



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
04.05.2011 Bulletin 2011/18

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

(21) Numéro de dépôt: **09306016.8**

(22) Date de dépôt: **27.10.2009**

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

(72) Inventeur: **Menard, Marc-Henry**
75008, PARIS (FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel**
Casalonga & Partners
Bayerstrasse 73
80335 München (DE)

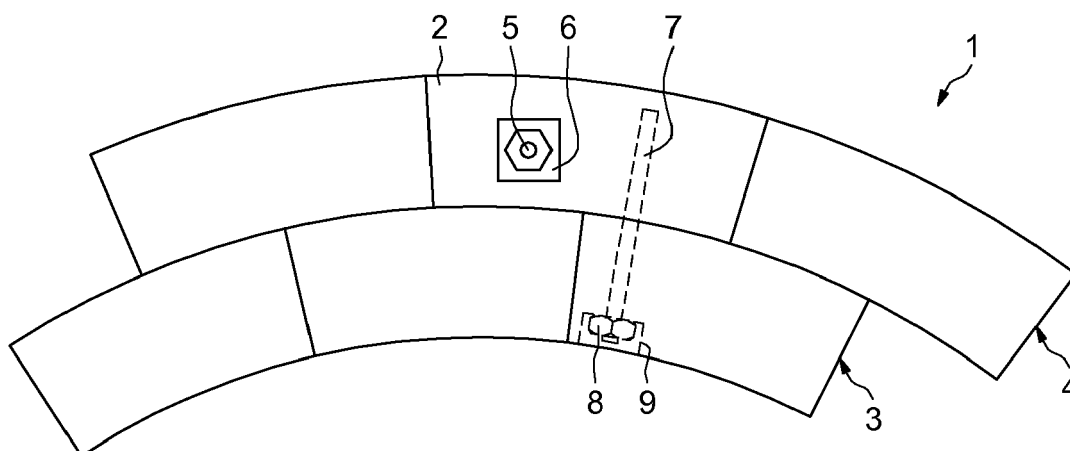
(71) Demandeur: **M Lefevre**
75008 Paris (FR)

(54) **Procédé de renforcement d'une structure en maçonnerie ou en béton, par fixation d'un élément de renforcement en traction comportant une tige en titane, et structure en maçonnerie ou en béton.**

(57) L'invention concerne un procédé de renforcement d'une structure en maçonnerie ou en béton 1 comprenant au moins un arc s'étendant entre deux points d'appui distincts et comprenant une pluralité de pièces

2 mutuellement en compression, dans lequel on effectue un trou dans une pièce puis on insère et on fixe un élément de renforcement en traction dans le trou, l'élément de renforcement comprenant une tige (5, 7) comprenant du titane.

FIG. UNIQUE



Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du renforcement de structures de construction en maçonnerie, en pierres, briques ou blocs de béton, s'étendant entre deux points d'appui, par exemple un élément de voûte, un arc, ou un élément de traverse, comprenant une pluralité de pièces mutuellement en compression. La présente invention est particulièrement bien adaptée aux renforcements de monuments dont certaines parties doivent être préservées en raison d'un intérêt architectural, historique, artistique, etc. L'invention s'applique notamment aux constructions soumises à des agents agressifs.

[0002] Au cours du temps, de telles structures sont susceptibles de se dégrader pour diverses raisons, infiltration d'eau provoquant une dégradation des pierres, des briques ou des blocs béton constituant la structure, tassement du sol provoquant un mouvement des fondations du bâtiment et de ses superstructures, modification du bâtiment postérieurement à sa construction, etc.

[0003] De façon connue, la restauration d'une voûte ou d'un arc porteur en cas de fissuration, dégradation, déformation, peut être réalisée, soit par coulis de chaux, la réussite de ce procédé étant aléatoire, soit par remplacement des éléments dégradés ou cassés nécessitant des échafaudages, voire une reconstruction de l'ouvrage. Ces procédés imposent de lourdes servitudes d'exploitation et de mise en oeuvre, notamment de délai, d'immobilisation du bâtiment ou de l'ouvrage d'art, de coût, et ne permettent pas de renforcer des ouvrages trop sollicités ou dégradés, en toute fiabilité et en toute sécurité, pour un coût raisonnable.

[0004] De plus, dans le cas d'ouvrages d'art pour lesquels on souhaite minimiser les remplacements d'éléments et les modifications afin de limiter l'impact de la restauration sur l'ouvrage initial, de tels procédés s'avèrent inadaptés.

