le raccord taraudé pour réunir les premier et second segments de la barre.

30           Selon une autre particularité, l'un au moins des premier et second segments de la barre, reçu dans un canal formé dans l'un des premier et second éléments préfabriqués, présente une extrémité filetée à l'opposé de l'autre segment de la

barre, ladite extrémité filetée étant accessible après mise en place du second élément et recevant un écrou pour assembler les premier et second éléments.

5 Selon une autre particularité, ladite extrémité filetée d'un segment de la barre est accessible dans une niche formée dans une paroi de l'élément comportant ledit canal, la niche étant adjacente à l'intervalle entre lesdites faces d'extrémité respectives des premier et second éléments.

Le procédé permet ainsi avantageusement de ne nécessiter qu'un seul poste opérateur pour la mise en œuvre et/ou le contrôle des étapes essentielles du procédé.

10 Selon une autre particularité, un produit de scellement durcissable est injecté dans le canal et dans la niche après mise en tension de la barre pour faire adhérer la barre au béton de l'élément présentant ledit canal et pour remplir au moins partiellement la niche en enrobant l'écrou et l'extrémité filetée du segment de la barre.

15 Selon un premier mode de réalisation, la cale est passive et la mise en tension de la barre comprend l'application d'un effort de traction à une extrémité au moins de la barre.

20 Selon une particularité du premier mode de réalisation, la barre a au moins une extrémité filetée et l'effort de traction est appliqué en serrant un écrou sur ladite extrémité filetée.

Selon un deuxième mode de réalisation, les premier et second éléments préfabriqués sont assemblés à l'aide de la barre, après quoi la mise en tension de la barre comprend l'application d'un effort de compression tendant à élargir ledit intervalle.

25 Selon une particularité du deuxième mode de réalisation, la cale comprend une chambre dans laquelle un fluide est injecté sous pression pour appliquer ledit effort de compression lors de la mise en tension de la barre.

30 Selon une autre particularité, une partie au moins du produit d'interface durcissable est placée dans ledit intervalle lors de la mise en place du second élément en béton.

Le procédé permet ainsi avantageusement de s'assurer d'avoir un bon contact des faces d'extrémité respectives du premier élément et du second élément sur toute la surface des cales.

L'invention concerne également un ouvrage comportant au moins deux éléments préfabriqués en béton édifié par mise en œuvre du procédé d'édification selon l'une quelconque de ses particularités ci-dessus.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 10 - les figures 1 et 2 illustrent deux modes d'édification de différents éléments pour former une structure de mât d'éolienne, un premier mode consistant à assembler des pièces cylindriques et un second mode consistant à assembler des pièces formant chacune portion de cylindre,
- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'une paroi du mât d'éolienne assemblé selon l'invention, la figure 3 illustrant plus particulièrement une jonction transversale entre deux pièces,
- la figure 4 est une vue en coupe à rayon constant dans l'épaisseur d'une 15 paroi du mât d'éolienne assemblé selon l'invention, la figure 4 illustrant plus particulièrement une jonction transversale entre deux pièces,
- la figure 5 est une vue en coupe transversale d'une portion de la paroi du mât d'éolienne assemblé selon l'invention, la coupe étant plus particulièrement située au niveau d'une jonction longitudinale entre deux 20 pièces formant portions de cylindre,
- chacune des figures 6a et 6b est une vue en perspective d'une pièce formant portion de cylindre sur la tranche supérieure de laquelle est disposée une pluralité de vérins plats selon l'invention, les vérins plats présentant différentes formes, et
- 25 - chacune des figures 7a et 7b est une vue en coupe longitudinale du mât d'éolienne assemblé selon l'invention, ces figures illustrant plus particulièrement une jonction transversale à vérin plat, le vérin plat étant respectivement vide et rempli.

30 L'invention est décrite ci-après dans son application non limitative à l'édification d'un mât pour éolienne. L'invention peut effectivement être appliquée à différents autres domaines techniques tels que ceux relatifs à la construction de dalles, de tours, de tubes, de réservoirs, etc., à base de pièces préfabriquées en

béton, ainsi que d'armatures de connexion et mettant en œuvre une technique de post-tension au moins partiellement perpendiculaire à une jonction entre pièces.

Comme illustré sur les figures 1 et 2, l'édification des pièces 1, 2, 3 peut être réalisée selon différents modes, éventuellement combinables, qui dépendent de la forme des pièces. On considérera notamment à titre d'exemple illustratifs des pièces de la forme d'un cylindre, préférentiellement droit, et des pièces formant chacune portion de ce cylindre, pour la construction d'un mât cylindrique ; mais le mât peut aussi bien être conique, tronconique, de section rectangulaire ou hexagonale, etc., les pièces prenant des formes adaptées en conséquence.

Les différents termes ci-dessous qualifiés de longitudinaux sont agencés selon la génératrice du mât cylindrique et les différents termes ci-dessous qualifiés de transversaux sont agencés selon un plan perpendiculaire à cette génératrice. Les termes 'inférieur' et 'supérieur', 'sous' et 'sur', 'dessous' et 'dessus' utilisés ci-après sont considérés comme indiquant respectivement le côté du sol ou d'une base du mât et le côté du ciel ou d'un sommet du mât.

Chaque élément ou pièce est préfabriqué et constitué de béton préférentiellement précontraint, mais éventuellement armé.

