



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.03.2011 Bulletin 2011/11

(51) Int Cl.:
E04G 23/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **10171577.9**

(22) Date de dépôt: **02.08.2010**

(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 SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME RS

(30) Priorité: **03.08.2009 FR 0955462**

(71) Demandeur: **Soletanche Freyssinet
92500 RUEIL MALMAISON (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Tourneur, Christian
78320 Le Mesnil Saint Denis (FR)**
• **Mellier, Erik
78000 Versailles (FR)**

(74) Mandataire: **Cabinet Plasseraud
52, rue de la Victoire
75440 Paris Cedex 09 (FR)**

(54) **Procédé de renforcement d'une structure de construction, et ouvrage ainsi renforcé**

(57) Procédé de renforcement d'une structure de construction où on dispose sur une partie de ladite structure au moins une partie d'un renfort (10) de forme allongée comprenant des fibres continues dans le sens longitudinal dudit renfort, associées à une matrice polymérique, **caractérisé en ce que** ledit procédé comprend

une étape d'élimination de la matrice polymérique dans une partie (20) du renfort de manière à libérer les fibres du renfort pour permettre leur réarrangement suite à leur libération de la matrice polymérique.

Il est ainsi possible d'optimiser la configuration de liaison du renfort avec une partie de la structure à renforcer.

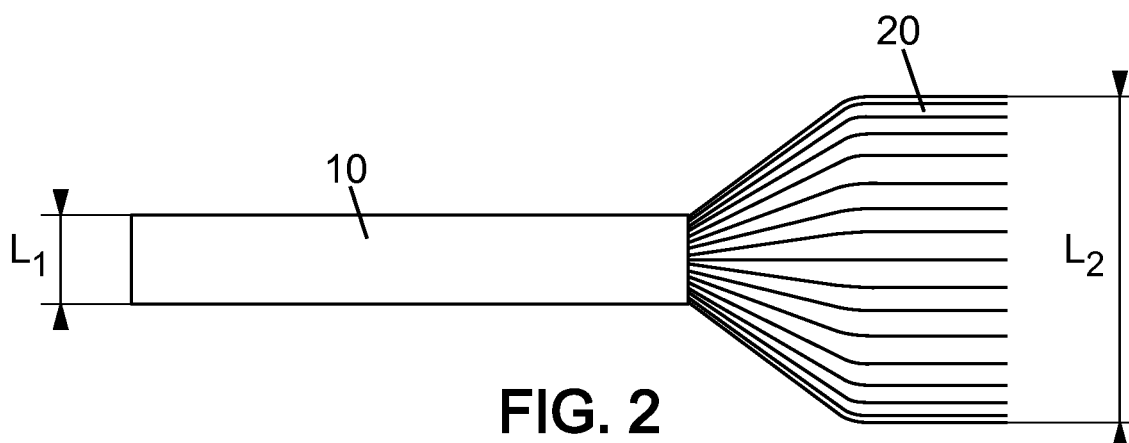


FIG. 2

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du renforcement de structures de construction.

[0002] Dans ce domaine, il est usuel de coller des renforts au moyen de résines appropriées sur des parties d'une structure à renforcer.

[0003] Initialement en tôle, tels qu'utilisés dans le procédé Lhermite, ces renforts ont vu leur constitution évoluer dans les dernières décennies suite à l'apparition de matériaux de substitution à la tôle. Des renforcements à base de matériaux composites sous forme de plaques collées (voir par exemple le document FR-A-2594871) ou de tissus collés (voir par exemple le document EP 0799951) sont maintenant utilisés de manière courante.

[0004] Les renforts à base de matériaux composites présentent de nombreux avantages, notamment liés à leur commodité de mise en oeuvre et à leur aptitude à s'appliquer sur des surfaces diverses. Ils améliorent par exemple très sensiblement le comportement dynamique de l'ouvrage renforcé.

[0005] On peut utiliser de manière avantageuse des renforts de forme allongée comprenant des fibres continues associées à une matrice polymérique, fabriqués par exemple par pultrusion ou par extrusion et dont la section est sensiblement constante selon une direction longitudinale. Ces renforts de forme allongée peuvent avantageusement être en forme de lamelle de manière à permettre une large surface de collage. Ces renforts sont par exemple disposés sur une face tendue d'un élément de structure en béton armé ou précontraint de manière à permettre un renforcement en traction. Ces renforts peuvent également avoir la forme de longs cylindres communément appelés joncs.

[0006] Un exemple de renfort en forme de lamelle est commercialisé par la Société Freyssinet sous la référence commerciale FOREVA® LFC.

[0007] A titre d'exemples, de tels renforts allongés en forme de lamelles, peuvent avoir une largeur de 50, 80, 100 ou 150 mm et une épaisseur de 1,2 mm.

[0008] Toujours à titre d'exemple, des renforts de forme allongée sont constitués de fibres de carbone imprégnés par une matrice époxyde. De tels renforts peuvent être fabriqués par pultrusion ou par extrusion.

[0009] De tels renforts de forme allongée, bien que très couramment utilisés pour renforcer des structures de construction, présentent néanmoins certains inconvénients. On constate notamment qu'il est difficile d'optimiser la configuration de liaison de tels renforts avec une partie de la structure à renforcer.

[0010] Le but de la présente invention est de proposer un procédé de renforcement d'une structure de construction mettant en oeuvre un tel renfort de forme allongée tout en permettant d'optimiser la configuration de liaison avec une partie de la structure à renforcer.

[0011] L'invention propose ainsi un procédé de renforcement d'une structure de construction où on dispose sur une partie de ladite structure au moins une partie

d'un renfort de forme allongée comprenant des fibres continues dans le sens longitudinal dudit renfort, associées à une matrice polymérique, où ledit procédé comprend une étape d'élimination de la matrice polymérique dans une partie du renfort de manière à libérer les fibres du renfort pour permettre leur réarrangement suite à leur libération de la matrice polymérique.

[0012] Il est ainsi possible d'utiliser un renfort de forme allongée produit de manière standard et dont le coût est avantageux, tout en réarrangeant une partie des fibres qui le constitue de manière à optimiser la configuration de liaison du renfort avec une partie de la structure à renforcer. On peut ainsi prendre en compte, par exemple, des variations géométriques de la structure et renforcer préférentiellement certaines zones de la structure, répartir des efforts entre le renfort et certaines zones de la structure de manière contrôlée.

[0013] On entend par « renfort de forme allongée » un renfort s'étendant selon une direction longitudinale.

[0014] En général, mais pas nécessairement, la section perpendiculaire à l'axe longitudinal dudit renfort est sensiblement constante sur toute la longueur dudit renfort.

[0015] Selon différents modes de réalisation, le renfort de forme allongée est choisi parmi un renfort en forme de lamelle, un renfort en forme de jonc, un renfort allongé pultrudé, un renfort allongé extrudé.

