

(19)



(11)

**EP 2 868 829 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**06.05.2015 Bulletin 2015/19**

(51) Int Cl.:  
**E04C 3/12 (2006.01)**      **E04C 3/18 (2006.01)**  
**E04G 21/12 (2006.01)**    **E04G 23/02 (2006.01)**  
**E04C 5/08 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **14190572.9**

(22) Date de dépôt: **28.10.2014**

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

(72) Inventeurs:  
 • **MENARD, Marc-Henry**  
**92600 ASNIERES (FR)**  
 • **REDON, Carl**  
**94300 VINCENNES (FR)**

(30) Priorité: **30.10.2013 FR 1360619**

(74) Mandataire: **Casalonga**  
**Casalonga & Partners**  
**Bayerstraße 71/73**  
**80335 München (DE)**

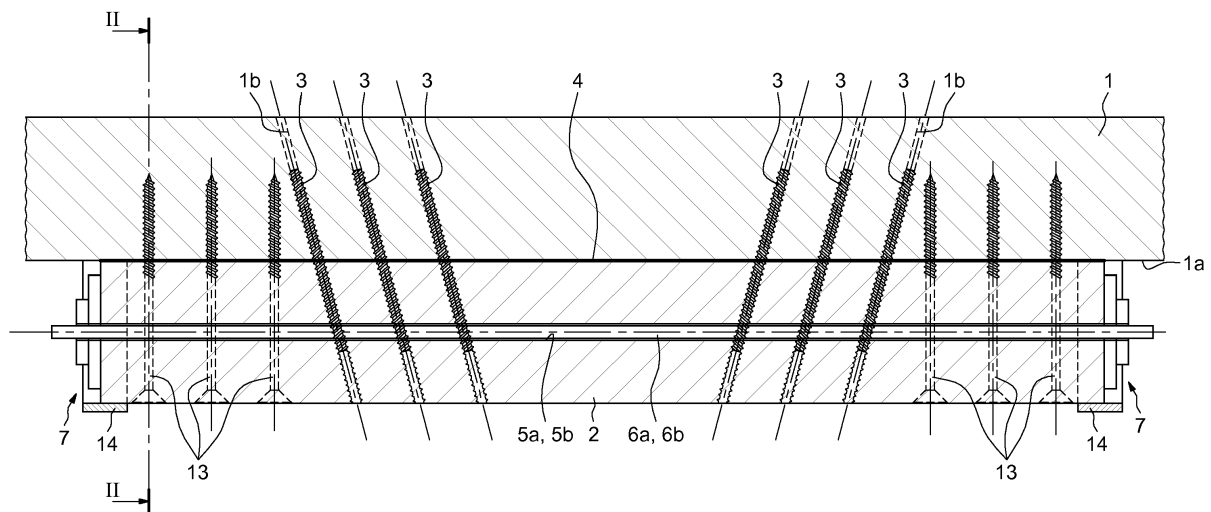
(71) Demandeur: **M LEFEVRE**  
**75008 Paris (FR)**

(54) **Procédé de renforcement d'un élément de construction en bois par assemblage d'un module de renfort mis en post-tension**

(57) Procédé de renforcement d'un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé (1), dans lequel  
 - on fixe, sur au moins une des faces (1a) dudit élément de construction (1), par l'intermédiaire d'au moins un connecteur (3), au moins un module de renfort (2) en bois

massif ou en bois lamellé collé,  
 - on insère dans au moins un logement (5a, 5b) prévu dans le module de renfort (2), au moins un toron (6a, 6b),  
 - on met en post-tension ledit toron (6a, 6b) par un système de mise en post tension (10), et  
 - on fixe ledit toron (6a, 6b) par un dispositif d'ancrage (7).

**FIG.1**



**EP 2 868 829 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne le domaine du renforcement de structures de construction en bois (neuf ou ancien, massif, lamellé-collé ou assemblage) s'étendant entre au moins deux points d'appui et travaillant en flexion, en traction, en compression, en flambement ou au déversement.

**[0002]** Au cours du temps, de telles structures sont susceptibles de se dégrader pour diverses raisons, telles que des infiltrations d'eau, provoquant une dégradation du matériau constituant la structure, des phénomènes de tassement du sol provoquant un mouvement des fondations du bâtiment, une modification du bâtiment postérieurement à sa construction, une surcharge de la structure provoquant des cassures etc...

**[0003]** Des surcharges permanentes ou ponctuelles dues à l'exploitation, peuvent également être appliquées à la structure de construction en bois, ce qui nécessite d'augmenter sa capacité portante en augmentant son inertie. L'évolution des normes de calcul de structure peut également nécessiter une mise en conformité de la structure de construction imposant d'augmenter son inertie.

**[0004]** De façon connue, la restauration des structures bois, de type plancher, poutre, etc..., présentant des fissurations, dégradations ou déformations, peut être réalisée par remplacement des éléments dégradés ou cassés nécessitant des échafaudages, voire une déconstruction puis une reconstruction partielle ou totale de l'ouvrage. De tels procédés affectent les structures environnantes et imposent des contraintes importantes en terme d'exploitation et de mise en oeuvre, notamment le délai d'immobilisation du bâtiment et le coût, et ne permettent pas de renforcer des ouvrages trop sollicités ou dégradés, en toute fiabilité et en toute sécurité, pour un coût raisonnable.

**[0005]** Il est possible d'utiliser des câbles ou tirants sous-tendus fixés à chaque extrémité de la poutre à renforcer et à un élément métallique disposé perpendiculairement à la poutre à renforcer.

**[0006]** Toutefois, un tel système de renforcement présente un encombrement important réduisant ainsi l'espace d'exploitation autour de la poutre à renforcer. De plus, les matériaux métalliques nécessaires présentent une mauvaise tenue au feu.

**[0007]** Il est également possible d'utiliser des modules de renfort à ajouter sur l'une des faces de la poutre à renforcer.

**[0008]** Ainsi, on renforce les éléments de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé par l'intégration de modules de renfort ou prothèses en bois ou en lamellé-collé par exemple sur la surface inférieure, dite intrados, de l'élément de construction à renforcer.

**[0009]** Une telle prothèse peut être de hauteur constante ou variable et sa longueur est souvent limitée à la zone centrale de la poutre où les moments fléchissant sont élevés.