Dans son acceptation la plus large, le procédé d'édification d'un ouvrage comportant au moins deux de ces pièces 1, 2 comprend :

- installer une première pièce 1 ;
- mettre en place une deuxième pièce 2 avec au moins une cale maintenant un intervalle entre des faces d'extrémité 104, 203 respectives de la première pièce 1 et de la seconde pièce 2 ;
- mettre en tension au moins une barre 105, 3 tenue sur les premier et second éléments et traversant l'intervalle maintenu par la cale 4 ; et
- mettre un produit d'interface durcissable 5, tel que du mortier, dans ledit intervalle.

La barre peut comporter un premier segment 105, ci-dessous appelé barre d'armature, s'étendant dans la première pièce 1 et un second segment 3, ci-dessous appelé barre de connexion, s'étendant dans la seconde pièce 2. L'une au moins des première et seconde pièces préfabriquées peut présenter un canal ou conduit 201 disposé pour déboucher sur la face d'extrémité de ladite pièce préfabriquée et

recevoir un segment respectif de la barre lors de la mise en place de la seconde pièce. Plus particulièrement, chaque conduit 201 est propre à recevoir une barre de connexion 3.

5 A titre d'exemple, chaque pièce cylindrique présente une hauteur H, par exemple d'environ 20 mètres. L'épaisseur de sa paroi 10, 20 est parcourue de conduits 201, préférentiellement longitudinaux et répartis de façon équidistante. Chaque conduit 201 peut être centré dans l'épaisseur de la paroi ou peut être plus proche de la paroi interne du cylindre comme illustré sur les figures 6a et 6b.

10 Par exemple, chaque conduit 201 débouche plus particulièrement sur une surface annulaire d'extrémité inférieure de la pièce cylindrique et s'étend longitudinalement sur au moins une partie de sa hauteur H, et préférentiellement sur une hauteur inférieure au quart, voire au dixième, de la hauteur H de la pièce.

15 Comme illustré sur les figures 3 et 4, chaque pièce cylindrique peut comprendre au moins une niche 202 formée dans sa paroi 10, 20, préférentiellement dans sa partie interne et inférieure, de sorte que chaque conduit 201 débouche par une de ses extrémités dans une niche 202.

20 Comme illustré sur les figures 3, 4, 6a et 6b, chaque barre d'armature 105 comprend préférentiellement à son extrémité supérieure un coupleur 1051 mécanique venant au droit de la surface annulaire d'extrémité supérieure 104 de la première pièce cylindrique 1. Le coupleur mécanique est préférentiellement taraudé.

25 Chaque barre de connexion 3 est préférentiellement réalisée en acier faiblement allié et filetée à ces extrémités. Une première extrémité 31 filetée est propre à coopérer avec le taraudage du coupleur 1051 pour être fixée à une barre d'armature 105 ; une continuité du travail entre chaque barre de connexion 3 et chaque barre d'armature 105 est ainsi avantageusement obtenue. La seconde extrémité 32 filetée de chaque barre de connexion 3 est propre à former un boulon, c'est-à-dire à coopérer avec un écrou de serrage 6 et éventuellement une rondelle.

30 Le procédé d'édification peut comprendre le dépôt d'une pluralité de cales 4, conjointement avec le lit de mortier 5 sur la surface annulaire d'extrémité supérieure 104 de la première pièce cylindrique 1. Les cales sont préférentiellement réparties de façon équidistante sur cette surface et n'en font préférentiellement pas saillie.



Afin de garantir le remplissage correct de la jonction transversale, un mortier fluide non rétractable est préférentiellement utilisé pour constituer le lit de mortier 5.

Les cales 4 peuvent être avantageusement nivelées pour réaliser le réglage géométrique de l'assemblage des éléments et absorber les tolérances de fabrication des pièces en béton. En effet, de façon liée aux tolérances de fabrication de ces pièces, chaque joint transversal peut présenter une épaisseur, qui peut varier objectivement entre 5 mm et 25 mm ; et des cales de différentes épaisseurs ou d'épaisseurs variables peuvent être disposées en différents endroits de ladite surface pour mieux absorber ces variations.

Comme illustré sur les figures 6a et 6b, les cales 4 sont plus particulièrement disposées entre deux barres d'armature 105 premières voisines entre elles. Cet exemple n'est pas limitatif et les cales peuvent également être centrées sur les barres d'armature. A cette fin, chaque cale peut comporter un trou traversant et être par exemple de forme rectangulaire ou annulaire. En outre, le joint transversal peut comprendre une cale tous les deux intervalles consécutifs entre barres d'armature 105 comme illustré sur les figures 6a et 6b, aussi bien qu'une cale tous les intervalles ou tous les trois intervalles, etc.

Le procédé d'édification comprend la mise en place de la deuxième pièce cylindrique, par exemple à l'aide d'une grue, au-dessus des barres de connexion 3. Ces dernières s'insèrent en glissant dans les conduits 201 de la deuxième pièce cylindrique lorsque cette dernière est progressivement abaissée jusqu'à venir s'appuyer sur les cales 4. Il est à noter que les barres de connexion servent ici notamment de guide pour un placement adéquat de la deuxième pièce cylindrique sur la première.

Une fois la deuxième pièce mise en place, il est possible de venir, par la niche, visser un écrou de serrage 6 sur le filetage de chaque seconde extrémité filetée des barres de connexion et d'exercer ainsi une tension de précontrainte longitudinale entre les première et deuxième pièces cylindriques.

Avant de boulonner la seconde extrémité 32 filetée de chaque barre de connexion 3, l'espace entre chaque barre de connexion 3 et son premier conduit 201 peut être rempli par injection d'un produit de scellement durcissable, ou de mortier

liquide. Ainsi, une fois le mortier durci, chaque barre de connexion 3 constitue avantageusement une barre d'armature.