[0016] On entend par un « renfort en forme de lamelle » un renfort s'étendant selon une direction longitudinale et dont la section perpendiculaire à ladite direction longitudinale a une forme allongée, avec une dimension, dénommée largeur, significativement supérieure à l'autre dimension, dénommée épaisseur. A titre d'exemple, la largeur est supérieure ou égale à 10 fois l'épaisseur, par exemple supérieure ou égale à 20 fois l'épaisseur, voire même supérieure ou égale à 40 fois l'épaisseur.

[0017] A titre d'exemple l'épaisseur d'un tel renfort en forme de lamelle est supérieure ou égale à 0,5 mm, par exemple supérieure ou égale à 1 mm, notamment inférieure ou égale à 5 mm. A titre d'exemple la largeur d'un tel renfort est supérieure ou égale à 10 mm, par exemple supérieure ou égale à 50 mm et en général inférieure ou égale à 500 mm, voire même inférieure ou égale à 200 mm.

[0018] A titre d'exemple la longueur d'un tel renfort est supérieure ou égale à 10 fois sa largeur; elle est notamment supérieure ou égale à 1 mètre et mesure par exemple plusieurs mètres.

[0019] On entend par un « jonc », un renfort de forme allongée dont la section, perpendiculaire à la direction longitudinale, a la forme d'un cercle ou d'une ellipse. La plus grande dimension de cette section est par exemple comprise entre 1 cm et 10 cm.

[0020] La section de forme allongée d'un renfort de forme allongée est par exemple sensiblement constante sur toute la longueur du renfort.

[0021] Un renfort de forme allongée est en général un

renfort droit. Il est également possible que le renfort de forme allongée soit courbé ou cintré dans le sens longitudinal, avec en général un grand rayon de courbure. On peut également envisager des renforts de forme allongée avec des sinuosités dans le sens longitudinal, prévues par exemple pour s'adapter à la géométrie d'une partie de la structure à renforcer.

[0022] Le renfort de forme allongée comprend des fibres continues, en général en continuité de matière sur l'ensemble de la longueur du renfort, associées à une matrice polymérique.

[0023] De nombreuses fibres peuvent être utilisées pour fabriquer de tels renforts, telles que, de manière non limitative, des fibres de carbone, des fibres minérales, comme par exemple des fibres de verre ou des fibres de basalte, des fibres polymériques comme par exemple des fibres d'aramide (connues par exemple sous l'appellation commerciale KEVLAR®).

[0024] Les fibres sont en général disposées de manière unidirectionnelle dans le sens longitudinal du renfort. Il est également possible de fabriquer des renforts de forme allongée avec des fibres disposées sous forme de tissus, où une partie des fibres est disposée dans le sens longitudinal du renfort et l'autre partie dans un sens transverse.

[0025] La matrice polymérique peut être essentiellement constituée d'un polymère thermodurcissable, comme par exemple une résine époxyde, ou d'un polymère thermoplastique.

[0026] De préférence un tel renfort est obtenu par des techniques industrielles de production de composite, comme par exemple la pultrusion, l'extrusion, le moulage.

[0027] Selon un mode de réalisation, la matrice polymérique est essentiellement constituée d'un polymère thermodurcissable et son élimination est obtenue par pyrolyse. Les conditions de températures de la pyrolyse sont déterminées de manière à éliminer le polymère thermodurcissable tout en préservant les fibres, et notamment leurs propriétés mécaniques.

[0028] A titre d'exemple, les fibres sont des fibres de carbone et la température de pyrolyse est comprise entre 800°C et 1500°C. La pyrolyse peut être obtenue par exemple en disposant la partie du renfort, où l'on souhaite éliminer la matrice polymérique, dans un four porté à la température désirée, ou selon un autre mode de réalisation en dirigeant un chalumeau vers cette partie du renfort.

[0029] Selon un mode de réalisation on refroidit une partie du renfort de forme allongée de manière à limiter la propagation de la chaleur due à la pyrolyse. Un tel refroidissement peut être par exemple obtenu par serrage d'une partie du renfort de forme allongée dans une pièce refroidie ou par pulvérisation d'un gaz froid.

[0030] Selon un autre mode de réalisation l'étape d'élimination de la matrice polymérique est obtenue par dissolution chimique sélective de la matrice.

[0031] Selon différents modes de réalisation qui peu-

vent être combinés entre eux selon toutes les combinaisons envisageables :

- une partie du renfort où la matrice polymérique a été éliminée est disposée à une extrémité dudit renfort ;
- une partie du renfort où la matrice polymérique a été éliminée est disposée entre les extrémités dudit renfort ;
- le réarrangement des fibres libérées de la matrice polymérique consiste à disposer et à coller ces fibres sur une partie de la structure à renforcer ; les fibres peuvent alors être disposées sur la structure dans toutes les directions souhaitées et réparties de manière judicieuse pour améliorer la liaison avec la structure dans une partie désirée de cette dernière ; selon différents modes de réalisation, les fibres libérées sont disposées en éventail, une partie des fibres est disposée vers l'arrière par rapport à leur direction d'émergence, elles sont disposées en fuseau, elles sont disposées en « bouton » ; il en résulte une augmentation locale de la surface de collage et/ou la présence d'un moyen d'ancrage supplémentaire ; selon un mode de réalisation, on renforce une partie de la structure avec deux renforts de forme allongée comprenant chacun des fibres libérées de leur matrice polymérique dans une partie de chacun des renforts et où on dispose les fibres de ces parties de renfort, libérées de leur matrice polymérique, en les superposant l'une sur l'autre et on les colle à la partie de la structure à renforcer ;
- le réarrangement des fibres libérées de la matrice polymérique consiste à disposer ces fibres dans une cavité ; les fibres peuvent être collées ou scellées dans la cavité ; la cavité peut être traversante et il est possible de faire traverser la cavité aux fibres et de les faire ressortir pour, par exemple, ensuite les coller ; la cavité traversante peut, par exemple, faire partie d'un élément d'ancrage qui est rapporté sur la structure à renforcer.
- les fibres du renfort, libérées de la matrice polymérique, sont disposées en forme de boucle dans un trou d'un élément d'ancrage.