**[0010]** La prothèse contribue ainsi à augmenter l'inertie de la poutre renforcée et peut lui être adjointe soit directement, auquel cas la prothèse n'est active qu'après mise en surcharge de la poutre, soit après une étape dit de vérinage consistant à la création d'une contre-flèche, donnée à la poutre au moment de son renforcement à l'aide de vérins, afin que la prothèse soit immédiatement en tension lors du déverinage de l'ensemble.

**[0011]** Toutefois, bien que de tels modules de renfort présentent une bonne tenue au feu, ils nécessitent l'utilisation de tours échelle d'étalement afin de leur donner une contre-flèche qui impose de disposer d'un grand espace d'exploitation autour de la poutre à renforcer.

**[0012]** De plus, il n'est pas possible d'augmenter leur rigidité sans augmenter leur dimension.

**[0013]** Le but de l'invention est donc de pallier ces inconvénients et de simplifier la mise en oeuvre du renforcement en facilitant sa pose sur un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé collé qui peut s'être déformé par rapport à sa forme initiale, par exemple une poutre fléchie. L'objet de l'invention est donc de fournir une contre-flèche au module de renfort sans utiliser de tour échelle d'étalement, permettant ainsi de renforcer des poutres même dans les espaces les plus difficiles d'accès.

**[0014]** Un autre objet de l'invention est d'amener des modules de renfort bout à bout à assembler directement sur le site, par exemple sous la poutre à renforcer, afin d'assurer la continuité mécanique des efforts de traction que doit reprendre le renfort assemblé.

**[0015]** Dans un mode de réalisation, l'invention concerne un procédé de renforcement d'un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé, dans lequel on fixe, sur au moins une des faces dudit élément de construction, par l'intermédiaire d'au moins un connecteur, au moins un module de renfort en bois massif ou en bois lamellé collé. On insère dans au moins un logement prévu dans le module de renfort, au moins un toron, on met en post-tension ledit toron par un système de mise en post tension, et on fixe ledit toron par un dispositif d'ancrage.

**[0016]** Dans un mode de réalisation, le dispositif d'ancrage comprend une plaque d'appui fixée à chaque extrémité du module de renfort et un dispositif de serrage comportant une mâchoire conique apte à serrer chaque extrémité du toron correspondant.

**[0017]** Dans un mode de réalisation, on fixe, sur au moins une des faces dudit élément de construction, au moins deux modules de renfort adjacents en bois massif ou en bois lamellé collé liés par le toron mis en post-tension.

**[0018]** Avantagusement, on fixe une première plaque d'appui à une première extrémité du premier module de renfort, on accole la deuxième extrémité du premier module de renfort à une première extrémité du deuxième module de renfort adjacent et on fixe une deuxième plaque d'appui à une deuxième extrémité du deuxième module de renfort.

**[0019]** Par exemple, on peut positionner des moyens de protection en bois contre le feu autour des plaques d'appui.

**[0020]** Selon un autre mode de réalisation, le dispositif d'ancrage est un liant apte à sceller au moins une partie du toron à l'intérieur logement prévu dans le(s) module(s) de renfort.

**[0021]** Les connecteurs peuvent être des vis, des goujons scellés par un liant (non représenté) tel que par exemple une résine ou une colle simultanément dans la poutre et le module de renfort, ou encore des armatures constituées par des tiges ou barres rigides, par exemple en fibre de verre, de carbone, en acier ou autre...

**[0022]** Le liant peut être une résine, par exemple de type époxy, ou une colle, par exemple, de type cyanoacrylate, polyuréthane, formaldéhyde ou toute autre colle ou résine appropriée.

**[0023]** Le toron peut être réalisé en matériau métallique, en matériau synthétique, en matériau composite ou minéral.

**[0024]** Dans un mode de réalisation, le logement pour le toron est usiné dans le(s) module(s) de renfort.

**[0025]** Dans un autre mode de réalisation, le logement pour le toron est réalisé en laissant subsister des lacunes entre les lamelles du(des) module(s) de renfort en bois lamellé-collé lors de sa fabrication.

**[0026]** Avantageusement, on insère une gaine dans les lacunes formant un logement avant l'application d'un effort de pression nécessaire à la fabrication du module de renfort en bois lamellé-collé. Ainsi, on évite l'obstruction des lacunes par la colle lors de l'effort de pression appliqué sur la superposition des lames en bois et des couches de colle. La gaine peut présenter des surfaces internes et externes qui peuvent être lisses ou annelées suivant les degrés d'adhérence requis entre le bois et la gaine et entre le toron et la gaine.

**[0027]** Le logement peut être sensiblement incliné par rapport à l'axe longitudinal du(des) modules de renfort afin de donner au toron une forme sensiblement parabolique.

**[0028]** Avantageusement on fixe le module de renfort à la poutre à renforcer par collage.

**[0029]** Dans un mode de réalisation, on positionne au moins une armature de frettage dans un perçage pratiqué respectivement dans le(s) module(s) de renfort et la poutre à renforcer.

**[0030]** D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée de quelques modes de réalisation pris à titre d'exemples nullement limitatifs et illustrés par les dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 1a illustre schématiquement un détail de la figure 1 ;
- la figure 2 représente une vue en coupe II-II de l'élé-

ment de construction renforcé selon la figure 1 ;

- la figure 3 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un troisième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 5 représente une vue en coupe d'un élément de construction renforcé selon le procédé de renforcement selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

**[0031]** Sur la figure 1 est représentée une poutre 1, par exemple en bois massif ou lamellé collé, possédant une surface inférieure, dite intrados ou plan convexe 1a, et devant être renforcée soit en raison d'une dégradation de ses propriétés mécaniques, soit en raison d'un accroissement de la charge qu'elle doit supporter.

**[0032]** Un module de renfort 2 en bois massif ou en bois lamellé collé est fixé sur la face inférieure 1a de la poutre 1 par l'intermédiaire d'une pluralité de connecteurs 3. Tels qu'illustrés, les connecteurs 3 sont des vis, au nombre de six, disposées de manière inclinée par rapport à la direction longitudinale de la poutre à renforcer 1. En variante, les connecteurs 3 pourraient être disposés de manière sensiblement perpendiculaire à la direction longitudinale de la poutre à renforcer 1. On notera que l'on pourrait prévoir un nombre de connecteurs supérieur ou égal à un.