Lorsqu'est appliquée la tension de précontrainte, il est encore avantageusement possible de vérifier le nivellement de la surface annulaire d'extrémité supérieure de la deuxième pièce cylindrique en serrant davantage certains des différents boulons.

Au cours des phases d'édification, les mouvements de l'ouvrage 0 induits par l'action des vents et des effets thermiques ou rhéologiques créent des moments de flexion ou cycles de traction et de compression dans la jonction transversale entre les deux pièces cylindriques. Une tension de précontrainte adéquate est suffisante pour compenser ces moments ou cycles et permettre à la jonction transversale de ne pas expérimenter de décompression pouvant induire sa fissuration avant durcissement et/ou gain en résistance de ladite jonction.

La mise en place de la deuxième pièce cylindrique et sa mise en tension est préférentiellement réalisée avant durcissement du lit de mortier 5. Un bon contact sur toute la surface des cales 4 est ainsi obtenu. Pour minimiser le temps entre le dépôt du lit de mortier 5 et la mise en place de la deuxième pièce cylindrique, les barres de connexion 3 sont par exemple partiellement engagées dans les conduits 201 de la deuxième pièce cylindrique, préalablement audit dépôt.

Une fois la tension de précontrainte adéquate appliquée, il est avantageusement possible grâce au procédé selon l'invention d'assembler une troisième pièce cylindrique sur la deuxième, sans attendre que le joint transversal entre les première et deuxième pièces ait durci et/ou gagné en résistance. En effet, le joint transversal permet, sous l'action de la tension de précontrainte adéquate, la transmission des charges appliquées à l'ouvrage 0 partiellement ou complètement édifié que le joint transversal ait ou non durci et/ou gagné en résistance. En outre, le durcissement du joint transversal dépend de la phase d'assemblage considérée, mais pas des phases d'assemblage précédentes et suivantes.

Ainsi, dans son acceptation la plus large, le procédé d'édification permet d'extraire du chemin critique la nécessité d'attendre, entre deux phases d'assemblage, que les joints entre les pièces déjà assemblées aient durci et/ou gagné en résistance avant de poursuivre l'édification. Incidemment, le procédé

d'assemblage permet de réduire significativement le temps d'édification d'un ouvrage 0 composé de pièces préfabriquées en béton.

5 En outre, les joints transversaux entre les pièces cylindriques sont ainsi conçus afin de transmettre toutes les capacités de renfort vertical, auxquelles participent chaque barre 105, 3. De cette façon, il est possible de garantir un comportement correct de l'ouvrage 0, même partiellement érigé, notamment sous une action combinant simultanément sa flexion et sa torsion.

10 La jonction ainsi réalisée est propre à résister non seulement aux forces appliquées à la structure pendant et après sa construction, que ces forces soient d'origine externe ou liées aux opérations d'assemblage de la structure, mais également aux chargements cycliques en fatigue (cycles des pâles d'éolienne) appliqués à l'ouvrage en service, sans induire de fissuration des joints (conformément aux directives IEC 61400 et GL 2010 établissant la limite supérieure de fissuration admissible).

15 Au moins deux modes de réalisation du procédé selon l'invention sont envisagés selon que les cales 4 sont actives ou passives.

20 Dans le premier mode de réalisation du procédé mettant en œuvre des cales 4 passives, les cales sont préférentiellement collées à la surface annulaire d'extrémité supérieure de la première pièce cylindrique et peuvent être d'épaisseur et de composition variables propres à leur permettre de se compresser au moins sous l'action de la tension de précontrainte. Postérieurement à la disposition des cales 4 et préalablement à la mise en place de la deuxième pièce cylindrique 2, les cales 4 et la portion de surface annulaire restée libre entre les cales sont recouvertes du lit de mortier 5.

25 Dans le deuxième mode de réalisation du procédé mettant en œuvre des cales 4 actives, chaque cale consiste plus particulièrement en une chambre ou vérin pneumatique 4a tel que représenté sur les figures 6a et 6b. Les vérins sont préférentiellement réalisés en plaque d'acier mince à capacité de développement géométrique. Ils présentent une embouchure par laquelle un fluide, par exemple de 30 l'huile ou du mortier humide, peut être injecté, par exemple à l'aide d'une pompe.

Le procédé d'assemblage selon ce mode de réalisation comprend préférentiellement le dépôt du lit de mortier 5 sur la surface annulaire d'extrémité

supérieure 104 de la première pièce cylindrique 1, avant le dépôt des vérins 4a eux-mêmes sur ledit lit, afin de créer une surface d'assise rugueuse et d'asseoir correctement les vérins sur cette surface.

Après mise en place de la deuxième pièce et boulonnage de la seconde  
5 extrémité fileté 32 de chaque barre de connexion 3, le procédé comprend l'injection de liquide dans les vérins 4a plats de façon à les remplir pour leur conférer une forme gonflée. La force mise en œuvre pour le boulonnage peut être minimale, car ce boulonnage est simplement destiné à exercer une tension de précontrainte relativement faible, par exemple propre à éliminer tout jeu et tout vide dans le joint,  
10 de sorte que ce boulonnage peut être avantageusement réalisé 'à la main' ; la tension de précontrainte adéquate n'est donc pas induite par le seul boulonnage des barres de connexion 3, mais est liée à l'effort de compression induit par le gonflement des vérins 4a. En effet, comme illustré sur les figures 7a et 7b, le gonflement des vérins induit un écartement des deux pièces cylindriques 1, 2 entre  
15 elles et, grâce à la force de rappel exercée par les barres 105, 3, permet incidemment la mise en tension des première et seconde pièces cylindriques entre elles.