[0005] Par le passé, on a essayé de stabiliser des bâtiments par des tiges en acier traversant le bâtiment de part et d'autre et pourvues à leurs extrémités d'un écrou de blocage. Ce procédé permet notamment un impact réduit sur le bâtiment. En particulier, il peut être prévu des tiges en acier qui peuvent être enlevées facilement, lorsque ces tiges ne sont plus suffisamment résistantes, pour être remplacées par un autre élément de renforcement. Cependant, dans le cas de structures en milieu agressif, tel que le milieu marin, ou de structures exposées à des agents agressifs, tel que le sel de déverglaçage répandu en hiver sur les routes, la durée du renforcement est limitée par la vitesse de corrosion de l'acier. Il peut être nécessaire que le matériau de renfort présente une résistance à la corrosion prolongée et ne soit pas fragile, tout en limitant l'alourdissement de la structure.

[0006] Un autre procédé de renforcement consiste notamment à remplacer les tiges en acier par des fibres de carbone. Cependant, l'installation de telles fibres nécessitent soit l'utilisation d'un liant, par exemple une résine,

soit un sertissage entre la fibre en carbone et un embout métallique. Or, le liant limite la réversibilité du procédé de renforcement, puisque le retrait de l'élément de renfort va nécessiter plus de travaux, et le sertissage doit remplir les mêmes exigences mécaniques que les fibres de carbone, notamment la résistance à la corrosion et la résistance sous contrainte.

[0007] La présente invention vise à résoudre les problèmes énoncés précédemment. En particulier, l'invention propose un procédé de renforcement d'une structure en maçonnerie ou en béton, notamment pour des ouvrages d'art, qui limite l'impact sur ladite structure et qui permet de la renforcer sur une durée prolongée, même dans des conditions agressives.

[0008] La présente invention a pour objet de proposer un procédé de renforcement de structure en maçonnerie ou en béton, de mise en oeuvre facile et rapide, tout en respectant les éléments ne devant pas être modifiés par le renforcement.

[0009] Selon l'invention, il est proposé un procédé de renforcement d'une structure en maçonnerie ou de béton, comprenant au moins un arc s'étendant entre deux points d'appui distincts et comprenant une pluralité de pièces mutuellement en compression, par exemples des pierres, des briques ou des blocs de béton. Selon le procédé, on effectue un trou dans une pièce puis on insère et on fixe un élément de renforcement en traction dans le trou, l'élément de renforcement comportant une tige comprenant du titane.

[0010] Le titane est choisi pour ses propriétés de résistance à la corrosion, et pour ses propriétés mécaniques. Ainsi, le renfort en titane peut être utilisé pour renforcer des structures exposées à des agents agressifs, tels que le sel de déverglaçage ou le sel marin.

[0011] Préférentiellement, la tige est en titane.

[0012] Avantageusement, la tige comprend une première extrémité filetée et l'élément de renforcement comprend également un écrou monté sur l'extrémité filetée de la tige. L'utilisation d'une extrémité filetée et d'un écrou permet une mise en traction contrôlée de la tige par rotation de l'écrou, notamment avec une clé dynamométrique.

[0013] Selon un premier mode de mise en oeuvre, le trou est borgne, et la deuxième extrémité de la tige est scellée à l'extrémité borgne du trou.

[0014] Ce mode de mise en oeuvre permet de renforcer une structure pour laquelle il n'est pas possible, pour des raisons techniques, architecturales ou autre, de réaliser un trou débouchant. Dans ce cas, l'élément de renforcement est scellé par une extrémité, au fond du trou. On peut ensuite utiliser l'autre extrémité pour mettre en traction la tige scellée, à l'aide de l'écrou.

[0015] Selon un autre mode de mise en oeuvre, le trou est traversant, la deuxième extrémité de la tige est filetée, et l'élément de renforcement comprend également un deuxième écrou monté sur la deuxième extrémité filetée de la tige. Ensuite, la tige est insérée dans le trou, puis mise en traction grâce aux écrous placés à chaque ex-

trémité.

[0016] Préférentiellement, on réalise une cavité dans la pièce, autour de l'extrémité libre du trou, apte à recevoir l'écrou monté sur l'extrémité filetée de la tige. Cela permet de limiter l'impact visuel de l'élément de renforcement sur la structure. Ainsi, une ou plusieurs cavités sont prévues pour contenir les extrémités visibles de l'élément de renforcement, notamment les écrous, afin que ceux-ci ne dépassent de la structure. De plus, après mise en traction de la tige, on peut obstruer ladite cavité, avec un élément en matériau similaire à la pièce. Il est alors possible de cacher les éléments de renforcement dans la structure, et de limiter ainsi l'impact visuel des renforts.