**[0033]** En variante, on notera que les connecteurs 3 peuvent être des goujons scellés par un liant (non représenté) tel que par exemple une résine ou une colle simultanément dans la poutre et le module de renfort, ou encore des armatures constituées par des tiges ou barres rigides, par exemple en fibre de verre, de carbone, en acier ou autre...

**[0034]** Pour assembler le module de renfort 2 à la poutre 1, on positionne les connecteurs 3 dans des perçages 1b pratiqués respectivement dans le premier module de renfort 2 et dans la poutre 1 à renforcer.

**[0035]** La surface inférieure 1a de la poutre à renforcer 1 est collée par un liant 4, tel que par exemple de la colle, avec le module de renfort 2. Ainsi, le module de renfort est assemblé par collage et vissage ou par collage et brochage.

**[0036]** Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, le module de renfort 2 comporte deux logements 5a, 5b prévus pour recevoir chacun un toron 6a, 6b.

**[0037]** Le module de renfort 2 est réalisé en bois lamellé collé par la superposition de plusieurs couches de lames en bois (non représentées), tout en laissant subsister des lacunes afin de former un passage 5a, 5b pour le toron correspondant 6a, 6b. En variante, on pourrait prévoir de réaliser un perçage dans le module de renfort 2. On pourrait également prévoir que le module de renfort 2 soit réalisé en bois massif.

**[0038]** On notera que l'on pourrait prévoir un nombre de logement et de toron supérieur ou égal à un.

**[0039]** Le toron est réalisé en matériau métallique par exemple à haute limite élastique de type T15, en fibre de carbone, fibre de verre, fibre d'aramide, fibre minérale ou tout autre matériau synthétisé à base de polymère. Le toron peut également être réalisé en matériau composite tels que des joncs en carbone-époxy, verre-époxy, verre-vinylester, aramide-époxy, etc...

**[0040]** On notera que l'on pourrait prévoir une pluralité de torons afin de former un ou plusieurs câbles.

**[0041]** Chacun des torons 6a, 6b est mis en post tension par un système de mise en post tension 10 illustré en détail à la figure 1a.

**[0042]** Un premier moyen d'ancrage 7 est fixé à une première extrémité de chacun des torons 6a, 6b et un deuxième moyen d'ancrage 7 est fixé à une deuxième extrémité de chacun des torons 6a, 6b. Les deux moyens d'ancrage 7 sont identiques entre eux et seul le moyen d'ancrage 7 situé à une extrémité du 6a est illustré en détails sur la figure 1a et sera décrit. Tel qu'illustré en détail sur la figure 1a, le deuxième moyen d'ancrage 7 est relié à un système de mise en post tension 10 tel que par exemple un vérin hydraulique extérieur au module de renfort 2 et dont le déplacement selon les flèches F provoque la tension des torons 6a, 6b entre les deux moyens d'ancrage 7.

**[0043]** Chacun des moyens d'ancrage 7 comprend par exemple une plaque d'appui 8 disposée à chaque extrémité des torons 6a, 6b et est pourvu d'un passage 8a pour le toron 6a, 6b correspondant.

**[0044]** Tel qu'illustré, chacun des moyens d'ancrage 7 comprend en outre un dispositif de serrage 9 comportant, par exemple, un corps cylindrique 9a et une mâchoire conique 9b présentant une surface extérieure de forme conique coopérant avec un alésage 9c de forme correspondante réalisé dans le corps cylindrique 9a. Le corps cylindrique 9a présente sur sa surface extérieure de révolution une partie filetée 9d destinée à coopérer avec un moyen de vissage 9e. Le toron correspondant 6a passe dans un passage (non référencé) prévu à l'intérieur du corps cylindrique 9a du dispositif de serrage 9 et est serré entre les mâchoires coniques 9b, disposées respectivement à une extrémité du toron correspondant, par le moyen de vissage 9e. On pourrait prévoir tout autre moyen permettant d'ancrer chaque extrémité des torons 6a, 6b.

**[0045]** Tel qu'illustré, un système de vérin hydraulique 10 comprend un corps tubulaire 10a entourant le dispositif de serrage 9 et en appui axial sur l'une seule des plaques d'appui 8. Le corps tubulaire 10a comporte une ouverture (non représentée) afin de permettre le vissage du dispositif de serrage 9. On notera que l'on pourrait prévoir plusieurs ouvertures de vissage sur le corps tubulaire 10a.

**[0046]** Le corps tubulaire 10a est prolongé par un vérin 11 alimenté par une pompe hydraulique (non représentée) destinée à injecter un fluide par le passage 11a afin

de déplacer le vérin 11 selon la flèche F. Le système de vérin hydraulique 10 comprend également un dispositif de serrage 12 est disposé à une extrémité du toron correspondant 6a. Le dispositif de serrage 12 comprend une clavette conique 12a destinée à coopérer avec une mâchoire 12b de forme correspondante. On notera que l'on pourrait prévoir tout autre moyen de serrage et de mise en tension du toron.

**[0047]** Le système de vérin hydraulique 10 permet de tendre le toron 6a, puis le dispositif de serrage 9 vient ancrer le toron 6a dans la position tendue afin d'assurer la post tension du toron. L'effort de précontrainte de chacun des torons 6a, 6b est transféré au module de renfort 2 par l'intermédiaire des plaques d'appui 8 du dispositif d'ancrage 7. La précontrainte est utilisée ici pour maintenir le module de renfort 2 dans un état de traction restreint, voire comprimé, et augmenter ainsi sa résistance à la traction et à la flexion.

**[0048]** Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, des armatures 13, telles que par exemple des vis ou des tiges, sont positionnées aux extrémités du module de renfort 2 de part et d'autre des logements 5a, 5b pour les torons 6a, 6b. Tel qu'illustré, les armatures de frettage 13 sont au nombre de trois rangées de trois armatures. En variante, on pourrait prévoir une unique rangée d'armature de frettage comportant au moins une armature de frettage. A titre d'exemple non limitatifs, les armatures peuvent être en matériau métallique.

**[0049]** Ces armatures 13 sont destinées à assurer le frettage du module de renfort 2 et la poutre à renforcer 1. En pratique, ces tiges ou vis de frettage 13 sont insérées dans des perçages (non référencés) pratiqués perpendiculairement aux torons 6a, 6b dans le module de renfort 2 et dans la poutre à renforcer 1.