Dans ce deuxième mode de réalisation, les tolérances de fabrication des pièces cylindriques sont avantageusement naturellement absorbées. En outre, la  
20 maîtrise du remplissage permet de s'assurer qu'une tension de précontrainte adéquate telle que précédemment définie est atteinte, mais peut également servir au nivellement de la surface annulaire d'extrémité supérieure 204 de la deuxième pièce 2 et à la réalisation d'un réglage géométrique de l'assemblage des éléments, en remplissant davantage certains des vérins.

25 Selon une variante de ce mode de réalisation, les vérins 4a sont constitués d'un matériau poreux pour permettre à l'eau mouillant le mortier injecté dans les vérins de filtrer vers l'extérieur et par conséquent conférer au mortier contenu dans les vérins une consistance accrue.

De façon générale, c'est-à-dire adaptée aux deux modes de réalisation  
30 présentés ci-dessus, à mesure que l'édification du mât progresse ou une fois l'édification du mât achevée, le procédé peut comprendre le scellement des joints, le resserrage de l'écrou 6 et/ou le remplissage des niches 202.

Le scellement des joints consiste à injecter du mortier non rétractable à durcissement rapide entre les pièces cylindriques au niveau des joints. Cette étape a pour but de garantir l'intégrité des pièces assemblées et d'assurer l'étanchéité entre l'environnement extérieur et la structure intérieure des parois du mât, notamment de façon à éviter tout phénomène de corrosion des éléments métalliques. Le mortier injecté à cette étape n'a pas pour fonction de participer à la continuité de la transmission des forces dans la structure qu'elle soit partiellement ou complètement érigée, cette fonction étant pleinement assurée par les joints transversaux précédemment décrits. Le procédé permet donc avantageusement de procéder au scellement des joints en une seule phase. Cela permet encore une économie de temps significative dans l'édification du mât.

Eventuellement, le procédé d'assemblage comprend en outre le resserrage d'au moins un boulon formé de la seconde extrémité filetée 32 de chaque barre de connexion 3, ce resserrage étant préférentiellement réalisé lorsque les joints ont durci et gagné en résistance de sorte d'être réalisé sur une structure homogène.

Le procédé d'assemblage peut comprendre également le remplissage des niches 202 par exemple par du mortier liquide hautement résistant. Ce remplissage permet d'une part d'éviter la corrosion du boulon et d'éventuelles infiltrations dans les conduits 201, d'autre part de finir d'unir dans le béton le tout formé de la barre 105, 3, et de l'écrou de serrage 6 pour une transmission des forces au niveau des joints transversaux et dans toute la structure équivalente à celle qui serait obtenue pour une structure constituée en un seul bloc de béton armé ou précontraint.

Selon un deuxième mode d'assemblage, mode illustré sur les figures 2, 5, 6a et 6b, le procédé d'assemblage consiste en plus des étapes décrites ci-dessus à assembler des pièces formant chacune portion de cylindre pour obtenir une pièce cylindrique. Dans les mâts construits à partir de pièces formant portions de cylindre 11, 12, 13, 21, 22, 23, 24, en plus des joints transversaux tels que précédemment décrits, doivent être formés, nivelés et mis en tension des joints longitudinaux entre lesdites pièces, notamment afin de garantir un aspect monolithique à la structure et la transmission des forces tangentielles à travers les joints.

Chaque pièce formant portion de cylindre est significativement identique à une pièce cylindrique telle que décrite ci-dessus à la différence qu'elle consiste en

une portion de ladite pièce cylindrique préférentiellement découpée selon au moins un plan auquel appartient la génératrice de la pièce cylindrique. Dans l'exemple illustré sur la figure 2, chaque pièce forme plus particulièrement un quart de cylindre. Des pièces formant demi-cylindre ou tiers de cylindre sont également envisageables.

5 Sur la tranche longitudinale de chaque pièce formant portion de cylindre peut être ménagé un épaulement, tel qu'illustré sur les figures 6a et 6b, de façon à ce qu'une surface d'appui entre deux pièces soit ménagée sur leur tranche longitudinale.

10 Des systèmes d'ancrage 110 transversal temporaires garantissent le maintien des pièces entre elles par leurs surfaces d'appui pour former un cylindre. Les systèmes d'ancrage 110 transversal temporaires sont agencés de sorte qu'une tension de précontrainte transversale minimale soit atteinte. Chaque système d'ancrage transversal intègre par exemple des connexions vissées dans la paroi de chacune de deux pièces juxtaposées.

15 Chaque système d'ancrage 110 peut également servir au maintien d'un élément de coffrage 111 permettant, conjointement avec l'épaulement, de définir entre deux pièces juxtaposées une portion d'espace longitudinale ouverte par ses extrémités transversales inférieure et supérieure.

20 Consécutivement, à la mise en place de pièces temporairement assemblées entre elles sur une première pièce cylindrique, un mortier humide à durcissement rapide et haute résistance ou un mortier à grains de micro-béton est coulé dans les portions d'espace longitudinales ménagées entre les pièces. La surface annulaire d'extrémité supérieure de la première pièce constitue un élément de coffrage fermant chaque extrémité transversale inférieure des portions d'espace longitudinales.

25 L'agencement conjoint des systèmes d'ancrage 110 avec des poutres de serrage permet de réaliser une mise en tension transversale des pièces formant portions de cylindre suffisante pour qu'il ne soit avantageusement pas nécessaire d'attendre que les joints longitudinaux aient eu le temps de durcir et d'accroître leur résistance pour poursuivre l'édification du mât.

30 Ce procédé d'édification selon le deuxième mode d'assemblage présente en outre les mêmes avantages que ceux précédemment décrits relativement au procédé d'édification de pièces cylindriques.