[0032] Selon un mode de réalisation, le réarrangement des fibres libérées de la matrice polymérique du renfort consiste à disposer ces fibres dans un moule et à les mélanger avec une matrice polymérique pour former par moulage une partie de renfort de forme différente de la forme initiale du renfort de forme allongée ; on reconstitue alors une partie de renfort composite, de forme différente de la forme initiale du renfort. Selon un exemple relatif à ce mode de réalisation, la matrice polymérique utilisée pour ce moulage est de composition voisine, voire identique, avec celle de la matrice polymérique initiale

du renfort de forme allongée. Cette partie du renfort peut être collée ou scellée avec la structure selon les configurations désirées. Selon différentes variantes de ce mode de réalisation:

- la forme de la partie formée par moulage est de section plus compacte que la section initiale du renfort de forme allongée ;
- la partie formée par moulage est insérée dans une partie de la structure à renforcer et liée à cette partie de la structure ;
- la liaison de la partie formée par moulage dans la partie de la structure à renforcer s'effectue selon l'une des méthodes choisie dans la liste constituée du collage, du coulage d'un mortier entre la partie formée par moulage et la partie de la structure dans laquelle elle est insérée, de l'insertion de la partie formée par moulage pendant la fabrication, par exemple par coulage, de la partie de la structure à renforcer ;
- la forme de la partie formée par moulage est plus évasée que la forme initiale du renfort de forme allongée ; selon un mode de réalisation on colle la partie évasée formée par moulage sur une partie de la structure à renforcer.

[0033] La présente invention vise également une structure de construction renforcée par un renfort collé sur au moins une partie de ladite structure où le renfort comprend une partie de forme allongée comprenant des fibres continues dans le sens longitudinal dudit renfort, associées à une matrice polymérique, et une partie où des fibres en continuité de matière avec les fibres de la partie de forme allongée sont arrangées dans une géométrie différente des fibres de la partie de forme allongée, par exemple collées directement sur une partie de la structure de construction ou par exemple disposées dans une matrice polymérique selon une section différente de celle de la partie de forme allongée.

[0034] Il va de soi que toutes les caractéristiques décrites ci-dessus en relation avec le procédé selon l'invention trouvent leur application dans la structure selon l'invention et peuvent être combinées afin d'illustrer différents modes de réalisation d'une structure selon l'invention.

[0035] D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront de la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la figure 1 représente une vue schématique d'un dispositif pour éliminer la matrice polymérique d'un renfort de forme allongée ;
- les figures 2 à 6 illustrent différents arrangements

selon l'invention, des fibres libérées de la matrice polymérique et collées à une partie d'une structure à renforcer ;

- 5 - la figure 7 représente une vue schématique d'un dispositif pour mouler une partie de renfort selon l'invention ;
- les figures 8 à 10 illustrent différents renforts obtenus selon l'invention comprenant une partie de renfort moulée.
- la figure 11 illustre un mode de renfort d'une structure.

[0036] Pour des raisons de clarté, les dimensions des différents éléments représentés sur ces figures ne sont pas nécessairement en proportion avec leurs dimensions réelles. Sur ces figures, des références identiques correspondent à des éléments identiques.

[0037] La figure 1 représente une vue schématique d'un dispositif pour diminuer la matrice polymérique d'un renfort de forme allongée 10, par exemple en forme de lamelle. Ce dernier est introduit dans un four 41 porté à une température adaptée à conduire à la pyrolyse de la matrice polymérique du renfort 10 tout en préservant les fibres continues qui font parties de ce renfort. Afin de circonscrire la zone du renfort où la matrice polymérique est éliminée, des pièces refroidies 42 viennent contacter le renfort 10 près du four 41 et évitent ainsi que la chaleur ne se propage au-delà d'une zone désirée. Les pièces refroidies 42 comprennent par exemple des cavités 43 dans lesquelles circule un fluide froid 44.

[0038] Après avoir éliminé la matrice polymérique avec le dispositif ci-dessus, ou toute autre méthode adaptée, on réarrange les fibres afin d'optimiser la liaison du renfort 10 avec une partie d'une structure à renforcer (non représentée en tant que telle).

[0039] Selon le mode de réalisation de la figure 2, le renfort 10 en forme de lamelle a une largeur initiale L_1 . Les fibres sont libérées de la matrice polymérique dans une zone 20 située à une extrémité du renfort 10 et disposée sensiblement en éventail de manière à permettre d'obtenir un grand foisonnement des fibres et une plus grande surface de contact pour une même longueur qu'avec le renfort en forme de lamelle initial. La largeur L_2 sur laquelle peuvent s'étendre les fibres libérées de la matrice peut être par exemple 5 à 10 fois supérieure à L_1 . Les fibres libérées de la matrice sont collées à une partie de la structure à renforcer.

[0040] Selon une variante représentée en figure 3, les fibres libérées de la matrice sont disposées dans une zone 21, en partie vers l'arrière par rapport à leur direction d'émergence hors du renfort en forme de lamelle où la matrice est conservée.

[0041] Selon une autre variante, représentée en figure 4, le renfort de forme allongée est un jonc de section circulaire. Les fibres sont libérées de la matrice dans une

zone de renfort située entre deux extrémités de ce renfort et dans une autre, une zone de renfort située à l'extrémité dudit renfort. Les fibres libérées entre deux extrémités sont comprises entre une partie amont 31 et une partie aval 32 du jonc. Les fibres libérées à l'extrémité sont situées au-delà de la partie aval 32 du jonc. Ces fibres sont réarrangées sous la forme de « boutons », 35, 36. Le bouton 35 est formé par rapprochement des parties amont 31 et aval 32 de manière à former par exemple une boule ou un cylindre plat. Le bouton 36 est formé par réarrangement des fibres libérées sous forme d'une boucle ou d'un cylindre plat. On note que les fibres dans les zones 35, 36 pourraient également prendre la forme d'un fuseau.

[0042] Selon une autre variante, représentée en figures 5a et 5b, on dispose un renfort en forme de lamelle sur une structure 45. Les fibres de ce renfort sont libérées de la matrice polymérique dans une zone 22, située entre une partie de renfort amont 11 et une partie de renfort aval 12. Ces parties de renfort peuvent être collées à la surface de la structure 45.

[0043] Les fibres de la zone 22 sont disposées en fuseau à la surface de la structure 45. Un trou 46 est réalisé dans la structure 45 de manière à recevoir un jonc 41. Le jonc 41 peut être maintenu dans le trou 46 par collage, par introduction d'un coulis ou tout autre moyen approprié.

[0044] Le jonc 41 est introduit dans le trou 46 après avoir traversé les fibres 22 en fuseau du renfort en forme de lamelle.

[0045] Les fibres situées à une extrémité de ce jonc 41 sont préalablement libérées de la matrice polymérique.

[0046] Ces fibres 42, situées à l'extrémité du jonc polymérique opposé à l'extrémité du jonc qui est disposée dans le trou 46, sont ensuite disposées au-dessus des fibres 22 du renfort en forme de lamelle. Les fibres 22 et 42 sont ensuite solidarisées ensemble, par exemple par collage. Il va de soi que les fibres 42 peuvent s'étendre au-delà des fibres 22, et être disposées par exemple sur les parties amont 11 et aval 12 du renfort en forme de lamelle, de même qu'à la surface de l'ouvrage 45.