[0017] Selon une variante, on peut effectuer un trou perpendiculaire au plan de l'arc et un trou dans la direction d'un rayon de l'arc, éventuellement un trou dans le plan de l'arc et perpendiculaire à un rayon de l'arc, et on peut placer un élément de renforcement dans chacun desdits trous. On obtient ainsi un renforcement de la pièce dans deux, voire trois, directions perpendiculaires. On peut, dans le cas d'arcs porteurs désolidarisés, renforcer d'une part une pièce, ou un bloc, pour augmenter sa résistance aux efforts de compression, et d'autre part renforcer la liaison de la pièce avec l'autre arc porteur afin de maintenir la solidité de la structure dans son ensemble.

[0018] Selon un mode de mise en oeuvre, l'élément de renforcement peut être scellé partiellement puis mis en traction et enfin scellé totalement.

[0019] L'invention concerne également une structure en maçonnerie ou en béton comprenant au moins un arc s'étendant entre deux points d'appui distincts et comprenant une pluralité de pièces mutuellement en compression, dans laquelle une pièce comporte au moins un élément de renforcement en traction comprenant une tige en titane.

[0020] D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à l'examen de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel est représenté schématiquement une partie d'une structure renforcée par des éléments de renforcement.

[0021] Sur la figure est représentée une portion de structure 1, par exemple en pierres 2, comprenant deux arcs 3, 4 et devant être renforcée en raison d'une dégradation de ses propriétés mécaniques. Ainsi, des pierres 2 peuvent être fissurées et les arcs 3, 4 peuvent être désolidarisés.

[0022] Pour renforcer une pierre 2 présentant par exemple un plan de fissuration parallèle au plan de la figure, on réalise un premier trou, dans la pierre, perpendiculairement au plan de fissuration, c'est-à-dire perpendiculairement au plan de la structure, puis on y insère une tige 5 en titane et on la fixe à la pierre. Par exemple, la tige 5 peut être une tige filetée aux deux extrémités, et fixée à la pierre par deux écrous montés aux deux extrémités. Notamment, les deux écrous permettent d'une part d'exercer un effort de traction sur la tige 5, et

d'autre part de rapprocher les deux parties de la pierre séparées par le plan de fissuration. La tige en titane 5 permet de renforcer la résistance de la pierre à la compression, en maintenant la pierre en une partie. De plus, afin de limiter les contraintes locales au niveau des parties de la pierre en contact avec les écrous, une platine 6 peut être prévue entre l'écrou et la surface de contact de la pierre, afin d'augmenter la surface de la pierre sur laquelle s'exercent les efforts de la tige en titane 5.

[0023] La tige en titane 5 permet notamment de renforcer la structure tout en limitant les modifications sur celle-ci. Ainsi, en cas de changement ou de remplacement de moyen de renforcement, la tige 5 peut être retirée facilement, et ne laisse subsister qu'un trou traversant au diamètre de la tige.

[0024] Par ailleurs, un deuxième trou, perpendiculaire au premier trou et selon un rayon des arcs 3, 4, est réalisé, par exemple dans la même pierre 2. Le deuxième trou est un trou borgne, par exemple pour des raisons d'accessibilité de la surface supérieure de la structure 1. Une deuxième tige en titane 7 est alors insérée dans le deuxième trou et scellée par son extrémité supérieure. Une fois scellée, une platine (non représentée) et un écrou 8 sont montés à l'autre extrémité de la tige 7, et la tige est mise en traction. La tige 7 permet ainsi de rapprocher et de maintenir les deux arcs 3, 4 qui étaient désolidarisés.

[0025] Afin de limiter l'impact visuel du renforcement sur la structure 1, des cavités, notamment la cavité 9, sont prévues à l'extrémité des trous, afin de pouvoir contenir les écrous montés à l'extrémité des tiges 5 et 7, et le cas échéant les platines. Une fois les tiges 5 et 7 installées et serrées, un cache en pierre est disposé dans la cavité, de manière à la refermer et à former une surface extérieure plane et uniforme. On obtient ainsi un élément de renfort modifiant peu l'aspect extérieur de la structure.

[0026] Grâce au titane, l'élément de renfort présente une résistance à la corrosion améliorée, notamment lorsque la structure est utilisée comme route sur laquelle est appliquée du sel de déverglaçage, ou dans une région en bord de mer et ce matériau alourdit peu l'élément renforcé. Le procédé permet ainsi d'améliorer le renforcement d'un élément de construction, grâce notamment aux propriétés du titane. Par ailleurs, l'utilisation de tiges perpendiculaires permet de renforcer la structure dans différents plans, tant au niveau des pierres qu'au niveau de la structure dans son ensemble.