**[0050]** En variante, on pourrait prévoir de positionner ces tiges ou vis de frettage 13 dans des perçages sensiblement inclinés par rapport à l'axe perpendiculaire aux torons 6a, 6b.

**[0051]** Ces vis ou tiges de frettage 13 permettent d'éviter la formation de fissures dans le module de renfort 2 à l'interface entre la poutre à renforcer 1 et le module de renfort 2, dans des axes horizontaux et parallèles aux torons 6a, 6b lorsque la poutre à renforcer est soumis à un effort de flexion important. La concentration de contrainte de cisaillement étant maximale aux extrémités du module de renfort, il est nécessaire de positionner les armatures de frettage à proximité des extrémités. En variante, on pourrait ne pas prévoir d'armatures de frettage entre le module de renfort et la poutre à renforcer.

**[0052]** On notera que l'on pourrait prévoir comme armature de frettage, des vis auto foreuses ne nécessitant pas la création d'un perçage au préalable.

**[0053]** On notera que l'on pourrait prévoir de positionner des moyens de protection en bois contre le feu 14 autour de chacune des plaques d'appui 8. On notera également que l'épaisseur du bois autour de chaque toron peut être calculée en fonction de la tenue au feu souhaitée.

**[0054]** Le mode de réalisation illustré sur la figure 3, dans lequel les mêmes éléments ont les mêmes références, diffère du mode de réalisation illustré sur la figure 1 par l'ancrage des torons 6a, 6a dans le logement correspondant 5a, 5b.

**[0055]** Après avoir mis en post-tension les torons 6a, 6b par l'intermédiaire du système hydraulique 10 décrit en référence à la figure 1a, les torons 6a, 6b sont maintenus en tension par les dispositifs de serrage 9 disposés à chacune des extrémités des torons 6a, 6b.

**[0056]** Un liant 15 est ensuite injecté dans les logements 5a 5b pour les torons 6a, 6b afin de lier les torons 6a, 6b au module de renfort 2. Le liant peut être injecté sous pression dans l'axe des logements, soit via des ouvertures latérales (non représentées) débouchant dans les logements 5a, 5b et permettant l'écoulement du liant par gravitation. Le liant peut être une résine, par exemple de type époxy, ou une colle, par exemple, de type cyanoacrylate, polyuréthane, formaldéhyde ou toute autre colle ou résine appropriée. Le liant peut être thixotrope ou fluide.

**[0057]** Après la mise en post-tension réalisée et après durcissement du liant 15, les tensions appliquées aux torons 6a, 6b sont transmises au module de renfort 2 en désolidarisant les moyens de serrage 9 ainsi que le système de vérin extérieur 10. Le liant 15 joue ici le rôle de moyen d'ancrage des torons 6a, 6b. L'effort des torons 6a, 6b est ainsi transmis au module de renfort 2 par l'intermédiaire du liant 15.

**[0058]** On notera que le liant 15 peut être disposé uniquement sur une partie du toron 6a, 6b à sceller.

**[0059]** En variante, il est possible de combiner les modes de réalisation des figures 1 et 3 afin d'obtenir comme moyens d'ancrage des torons 6a, 6b la combinaison du liant 15 et des dispositifs d'ancrage 7.

**[0060]** Le mode de réalisation illustré sur la figure 4, dans lequel les mêmes éléments ont les mêmes références, diffère du mode de réalisation illustré sur la figure 1 par le nombre de modules de renfort 2.

**[0061]** Tel qu'illustré sur la figure 4, plusieurs modules de renfort adjacents 2, 2n, 2(n+1), par exemple au nombre de trois, en bois massif ou en bois lamellé collé sont fixés sur la face inférieure 1a de la poutre à renforcer 1 par l'intermédiaire d'une pluralité de connecteurs 3 identiques aux connecteurs en référence à la figure 1.

**[0062]** De manière identique au procédé de renforcement illustré sur les figures 1 à 3, pour assembler les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) à la poutre 1, on positionne les connecteurs 3 dans des perçages 1b pratiqués respectivement dans chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) et dans la poutre 1 à renforcer.

**[0063]** La surface inférieure 1a de la poutre à renforcer 1 est collée par un liant 4, tel que par exemple de la colle, avec chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1), permettant de reprendre les efforts de cisaillement entre la poutre à renforcer 1 et les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1).

**[0064]** Tel qu'illustré sur la figure 4, les modules de

renfort 2, 2n, 2(n+1) sont liés par deux torons 6a, 6b mis en post-tension insérés respectivement dans un logement correspondant 5a, 5b prévus dans chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1).

**[0065]** Chacun des torons 6a, 6b est mis en post-tension par le système de mise en post-tension 10 et ancré par les moyens d'ancrage 7 illustrés en détail à la figure 1a. La mise en post-tension des torons 6a, 6b ne sera pas davantage décrite.

**[0066]** Afin de lier les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) entre eux, on fixe une première plaque d'appui 8 à une première extrémité du premier module de renfort 2, on accole la deuxième extrémité du premier module de renfort 2 à une première extrémité du deuxième module de renfort adjacent 2n, on accole la deuxième extrémité du deuxième module de renfort 2n à une première extrémité du troisième module de renfort adjacent 2(n+1) et on fixe une deuxième plaque d'appui 8 à une deuxième extrémité du troisième module de renfort 2(n+1). En d'autres termes, les plaques d'appui 8 sont disposées aux extrémités des torons 6a, 6b, indépendamment du nombre de modules de renfort.

**[0067]** Les torons 6a, 6b viennent ainsi plaquer les deux modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) l'un contre l'autre.

**[0068]** Il est possible d'assembler d'abord les modules de renfort 2, 2n, 2(n+1) entre eux, puis de fixer l'ensemble sur la surface inférieure 1a de la poutre à renforcer 1.

**[0069]** Alternativement, il est possible de fixer à la surface inférieure 1a de la poutre à renforcer chacun des modules de renfort 2, 2n, 2(n+1), puis d'insérer les torons 6a, 6b dans le logement 5a, 5b correspondant et d'appliquer la précontrainte.

**[0070]** De manière identique au procédé de renforcement selon la figure 3, on pourrait prévoir que les moyens d'ancrage soient réalisés par le liant seul ou la combinaison du liant et du dispositif d'ancrage 7 illustré en détail sur la figure 1a.