[0047] Selon une autre variante représentée en figure 6, on superpose deux zones de renfort 23, 24 où les fibres sont libérées de leur matrice polymérique, et situées respectivement entre deux extrémités 13, 14 et 15, 16 de ces deux renforts. Les fibres libérées et superposées sont collées à une partie de la structure à renforcer permettant ainsi d'augmenter la résistance de la liaison dans la zone de croisement des deux renforts.

[0048] Des essais ont été effectués selon un mode de réalisation où on utilise un renfort en forme de lamelle de type FOREVA® LFC, de largeur $L_1 = 50$ mm, d'épaisseur 1,2 mm et constituée de fibres de carbone et de résine époxy. On détermine qu'un tel renfort permet de reprendre un effort sur une partie d'une structure en béton de l'ordre de 2,5 tonnes quand il est collé sur un béton sur une longueur de 100 mm. On détermine que le col-

lage d'un renfort sur une partie de structure en béton, tel qu'illustré en figure 2, où les fibres ont été libérées de la matrice sur une longueur de 100 mm et où $L_2 = 2L_1$ permet de doubler sensiblement l'effort repris par le renfort.

[0049] Selon d'autres modes de réalisation, illustrés en figures 7 à 10, le réarrangement des fibres libérées de la matrice polymérique du renfort consiste à disposer ces fibres dans un moule et à les mélanger avec une matrice polymérique pour former par moulage une partie de renfort 25, 26, 27, 28, 29 de forme différente de la forme initiale du renfort de forme allongée, par exemple en forme de lamelle, 17, 18, 19. On peut également envisager de former une partie de renfort par mélange des fibres libérées de la matrice polymérique initiale avec une matrice polymérique par toute autre méthode de mise en forme, autre que le moulage, adaptée à la fabrication d'une partie composite, tel que par exemple, l'extrusion ou la pultrusion.

[0050] La figure 7 représente une vue schématique d'un dispositif de moulage 50 comprenant une partie 51 permettant de supporter un renfort en forme de lamelle 17 et une partie 52 comprenant une cavité 53 dans laquelle sont introduites les fibres dudit renfort préalablement libérées de la matrice polymérique. Ces fibres sont disposées dans la cavité 53 et mélangées à une résine polymérique, par exemple, de composition proche de celle de la matrice polymérique du renfort.

[0051] Dans l'exemple représenté, la cavité 53 est de section sensiblement rectangulaire ; de manière générale, sa section et sa forme sont choisies de manière à obtenir la forme désirée de la partie de renfort de forme différente de la forme initiale du renfort de forme allongée.

[0052] Après moulage avec le dispositif 50, on obtient un renfort représenté en figure 8 comprenant une partie 17 en forme de lamelle de largeur L_1 de l'épaisseur e_1 , une zone intermédiaire 25 de longueur D où les fibres convergent vers une partie parallélépipédique 26 de largeur L_3 et d'épaisseur e_3 . Dans ce mode de réalisation L_3 est sensiblement égal à e_3 .

[0053] La partie 26 parallélépipédique peut avantageusement être disposée ensuite dans une cavité de la structure à renforcer et y être scellée, par exemple, par collage ou par introduction d'un mortier. La partie 17 en forme de lamelle peut être collée sur une autre partie de la structure à renforcer.

[0054] Selon une variante représentée en figure 9, la partie parallélépipédique 28 est inclinée dans un plan différent de celui de la partie 18 en forme de lamelle. On peut ainsi avantageusement ancrer cette partie parallélépipédique 28 dans une cavité inclinée par rapport à un axe de renfort, de manière par exemple à renforcer une poutre sur sa longueur.

[0055] Selon une autre mode de réalisation représenté en figure 10, les fibres préalablement libérées de la matrice polymérique ont été disposées dans un moule comprenant une cavité trapézoïdale permettant d'obtenir une partie 29 où les fibres s'étalent dans un sens perpendiculaire au sens longitudinal de manière à ce que cette

partie 29 soit plus plate et plus large que la partie 19 en forme de lamelle. A titre d'exemple, la largeur maximale L_4 de cette partie 29 est environ deux fois supérieure à la largeur L_1 de la partie en forme de lamelle, et son épaisseur minimale e_4 est deux fois inférieure à l'épaisseur e_1 de la partie en forme de lamelle. Une telle partie élargie 29 peut être collée sur une partie de la structure à renforcer de manière à augmenter la reprise d'effort dans cette partie de la structure.

[0056] Il va de soi que des réarrangements similaires peuvent être obtenus avec des renforts en forme de jonc, ou présentant toute autre forme allongée. La figure 11 illustre une vue schématique d'un mode de renfort d'un ouvrage de construction.

[0057] L'ouvrage comprend une partie enterrée 60 constituée d'une semelle de fondation surmontée par un mur semi enterré 62. Une dalle 63 est fixée au mur 62. Le mur 62 est surmonté par un mur 61 qui émerge du sol. A titre d'exemple, la semelle de fondation, le mur semi enterré et la dalle sont en béton armé et le mur 61 est en maçonnerie.

[0058] On a représenté en pointillé un axe vertical. Par convention, on dira que ce trait limite la face extérieure des murs 62 et 61 et que la face opposée de ces murs est une face intérieure.

[0059] Dans l'ouvrage représenté, le niveau de la dalle 63 est inférieur au niveau extérieur du sol si bien que la face 67 du mur semi enterré 62 est accessible alors que la face opposée de ce mur est enterrée. La partie du mur semi enterrée 62 située sous le niveau de la dalle 63 est quant à lui complètement enterré, de même que la semelle de fondation.

[0060] Afin de renforcer cet ouvrage, une cavité 64 a été creusée en biais dans le mur 62 et la semelle de fondation. Dans l'exemple représenté, la cavité 64 est sensiblement cylindrique et peut mesurer plusieurs mètres de long et avoir un diamètre de l'ordre de quelques dizaines de centimètres.

[0061] On a disposé ensuite dans la cavité 64 un élément d'ancrage 70 qui comprend une extrémité 71 à travers laquelle des mèches de fils de renfort peuvent être enfilées. L'élément d'ancrage 70 est scellé, par exemple avec un coulis de ciment ou de mortier, ou de béton en remplissant la cavité 64. On dispose sur la face intérieure 66 du mur 61 et la face intérieure 67 du mur 62 un renfort de forme allongée 80. Ce renfort peut être sous forme de lamelle. Il peut comprendre des fibres unidirectionnelles ou un tissu de fibres.