Après durcissement et accroissement de la résistance du mortier coulé dans la portion d'espace longitudinale, les systèmes d'ancrage 110 et autres éléments de coffrage 111 sont retirés et une pièce cylindrique aux propriétés mécaniques équivalentes à une pièce cylindrique fabriquée d'un seul bloc est obtenue.

5 La présente invention concerne également l'ouvrage 0 obtenu par mise en œuvre du procédé d'édification selon l'une quelconque des particularités du procédé décrit ci-dessus, selon l'un quelconque des modes d'assemblage considérés ou selon une combinaison des deux modes d'assemblage considérés.

10 L'invention n'est nullement limitée au taraudage du coupleur mécanique qui est donné à titre d'exemple illustratif pour un mécanisme de mise en prise et peut être par exemple remplacé par une prise femelle de clipsage. De même, le filetage de la première extrémité 31 de chaque barre de connexion 3 est donné à titre d'exemple illustratif pour un mécanisme de mise en prise et peut être par exemple remplacé par une fiche mâle de clipsage adaptée à la prise femelle de clipsage  
15 précédemment évoquée. Un tel mécanisme de mise en prise par clipsage est par exemple décrit dans le document de brevet français N° 2970724.

Il en va de même pour le filetage de la seconde extrémité 32 de chaque barre de connexion 3 qui est donné à titre d'exemple pour l'agencement d'un dispositif de mise en tension ou de post-tension et peut être remplacé par exemple  
20 par une cale en coin agencée conjointement avec une fente pratiquée dans la seconde extrémité 32 de chaque barre de connexion 3.

En variante (non représentée), chaque pièce peut présenter non pas une seule pluralité de niches 202, mais deux pluralités de niches et chaque niche de la seconde pluralité est formée symétriquement à une niche de la première pluralité par exemple par rapport à un plan perpendiculaire à la génératrice de ladite pièce et  
25 situé à mi-hauteur de ladite pièce.

Selon cette variante, deux pièces peuvent être amenées l'une sur l'autre de sorte que les niches de chacune des pièces soient en regard l'une de l'autre pour former des paires jointes par un même conduit 201. La mise en place de la deuxième  
30 pièce sur la première est réalisée par coulissement le long d'une pluralité de barres, de sorte que les extrémités de chacune de ces barres débouchent dans les niches d'une même paire, lorsque les première et deuxième pièces sont en contact via le joint transversal. Chaque extrémité de chacune des barres de connexion peut alors

être boulonnée de manière à participer à la mise en tension. Cette variante est cependant plus coûteuse.

5 Il est à noter que, s'il est proposé que les niches 202 sont formées de façon adjacente à l'intervalle entre les faces d'extrémité 104, 203 respectives des premier et second éléments 1, 2, ou plus particulièrement dans une partie de la paroi 10, 20 de chaque pièce qui est inférieure au dixième de la hauteur H de la pièce, c'est notamment pour qu'un seul poste opérateur permette la mise en œuvre et/ou le contrôle des étapes du procédé d'édification selon l'invention.



## REVENDICATIONS

1. Procédé d'édification d'un ouvrage (0) comportant au moins deux éléments (1, 2) préfabriqués en béton, le procédé comprenant :

- 5
- installer un premier élément (1) en béton ;
  - mettre en place un second élément (2) en béton avec au moins une cale (4) maintenant un intervalle entre des faces d'extrémité respectives (104, 203) du premier élément et du second élément ;
  - mettre en tension au moins une barre (105, 1051, 3) tenue sur les
- 10 premier et second éléments et traversant l'intervalle maintenu par la cale (4) ; et
- mettre un produit d'interface durcissable (5) dans ledit intervalle.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la barre (105, 1051, 3) comporte un premier segment (105) s'étendant dans le premier élément (1) et un second segment (3) s'étendant dans le second élément (2), l'un au moins des

15 premier et second éléments préfabriqués présentant un canal (201) disposé pour déboucher sur la face d'extrémité dudit élément préfabriqué et recevoir un segment respectif de la barre lors de la mise en place du second élément.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel un produit de scellement durcissable est injecté dans le canal (201) après mise en tension de la barre pour

20 faire adhérer la barre au béton de l'élément présentant ledit canal.

4. Procédé selon la revendication 2 ou la revendication 3, dans lequel l'un des premier et second segments (105, 3) de la barre est noyé dans le béton de l'un des éléments préfabriqués, et l'autre segment de la barre est enfilé dans ledit canal formé dans l'autre élément préfabriqué lors de la mise en place du second élément

25 (2).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, dans lequel les premier et second segments (105, 3) sont initialement deux pièces distinctes, la barre comportant en outre un coupleur (1051) pour assembler les premier et second segments après installation du premier élément (1).

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel le premier segment (105) de la barre est noyé dans le béton du premier élément (1) préfabriqué, et dans lequel le coupleur (1051) comprend :

5 un raccord taraudé terminant le premier segment (105) de la barre au droit de la face d'extrémité du premier élément (1) ; et

un filetage formé sur le second segment (3) de la barre, lequel filetage est engagé dans le raccord taraudé pour réunir les premier et second segments de la barre.

10 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, dans lequel l'un au moins des premier et second segments (105, 3) de la barre, reçu dans un canal formé dans l'un des premier et second éléments (1, 2) préfabriqués, présente une extrémité filetée (32) à l'opposé de l'autre segment de la barre, ladite extrémité filetée étant accessible après mise en place du second élément et recevant un écrou (6) pour assembler les premier et second éléments.

15 8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel ladite extrémité filetée (32) d'un segment de la barre est accessible dans une niche (202) formée dans une paroi de l'élément comportant ledit canal (201) adjacente à l'intervalle entre lesdites faces d'extrémité respectives des premier et second éléments (1, 2).