50 Revendications

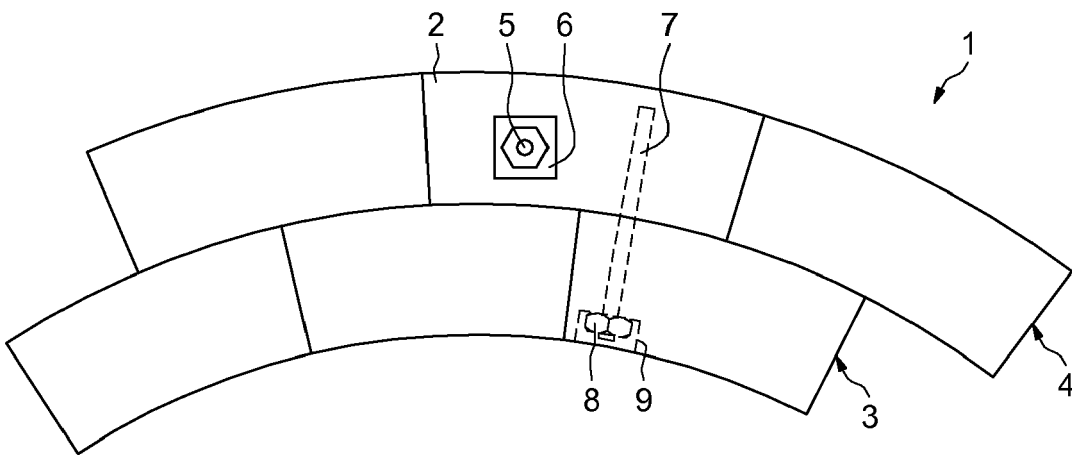
1. Procédé de renforcement d'une structure en maçonnerie ou en béton (1) comprenant au moins un arc s'étendant entre deux points d'appui distincts et comprenant une pluralité de pièces (2) mutuellement en compression, dans lequel on effectue un trou dans une pièce puis on insère et on fixe un élément de renforcement en traction dans le trou, **caractéri-**

sé en ce que l'élément de renforcement comporte une tige (5, 7) comprenant du titane.

2. Procédé de renforcement selon la revendication 1 dans lequel la tige est en titane. 5
3. Procédé de renforcement selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la tige comprend une première extrémité filetée et dans lequel l'élément de renforcement comprend également un écrou monté sur l'extrémité filetée de la tige. 10
4. Procédé de renforcement selon la revendication 3 dans lequel le trou est borgne, et dans lequel la deuxième extrémité de la tige est scellée à l'extrémité borgne du trou. 15
5. Procédé de renforcement selon la revendication 3 dans lequel le trou est traversant, la deuxième extrémité de la tige est filetée, et l'élément de renforcement comprend également un deuxième écrou monté sur la deuxième extrémité filetée de la tige. 20
6. Procédé de renforcement selon l'une des revendications 3 à 5 dans lequel on réalise une cavité (9) dans la pièce, autour de l'extrémité libre du trou, apte à recevoir l'écrou monté sur l'extrémité filetée de la tige. 25
7. Procédé de renforcement selon la revendication 6, dans lequel, après mise en traction de la tige, on obstrue ladite cavité avec un élément en matériau similaire à la pièce. 30
8. Procédé de renforcement selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel on effectue un trou perpendiculaire au plan de l'arc et un trou dans la direction d'un rayon de l'arc, éventuellement un trou dans le plan de l'arc et perpendiculaire à un rayon de l'arc, et on place un élément de renforcement dans chacun desdits trous. 35
40
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8 dans lequel l'élément de renforcement est scellé partiellement, puis mis en traction et enfin scellé totalement. 45
10. Structure en maçonnerie ou en béton (1) comprenant au moins un arc s'étendant entre deux points d'appui distincts et comprenant une pluralité de pièces mutuellement en compression, dans laquelle une pièce comporte au moins un élément de renforcement en traction comprenant une tige en titane. 50

55

FIG. UNIQUE





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 09 30 6016

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	GB 2 304 360 A (PROTEC IND LTD [GB]; SSP CONSULTING CIVIL & STRUCTU [GB]) 19 mars 1997 (1997-03-19) * figures 1,2.4a *	1-10	INV. E04G23/02
Y	FR 2 334 806 A1 (ROUMAGNOU ANDRE [FR]) 8 juillet 1977 (1977-07-08) * figures *	1-10	
X	DE 503 825 C (EMIL MOERSCH DR ING) 26 juillet 1930 (1930-07-26) * le document en entier *	1-10	
Y	US 2006/234800 A1 (HORIMURA HIROYUKI [JP] ET AL) 19 octobre 2006 (2006-10-19) * alinéa [0002] *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E04G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 29 mars 2010	Examineur Andlauer, Dominique
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 [P4/C02]

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

EP 09 30 6016

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.

29-03-2010

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2304360	A	19-03-1997	AUCUN	
FR 2334806	A1	08-07-1977	AUCUN	
DE 503825	C	26-07-1930	AUCUN	
US 2006234800	A1	19-10-2006	ES 2286936 A1 JP 2006274392 A	01-12-2007 12-10-2006

EPO FORM P0460

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