[0062] Les fibres de ce renfort sont préalablement libérées de leur matrice polymérique à une extrémité, située au-delà de la zone 81. Elles sont ensuite disposées de manière à ce qu'une partie des fibres forme une mèche. Cette mèche est enfilée dans l'extrémité 71 de l'élément d'ancrage 70 avant que celui-ci ne soit complètement disposé dans la cavité 64, et donc avant son scellement. La mèche de fils de renforts forme une boucle passant à travers ladite cavité 64 et la mèche ressort de la cavité 64. Après disposition puis scellement de l'élé-

ment d'ancrage 70 dans la cavité 64, la mèche de fils de renfort est disposée, par exemple en éventail à la surface intérieure 67 du mur 62 et/ou sur le renfort 80. Les fils ainsi disposés sont solidarités, notamment par collage à l'ouvrage. Les modes de réalisation décrits dans la demande de brevet publiée sous la référence FR 2 918 689 sont susceptibles d'être mis en oeuvre dans le cadre de la présente invention, où un renfort de forme allongée est disposé sur une partie d'un ouvrage et où on forme une mèche de fils de renfort à partir dudit renfort par libération de la matrice polymère.

[0063] Il est ainsi possible de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention pour renforcer des structures ou ouvrages de construction selon de nombreuses configurations.

[0064] L'invention ne se limite pas aux types de réalisation exemplifiés et doit être interprétée de façon non limitative, et englobant tout mode de réalisation équivalent.

Revendications

1. Procédé de renforcement d'une structure de construction où on dispose sur une partie de ladite structure au moins une partie d'un renfort de forme allongée (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 31, 32, 41, 80) comprenant des fibres continues dans le sens longitudinal dudit renfort, associées à une matrice polymérique, **caractérisé en ce que** ledit procédé comprend une étape d'élimination de la matrice polymérique dans une partie (20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 35, 36, 42, 82, 83) du renfort de manière à libérer les fibres du renfort pour permettre leur réarrangement suite à leur libération de la matrice polymérique.
2. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** la matrice polymérique est essentiellement constituée d'un polymère thermodurcissable et que son élimination est obtenue par pyrolyse.
3. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'on** refroidit une partie du renfort en forme de lamelle de manière à limiter la propagation de la chaleur due à la pyrolyse.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le renfort de forme allongée est choisi parmi un renfort en forme de lamelle, un renfort en forme de jonc, un renfort allongé pultrudé, un renfort allongé extrudé.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'une** partie (20, 21, 25, 26, 27, 28, 36, 42) du renfort où la matrice polymérique a été éliminée est disposée à une ex-

trémité dudit renfort.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce qu'une** (22, 23, 24, 35) du renfort où la matrice polymérique a été éliminée est disposée entre les extrémités dudit renfort. 5
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le réarrangement des fibres libérées de la matrice polymérique consiste à disposer et à coller ces fibres sur une partie de la structure à renforcer. 10
8. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'on** renforce une partie de la structure avec deux renforts comprenant chacun des fibres libérées de leur matrice polymérique dans une partie (23, 24 ; 22, 42) de chacun des renforts et où on dispose les fibres de ces parties de renfort, libérées de leur matrice polymérique, en les superposant l'une sur l'autre et on les colle à la partie de la structure à renforcer. 20
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le réarrangement des fibres du renfort, libérées de la matrice polymérique, comprend une étape où les fibres sont disposées selon une forme géométrique différente de celle qu'elles avaient dans le renfort, par exemple en éventail, en fuseau, en bouton. 25 30
10. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les fibres du renfort, libérées de la matrice polymérique, sont disposées en forme de boucle (83) dans un trou (71) d'un élément d'ancrage (70). 35
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce que** le réarrangement des fibres libérées de la matrice polymérique du renfort consiste à disposer ces fibres dans un moule et à les mélanger avec une matrice polymérique pour former par moulage une partie de renfort de forme différente de la forme initiale du renfort. 40 45
12. Procédé selon la revendication précédente où la forme de la partie formée par moulage (26, 28) est de section plus compacte que la section initiale du renfort. 50
13. Procédé selon la revendication précédente combinée avec la revendication 5 **caractérisé en ce que** la partie formée par moulage est insérée dans une partie de la structure à renforcer et liée à cette partie de la structure. 55
14. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce que** la liaison de la partie formée par

moulage dans la partie de la structure à renforcer s'effectue selon l'une des méthodes choisie dans la liste constituée du collage, du coulage d'un mortier entre la partie formée par moulage et la partie de la structure dans laquelle elle est insérée, de l'insertion de la partie formée par moulage pendant la fabrication, par exemple par coulage, de la partie de la structure à renforcer.

15. Procédé selon la revendication 11 **caractérisé en ce que** la forme de la partie formée par moulage (29) est plus évasée que la forme initiale du renfort.
16. Procédé selon la revendication précédente **caractérisé en ce qu'on** colle la partie évasée formée par moulage (29) sur une partie de la structure à renforcer.
17. Structure de construction renforcée par un renfort collé sur au moins une partie de ladite structure où le renfort comprend une partie de forme allongée comprenant des fibres continues dans le sens longitudinal dudit renfort, associées à une matrice polymérique, et une partie où des fibres en continuité de matière avec les fibres de la partie de forme allongée sont arrangées dans une géométrie différente des fibres de la partie de forme allongée, par exemple collées directement sur une partie de la structure de construction ou par exemple disposées dans une matrice polymérique selon une section différente de celle de la partie de forme allongée.