20 9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel un produit de scellement durcissable est injecté dans le canal (201) et dans la niche (202) après mise en tension de la barre pour faire adhérer la barre au béton de l'élément présentant ledit canal et pour remplir au moins partiellement la niche en enrobant l'écrou (6) et l'extrémité filetée (32) du segment (3) de la barre.

25 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la cale (4) est passive, et dans lequel la mise en tension de la barre comprend l'application d'un effort de traction à une extrémité au moins de la barre.

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la barre a au moins une extrémité filetée (32) et l'effort de traction est appliqué en serrant un écrou (6) sur ladite extrémité filetée.

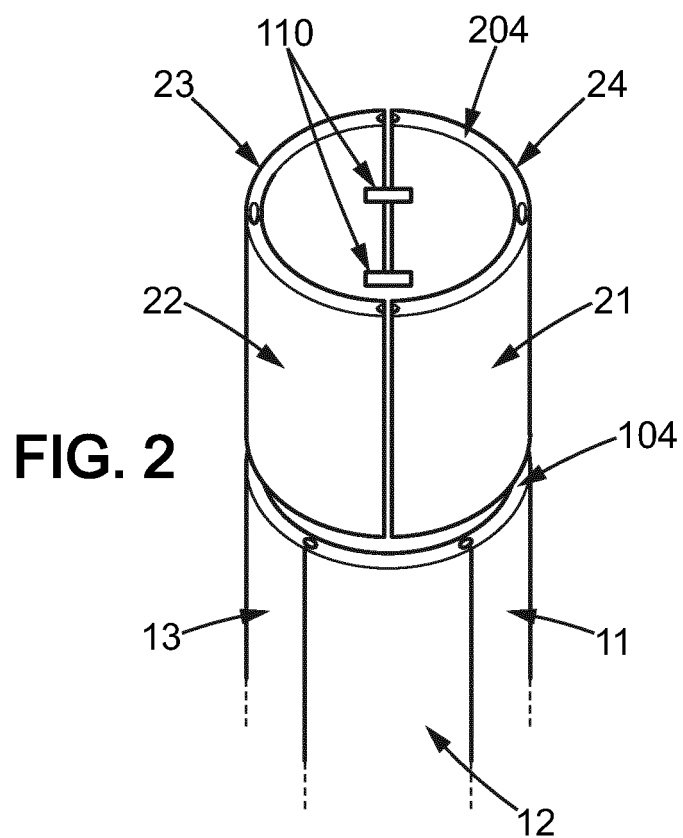
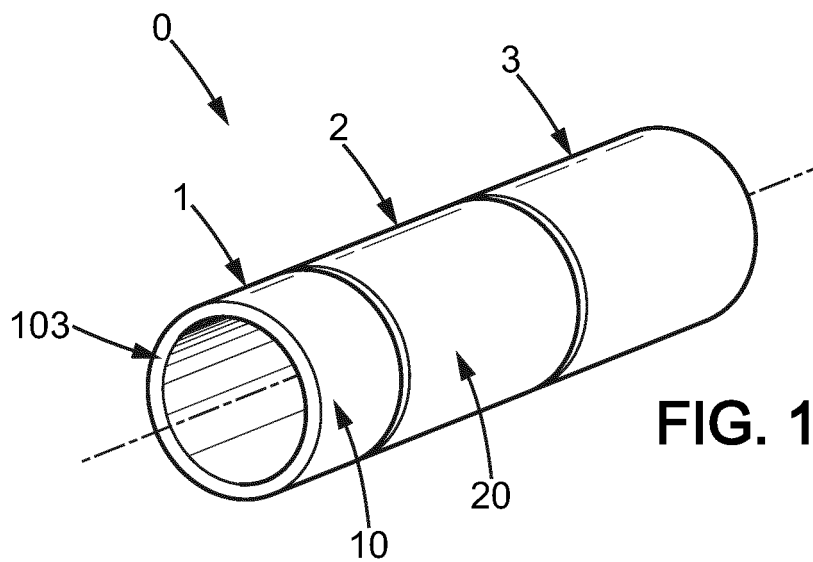
30 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel les premier et second éléments (1, 2) préfabriqués sont assemblés à l'aide de la

barre, après quoi la mise en tension de la barre comprend l'application d'un effort de compression tendant à élargir ledit intervalle.

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel la cale (4) comprend une chambre (4a) dans laquelle un fluide est injecté sous pression pour appliquer ledit effort de compression lors de la mise en tension de la barre.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une partie au moins du produit d'interface durcissable (5) est placée dans ledit intervalle lors de la mise en place du second élément (2) en béton.

15. Ouvrage (0) comportant au moins deux éléments (1, 2) préfabriqués en béton édifié par mise en œuvre du procédé d'édification selon l'une quelconque des revendications 1 à 14.