**[0071]** De manière similaire au procédé décrit en référence à la figure 1, on peut positionner un moyen de protection en bois (non représenté) contre le feu autour des plaques d'appui 8. On pourrait également prévoir des armatures de frettage aux extrémités de chaque module de renfort ou uniquement à proximité des extrémités des torons.

**[0072]** Le mode de réalisation illustré sur la figure 5, dans lequel les mêmes éléments ont les mêmes références, diffère du mode de réalisation illustré sur la figure 1 par la forme des logements 5a, 5b pour les torons 6a, 6b.

**[0073]** Le logement 5a, 5b pour le toron correspondant 6a, 6b est réalisé en laissant subsister des lacunes entre les lamelles du module de renfort en bois lamellé-collé lors de sa fabrication, afin de former un logement sensiblement incliné par rapport à l'axe longitudinal du module de renfort 2. Ainsi le toron inséré dans ce logement aura une forme sensiblement parabolique.

**[0074]** Lors de la fabrication connue du module de renfort en bois lamellé-collé, on empile successivement une lame de bois et une couche de colle, puis on crée un

effort de pression. La création de lacune est réalisée par la superposition de lames de bois de longueur différentes. L'effort de pression nécessaire à la fabrication du module de renfort en bois lamellé-collé va faire déborder la colle et ainsi venir obstruer les lacunes. Une gaine (non représentée), de préférence annelée, peut être insérée dans chacun des logements 5a, 5b formés par les lacunes avant l'application de l'effort de pression afin d'éviter l'obstruction des lacunes. Sous l'action de l'effort de pression, la colle, présente lors de la fabrication du module de renfort, va venir se répartir autour des gaines. Ainsi, chacun des torons 6a, 6b pourront être aisément insérés dans la gaine correspondante.

**[0075]** On notera que le procédé de renforcement ne se limite pas à l'utilisation d'un ou deux ou trois modules de renfort. On pourrait, en variante utiliser un nombre de modules de renfort supérieur à trois, afin, par exemple, de réparer une grande surface ou longueur d'une poutre endommagée.

**[0076]** En variante, on pourrait fixer les modules de renfort sur la face supérieure ou sur une face latérale de la poutre à renforcer.

**[0077]** On notera que les armatures 13 et les moyens de protections contre le feu 14 illustrés à la figure 1 peuvent être utilisés dans tous les modes de réalisation décrits ci-dessus.

**[0078]** L'invention est adaptée à toute structure dont une surface doit être réparée, tant pendant les travaux de renforcement qu'à l'issue de ceux-ci.

**[0079]** Grâce à l'invention, on peut redonner de la résistance à la flexion, en traction, en compression, en flambement ou au déversement à la poutre en bois ou en lamellé collé endommagée grâce d'une part à la fixation par l'intermédiaire d'au moins un connecteur, complété ou non par une injection de résine ou de colle, de modules de renfort en bois ou en lamellé-collé sur au moins une surface de la poutre endommagée et d'autre part par un assemblage linéique des modules de renfort entre eux.

**[0080]** La poutre en bois endommagée est ainsi restaurée directement sur place grâce au procédé de renforcement décrit.

## Revendications

1. Procédé de renforcement d'un élément de construction en bois massif ou en bois lamellé-collé (1), dans lequel

- on fixe, sur au moins une des faces (1a) dudit élément de construction (1), par l'intermédiaire d'au moins un connecteur (3), au moins un module de renfort (2, 2n, 2(n+1)) en bois massif ou en bois lamellé collé,
- on insère dans au moins un logement (5a, 5b) prévu dans le module de renfort (2, 2n, 2(n+1)), au moins un toron (6a, 6b),

- on met en post-tension ledit toron (6a, 6b) par un système de mise en post tension (10), et
- on fixe ledit toron (6a, 6b) par un dispositif d'ancrage (7, 15).

2. Procédé de renforcement selon la revendication 1, dans lequel le dispositif d'ancrage (7) comprend une plaque d'appui (8) fixée à chaque extrémité du module de renfort (2, 2n, 2(n+1)) et un dispositif de serrage (9) comportant une mâchoire conique (9b) apte à serrer chaque extrémité du toron correspondant (6a, 6b).
3. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel on fixe, sur au moins une des faces dudit élément de construction (1), au moins deux modules de renfort adjacents (2, 2n, 2(n+1)) en bois massif ou en bois lamellé collé liés par le toron (6a, 6b) mis en post-tension.
4. Procédé de renforcement selon les revendications 2 et 3, dans lequel on fixe une première plaque d'appui (8) à une première extrémité du premier module de renfort (2), on accole la deuxième extrémité du premier module de renfort (2) à une première extrémité du deuxième module de renfort adjacent (2n) et on fixe une deuxième plaque d'appui (8) à une deuxième extrémité du deuxième module de renfort (2n).
5. Procédé de renforcement selon la revendication 2 ou 4, dans lequel on positionne des moyens de protection en bois (14) contre le feu autour des plaques d'appui (8).
6. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif d'ancrage est un liant (15) apte à sceller au moins une partie du toron (6a, 6b) à l'intérieur logement (5a, 5b) prévu dans le(s) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)).
7. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les connecteurs (3) sont des vis ou des goujons scellés ou non par un liant.
8. Procédé de renforcement selon la revendication 6 ou 7, dans lequel le liant (15) est une résine ou une colle.
9. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le toron (6a, 6b) est réalisé en matériau métallique, en matériau synthétique, en matériau composite ou en matériau minéral.
10. Procédé de renforcement selon l'une quelconque

des revendications précédentes, dans lequel le logement (5a, 5b) pour le toron (6a, 6b) est usiné dans le(s) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)).

11. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le logement (5a, 5b) pour le toron (6a, 6b) est réalisé en laissant subsister des lacunes entre les lamelles du(des) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)) en bois lamellé-collé lors de sa fabrication. 5  
10
12. Procédé de renforcement selon la revendication 11, dans lequel on insère une gaine dans les lacunes formant un logement avant l'application d'un effort de pression nécessaire à la fabrication du module de renfort en bois lamellé-collé. 15
13. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le logement (5a, 5b) est sensiblement incliné par rapport à l'axe longitudinal du(des) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)). 20
14. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on fixe le module de renfort (2, 2n, 2(n+1)) à la poutre à renforcer (1) par collage. 25
15. Procédé de renforcement selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on positionne au moins une armature de frettage (13) dans un perçage pratiqué respectivement dans le(s) module(s) de renfort (2, 2n, 2(n+1)) et la poutre à renforcer (1). 30  
35

40

45

50

55

FIG.1

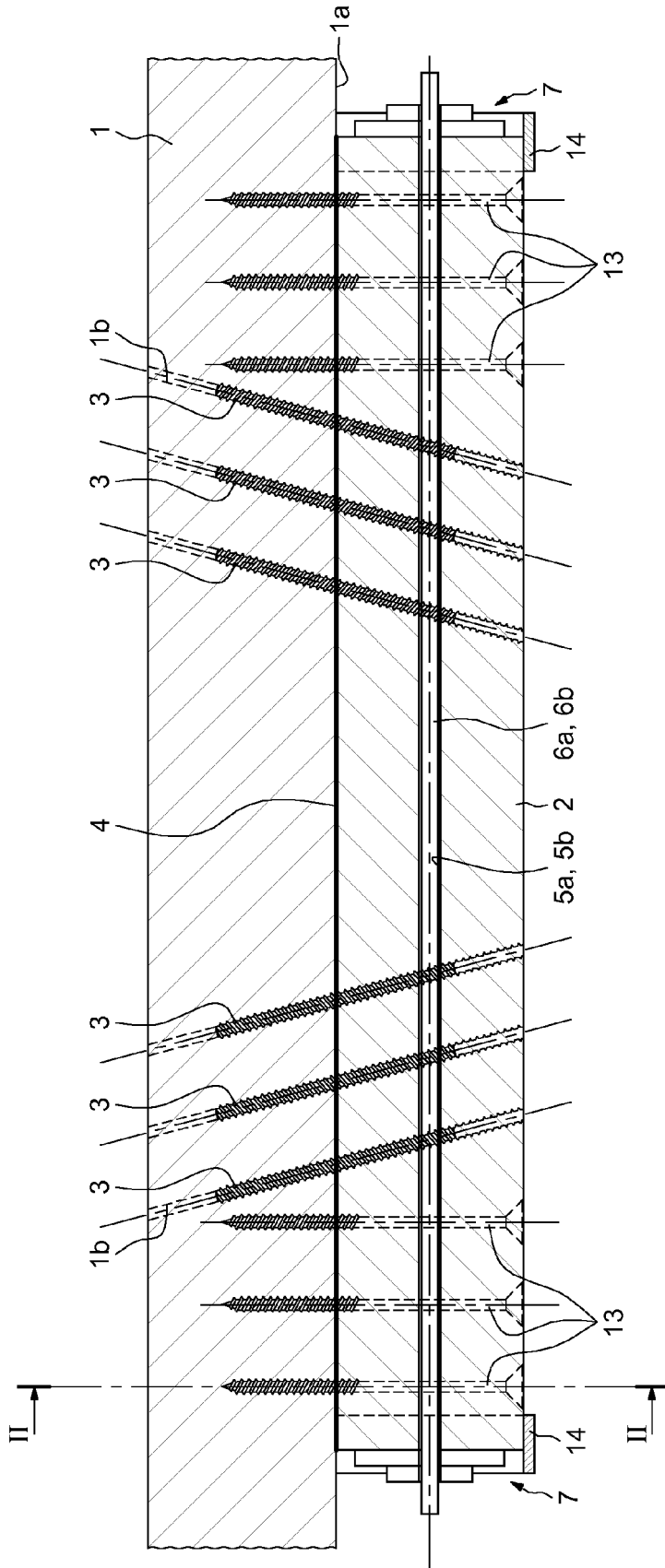




FIG.1a

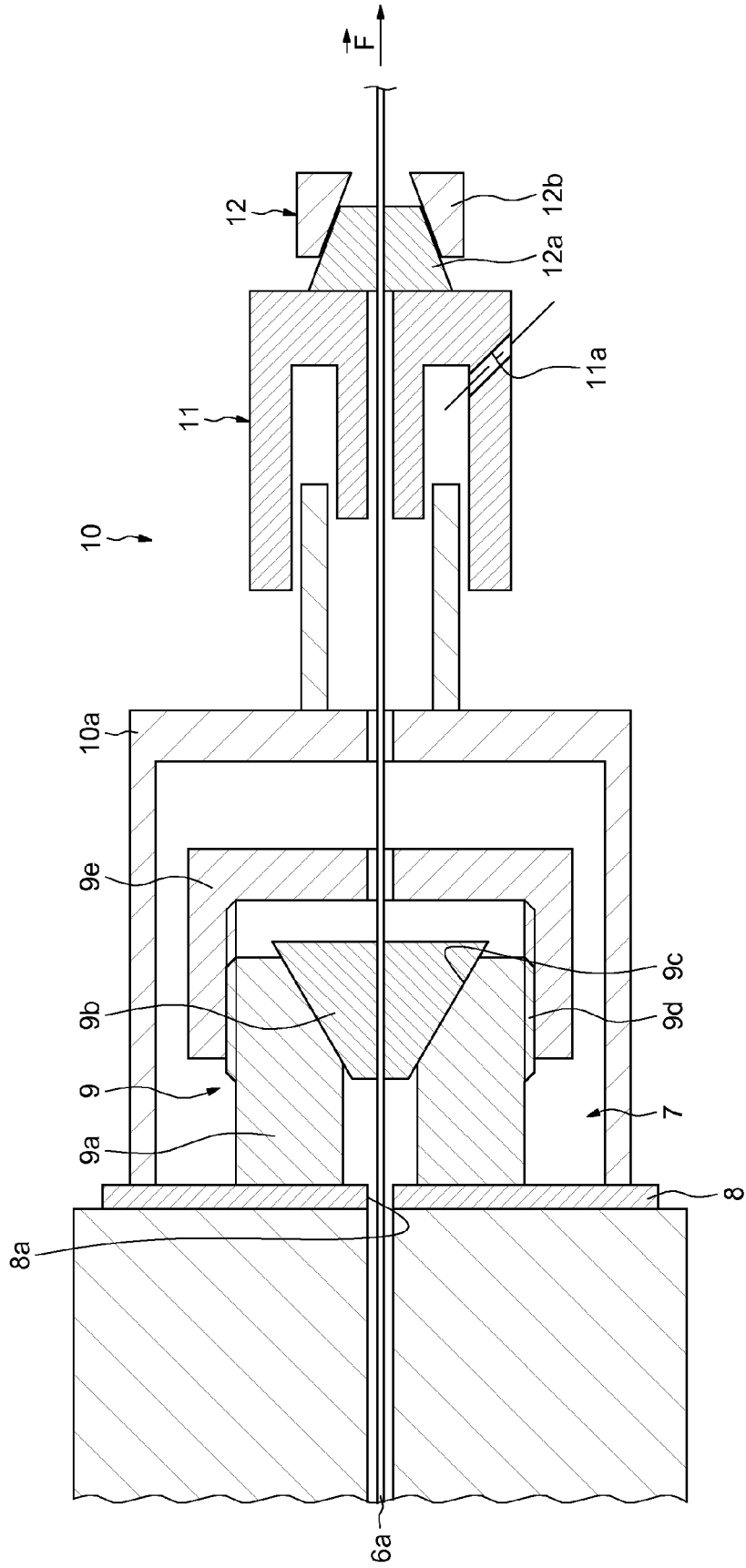


FIG.2

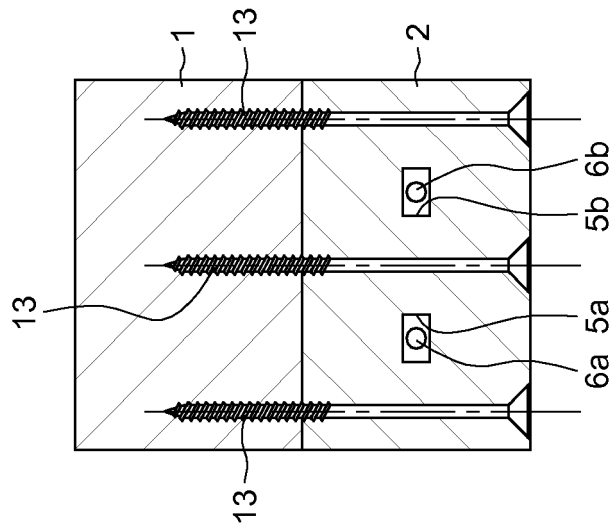


FIG.3

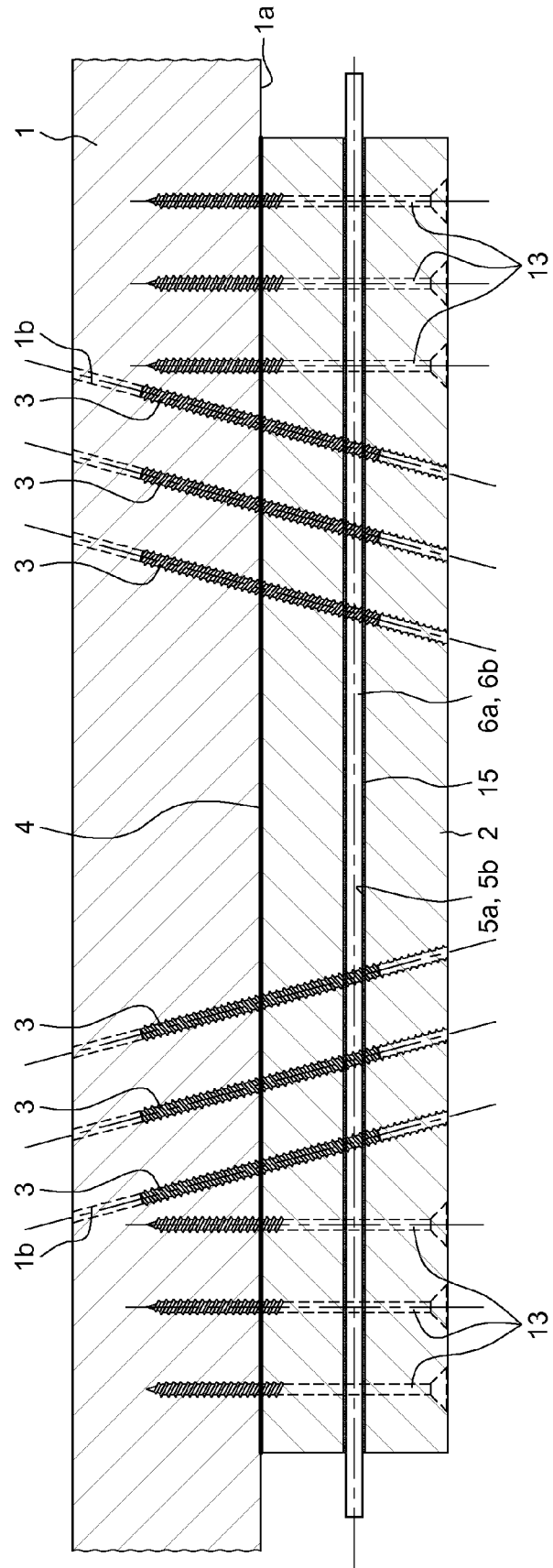


FIG.4

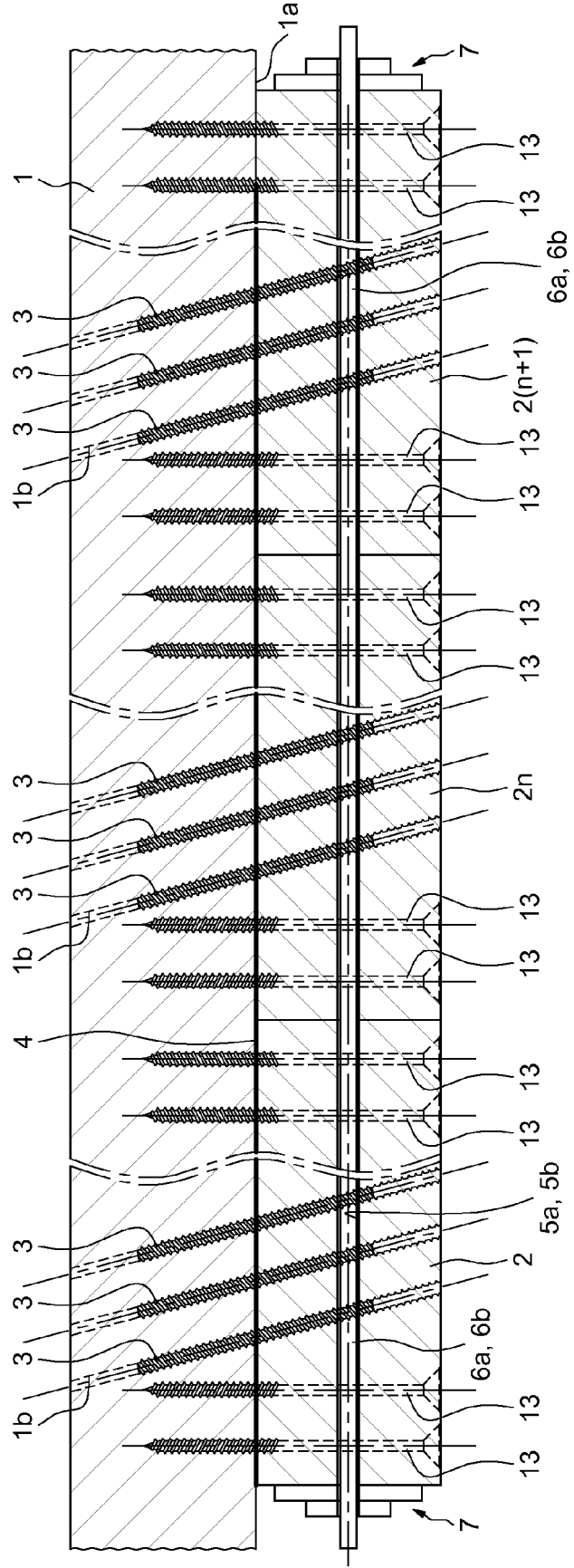
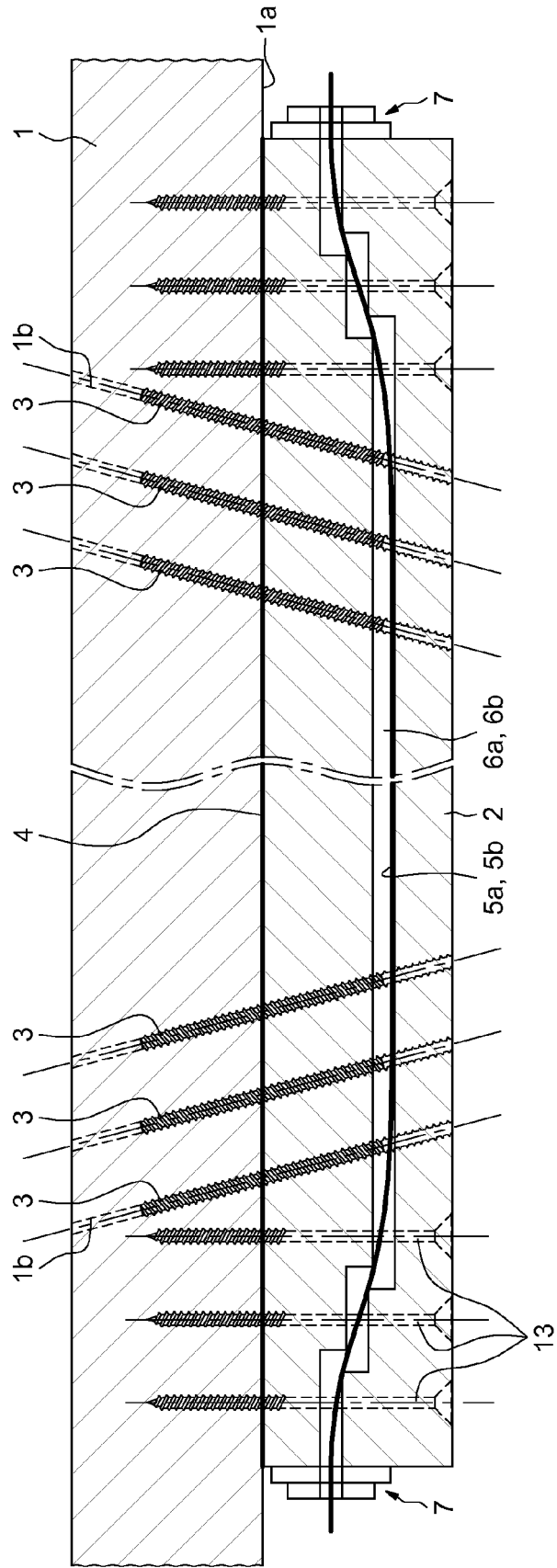


FIG.5





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 14 19 0572

5

10

15

20

25

30

35

40

45

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	DE 24 51 639 A1 (BINKER HANS) 6 mai 1976 (1976-05-06) * figure 2 *	1-15	INV. E04C3/12 E04C3/18 E04G21/12 E04G23/02
Y	WO 2010/054491 A1 (SCHERER JOSEF [CH]) 20 mai 2010 (2010-05-20) * figures 2, 5, 8 * * alinéa [0019] *	1-15	ADD. E04C5/08
A	EP 2 420 622 A1 (SIKA TECHNOLOGY AG [CH]) 22 février 2012 (2012-02-22) * figure 10b *	2,4	
A	EP 0 034 224 A2 (EMERGO CHEMICAL COATING N V [BE]) 26 août 1981 (1981-08-26) * figure 1 *	7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E04C E04G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 24 février 2015	Examineur Tryfonas, N
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

2

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 14 19 0572

5

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

24-02-2015

10

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 2451639 A1	06-05-1976	AUCUN	
-----			
WO 2010054491 A1	20-05-2010	CH 699945 A2 WO 2010054491 A1	31-05-2010 20-05-2010
-----			
EP 2420622 A1	22-02-2012	AU 2011290715 A1 CA 2808110 A1 CL 2013000386 A1 CN 102725452 A CO 6650396 A2 EP 2420622 A1 EP 2606185 A1 RU 2013102120 A US 2013160394 A1 WO 2012022783 A1	14-02-2013 23-02-2012 05-07-2013 10-10-2012 15-04-2013 22-02-2012 26-06-2013 27-09-2014 27-06-2013 23-02-2012
-----			
EP 0034224 A2	26-08-1981	AUCUN	
-----			

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82