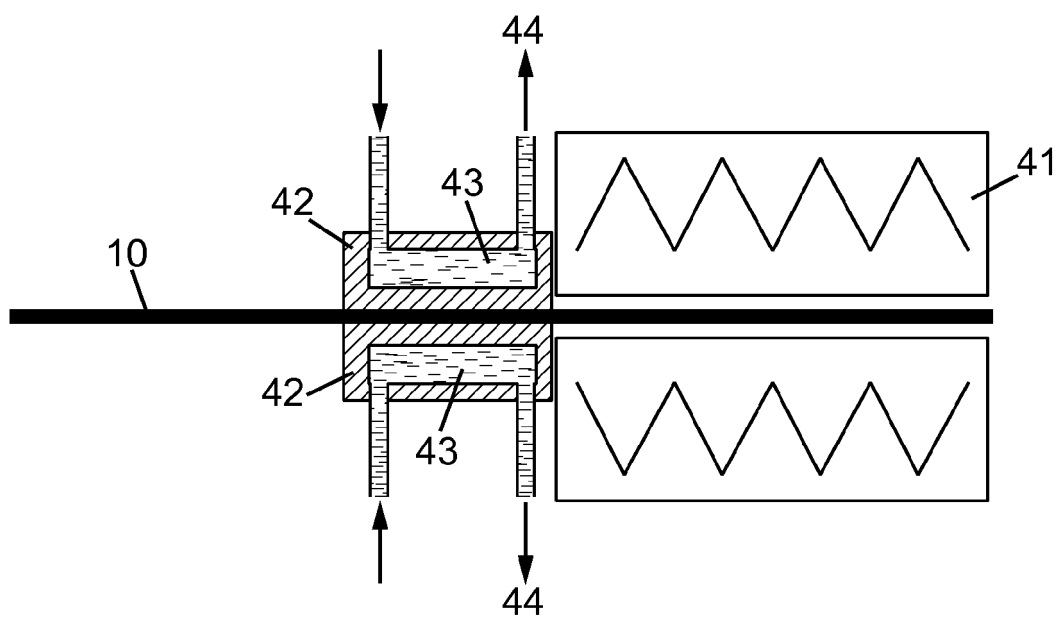


FIG. 1

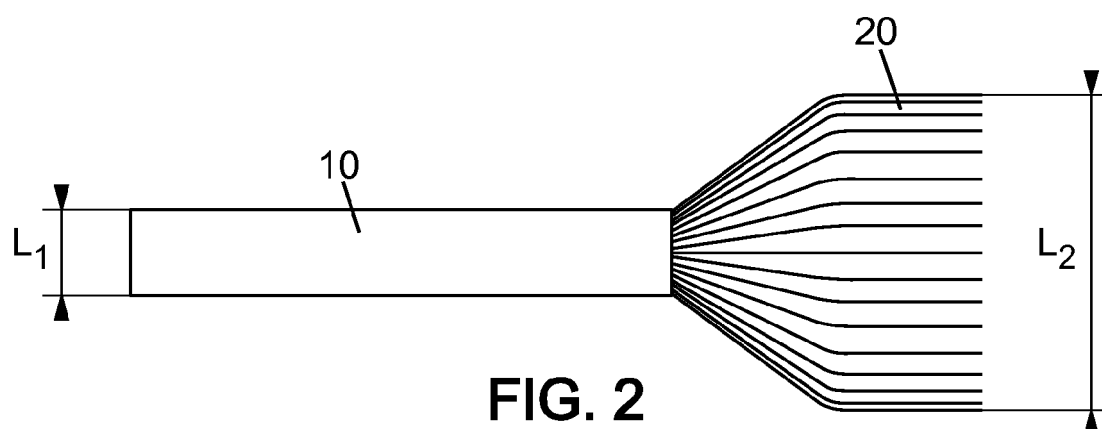


FIG. 2

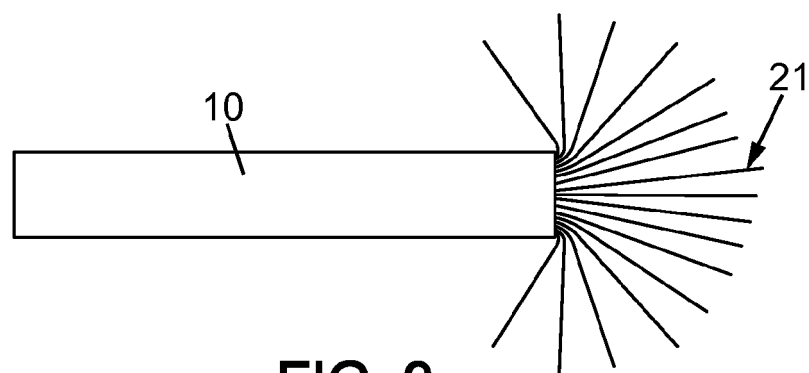
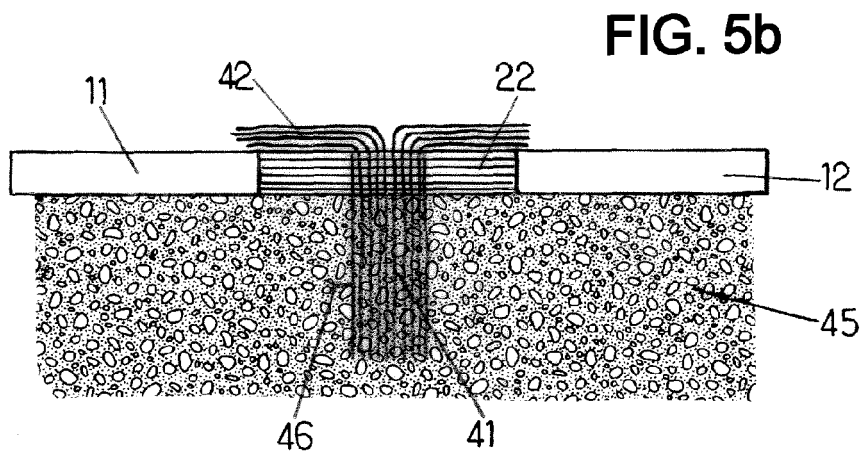
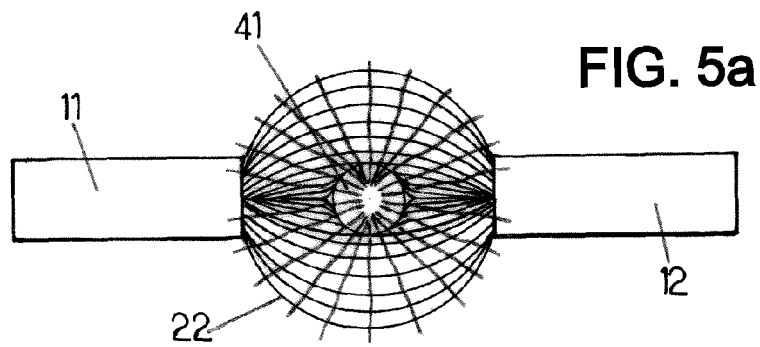
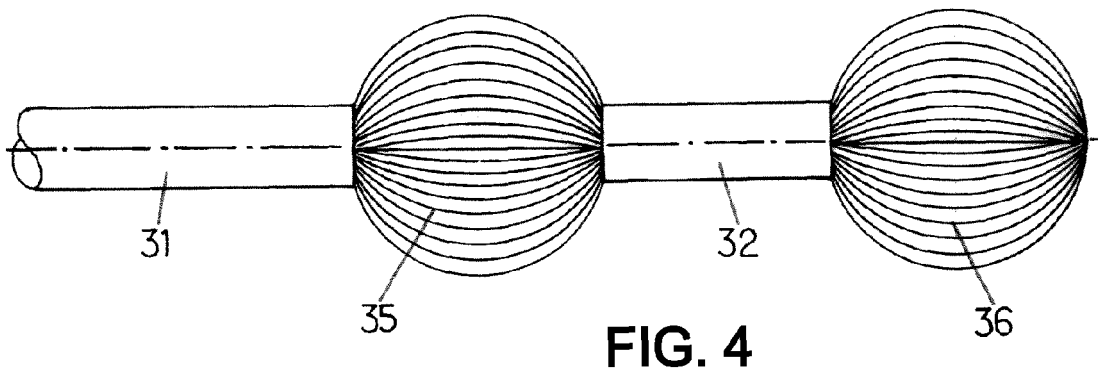