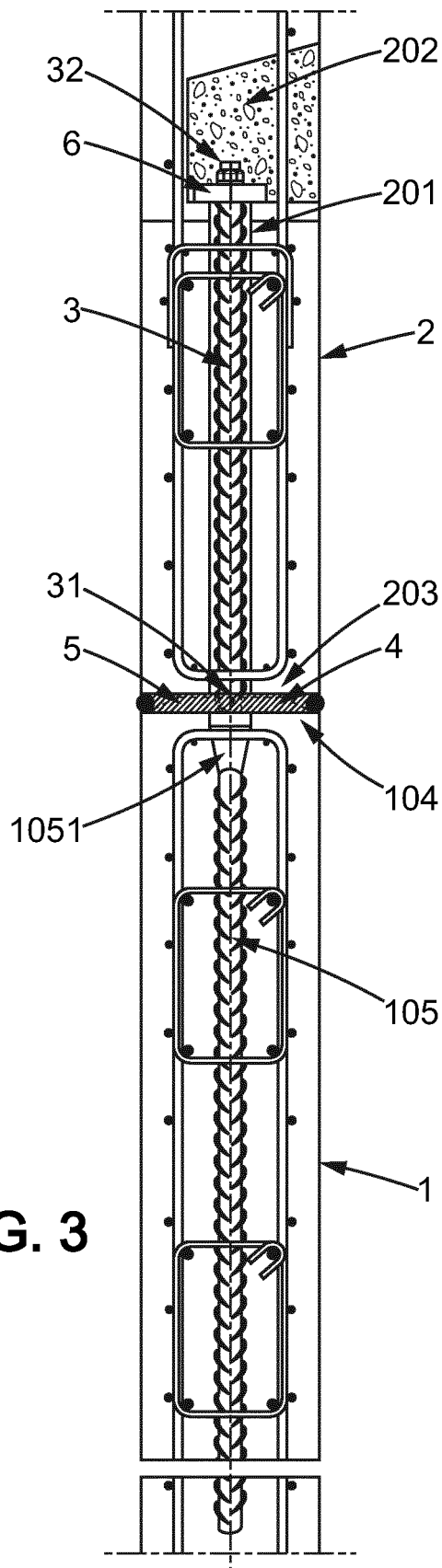


FIG. 3

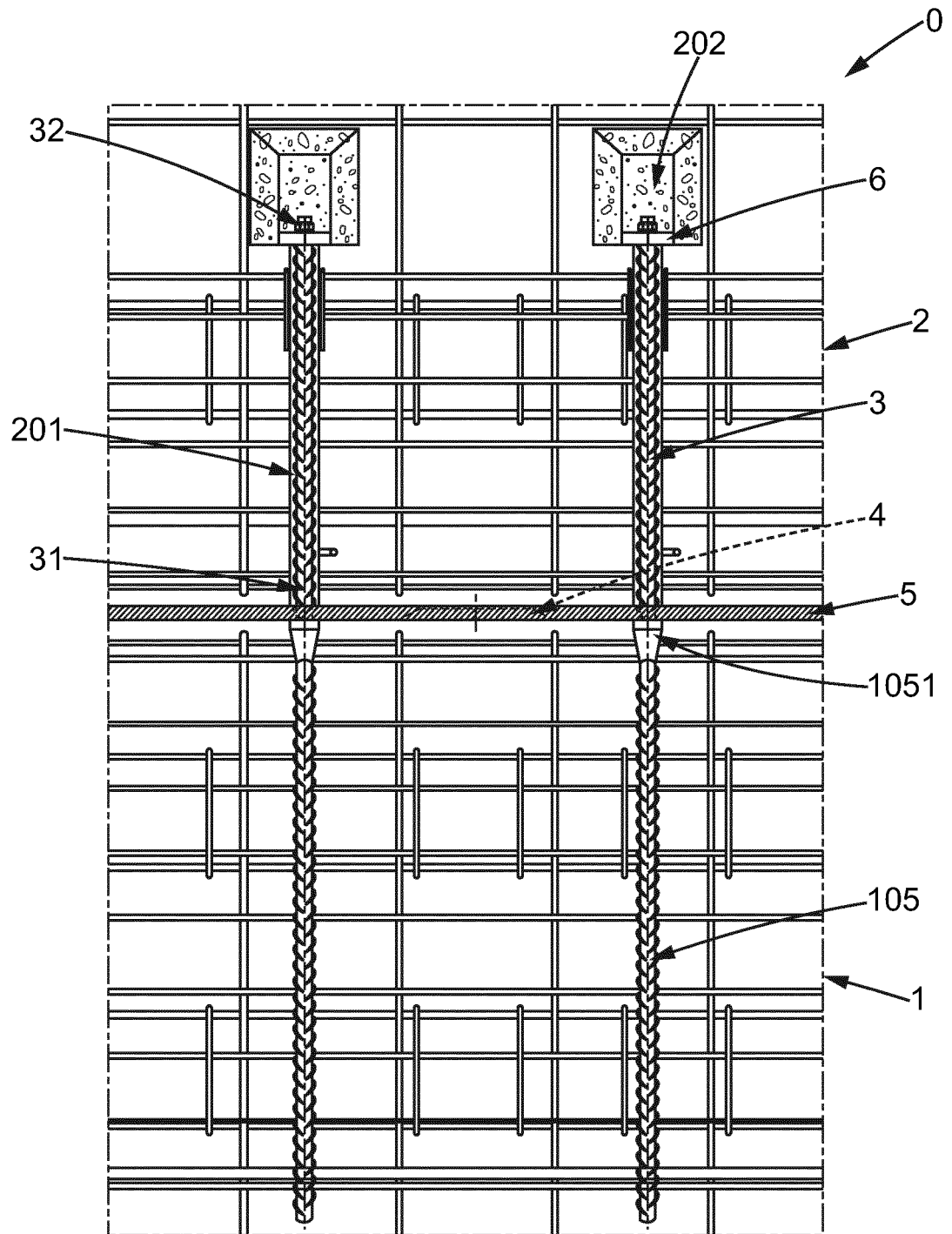


FIG.4



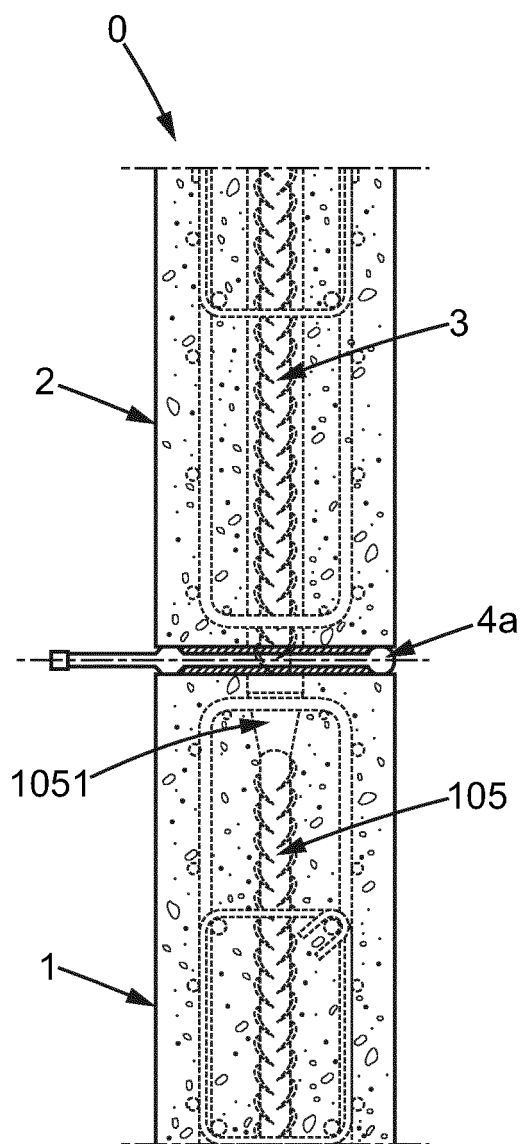


FIG. 7a

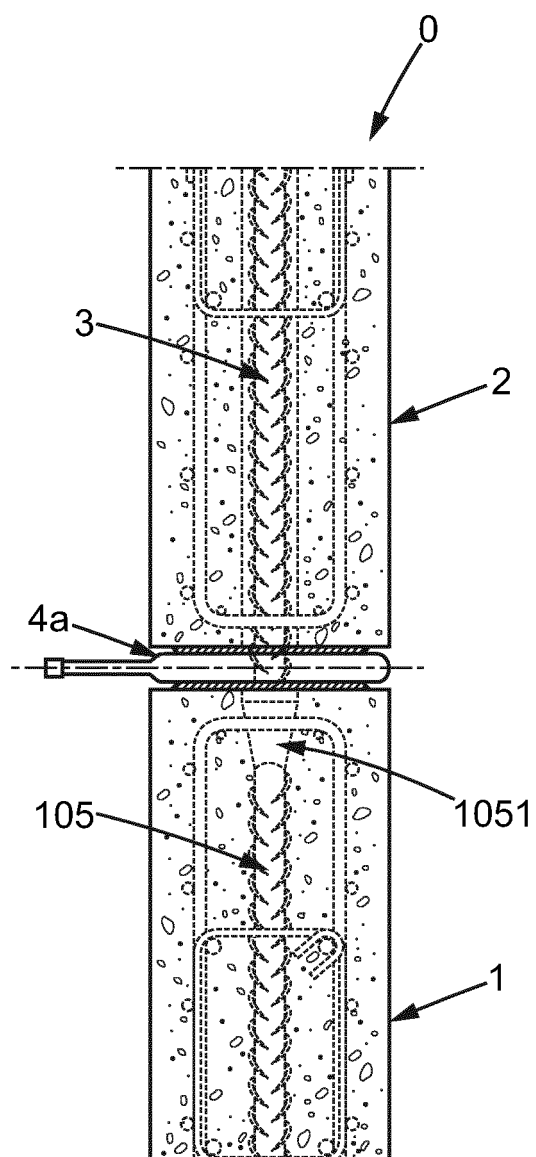


FIG. 7b





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 784080  
FR 1357550

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	AT 371 876 B (KOSS KURT [AT]) 10 août 1983 (1983-08-10) * page 4, ligne 7 - page 5, ligne 25; figure 6 *	1-15	E04B1/06 E04H12/12 E04H12/16  DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  B66F E04H E04G E04B
A	DE 203 07 595 U1 (VEIT DENNERT KG BAUSTOFFBETR [DE]) 10 juillet 2003 (2003-07-10) * page 4, ligne 13 - page 7, ligne 21; figures 1-2 *	1-15	
A	WO 2012/168467 A2 (INNEO TORRES S L [ES]; ESTEYCO EN S L [ES]; FERNANDEZ GOMEZ MIGUEL ANG) 13 décembre 2012 (2012-12-13) * page 15, ligne 4 - page 25, ligne 28; figure 3 *	1-15	
A	DE 16 84 403 A1 (RITTER HANS) 30 octobre 1969 (1969-10-30) * page 5, ligne 10 - page 7, ligne 9; figures 1-3 *	1-15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
8 avril 2014		Dieterle, Sibille	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1357550 FA 784080**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **08-04-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
AT 371876	B	10-08-1983	AUCUN	
-----				
DE 20307595	U1	10-07-2003	AUCUN	
-----				
WO 2012168467	A2	13-12-2012	AR 086661 A1	15-01-2014
			AU 2012266226 A1	09-01-2014
			BR 102012013858 A2	30-07-2013
			CA 2838413 A1	13-12-2012
			EP 2718520 A2	16-04-2014
			ES 2401787 A2	24-04-2013
			UY 34119 A	31-01-2013
			WO 2012168467 A2	13-12-2012
-----				
DE 1684403	A1	30-10-1969	AUCUN	
-----				