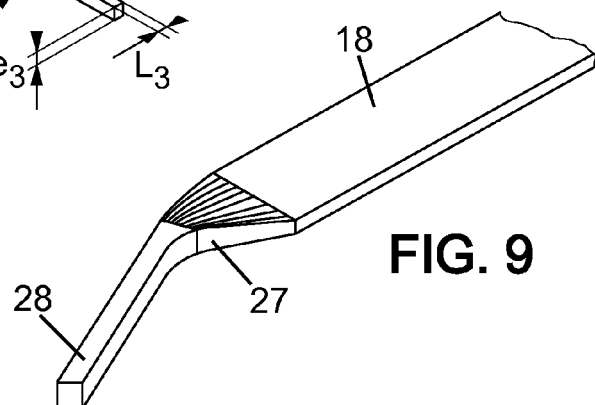
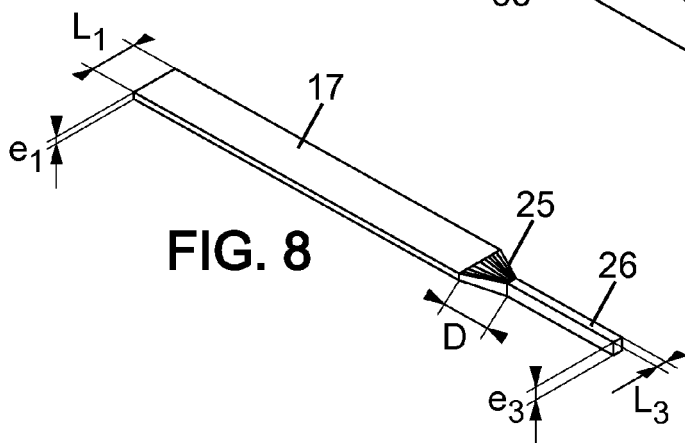
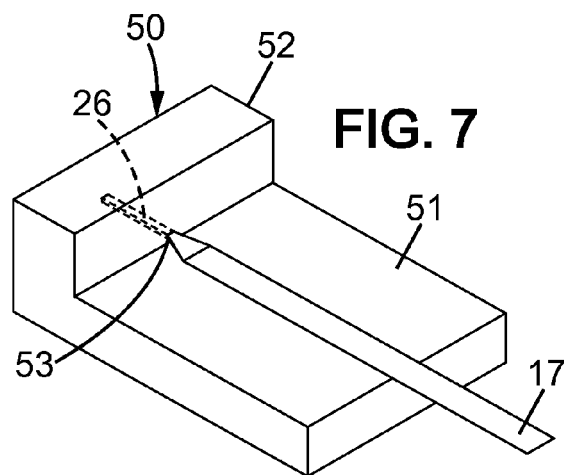
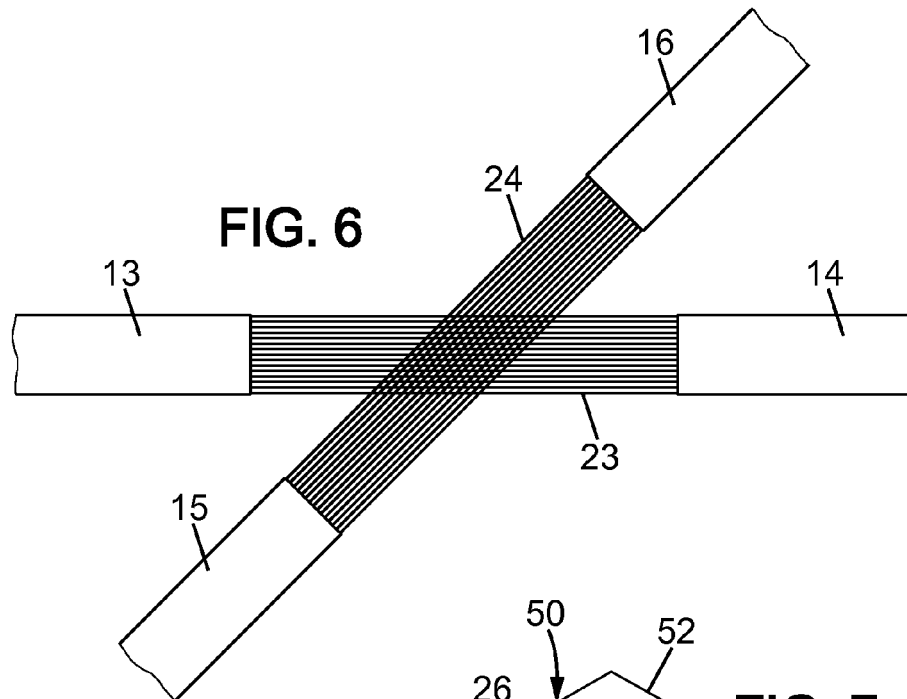
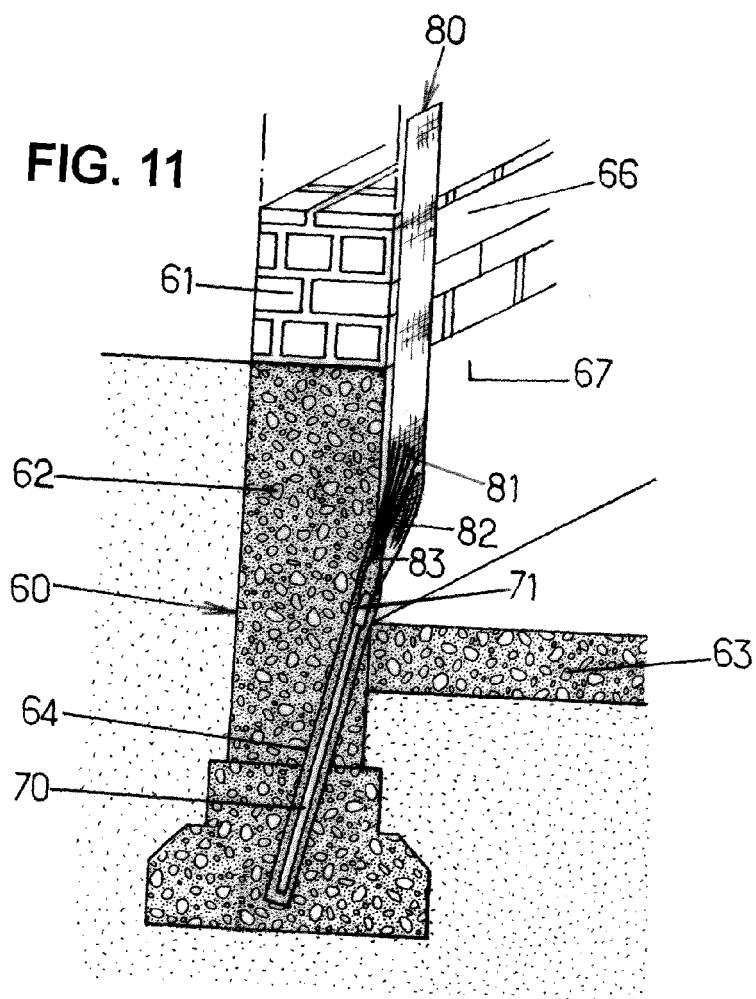
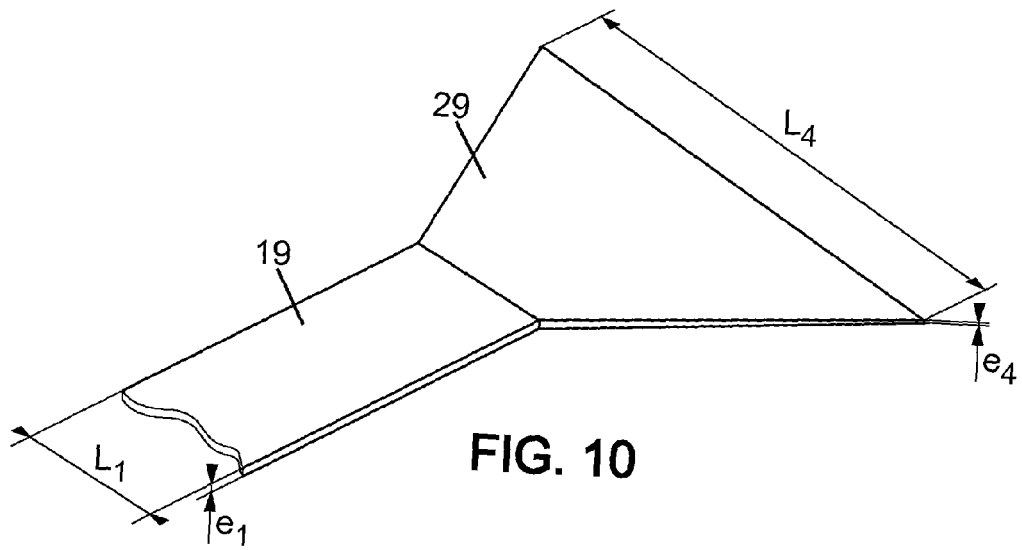


FIG. 3









RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 17 1577

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 186 730 A1 (SIKA AG [CH] SIKA SCHWEIZ AG [CH]) 13 mars 2002 (2002-03-13) * colonne 4, ligne 30 - colonne 5, ligne 14; figures 1,2a,2b *	1,2,4,5,7,9,17	INV. E04G23/02
X	US 6 511 727 B1 (BLEIBLER ALEXANDER [CH] ET AL) 28 janvier 2003 (2003-01-28) * colonne 3, ligne 33 - colonne 4, ligne 4; figures 1-4 *	1,2,4,6,7	
Y		3,8	
X	EP 1 331 327 A1 (SIKA SCHWEIZ AG [CH]) 30 juillet 2003 (2003-07-30) * colonne 2, ligne 11 - ligne 28 *	1,2,4,5,9,17	
Y	* colonne 5, ligne 49 - colonne 6, ligne 18; figure 1 *	8,10-16	
X	EP 1 881 125 A1 (SIKA TECHNOLOGY AG [CH]) 23 janvier 2008 (2008-01-23) * colonne 3, ligne 29 - ligne 36 *	17	
Y	* colonne 4, ligne 23 - ligne 35 *	3	
	* colonne 5, ligne 10 - ligne 39 *		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
	* colonne 7, ligne 46 - colonne 9, ligne 27; figures 1-4 *		E04G
Y	US 6 418 684 B1 (MORTON STEVEN E [US]) 16 juillet 2002 (2002-07-16) * colonne 9, ligne 20 - ligne 30 *	8,11-16	
	* colonne 13, ligne 61 - colonne 14, ligne 27 *		
	* figures 6,7,9,10 *		
Y,D	FR 2 918 689 A1 (FREYSSINET SOC PAR ACTIONS SIM [FR]) 16 janvier 2009 (2009-01-16) * le document en entier *	10	
	-/--		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 17 novembre 2010	Examineur Scharl, Willibald
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 10 17 1577

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 0 837 202 A1 (FREYSSINET INT STUP [FR]) 22 avril 1998 (1998-04-22) * colonne 4, ligne 28 - ligne 46 * * colonne 5, ligne 44 - ligne 53; figures 1,6 *	1,17	
A	EP 1 726 742 A2 (KIMIA S P A [IT]) 29 novembre 2006 (2006-11-29) * colonne 4, ligne 13 - ligne 54; figures 1,2 *	1,17	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 17 novembre 2010	Examineur Scharl, Willibald
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 10 17 1577

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.

17-11-2010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1186730	A1	13-03-2002	AUCUN	
US 6511727	B1	28-01-2003	AT 202614 T	15-07-2001
			AU 720157 B2	25-05-2000
			AU 6614698 A	18-08-1998
			WO 9832933 A1	30-07-1998
			EP 0954660 A1	10-11-1999
			JP 3489839 B2	26-01-2004
			JP 2000513059 T	03-10-2000
EP 1331327	A1	30-07-2003	AT 367494 T	15-08-2007
			BR 0215545 A	28-12-2004
			CA 2474170 A1	07-08-2003
			CN 1671932 A	21-09-2005
			CO 5601050 A1	31-01-2006
			WO 03064789 A1	07-08-2003
			EP 1481139 A1	01-12-2004
			JP 2005516136 T	02-06-2005
			MX PA04006750 A	19-04-2005
			US 2005155303 A1	21-07-2005
EP 1881125	A1	23-01-2008	AT 466149 T	15-05-2010
			EP 2047046 A1	15-04-2009
			WO 2008009744 A1	24-01-2008
US 6418684	B1	16-07-2002	AUCUN	
FR 2918689	A1	16-01-2009	CA 2636921 A1	09-01-2009
			ES 2342527 A1	07-07-2010
			GB 2450988 A	14-01-2009
			US 2009013625 A1	15-01-2009
EP 0837202	A1	22-04-1998	DE 69722125 D1	26-06-2003
			DK 837202 T3	22-09-2003
			EP 0837201 A1	22-04-1998
			ES 2198538 T3	01-02-2004
			FR 2754556 A1	17-04-1998
			PT 837202 E	30-09-2003
EP 1726742	A2	29-11-2006	AUCUN	

EPO FORM P0480

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2594871 A [0003]
- EP 0799951 A [0003]
- FR 2918689 [0062]