



(11) **EP 1 045 091 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
18.10.2000 Bulletin 2000/42

(51) Int Cl.7: **E04G 23/02**

(21) Numéro de dépôt: **00401042.7**

(22) Date de dépôt: **14.04.2000**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Menard, Marc-Henry**
92600 Asnieres (FR)

(74) Mandataire: **Casalonga, Axel**
BUREAU D.A. CASALONGA - JOSSE
Morassistrasse 8
80469 München (DE)

(30) Priorité: **16.04.1999 FR 9904843**

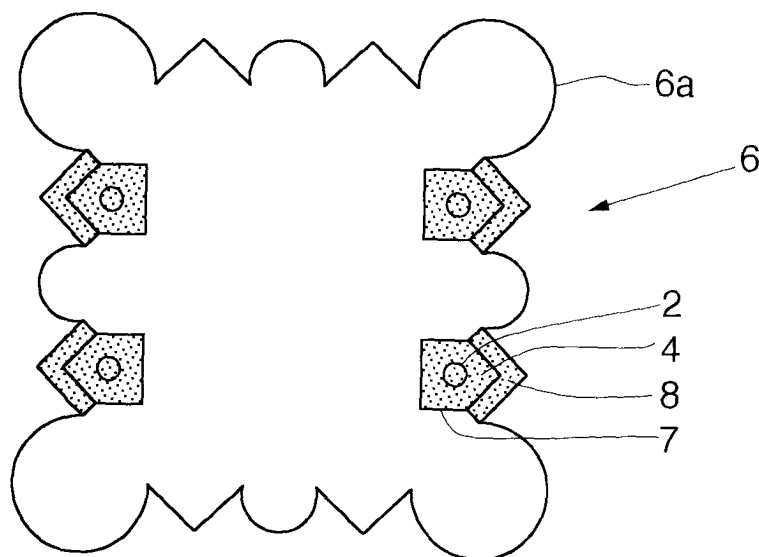
(71) Demandeur: **M. Lefevre S.A.**
75008 Paris (FR)

(54) **Procédé de renforcement d'un élément de construction**

(57) Procédé de renforcement sur site d'un élément (1) de construction existant soumis au moins à des efforts de compression, l'élément (1) de construction étant du type pile, poteau ou mur, dans lequel on insère à l'intérieur du dit élément (1) de construction au moins trois

éléments (3) non-coplanaires de reprise des efforts de compression et des entretoises (5) aptes à prévenir le flambement des éléments (3) de reprise des efforts, les éléments (3) de reprise des efforts et les entretoises (5) comprenant une résine synthétique.

FIG.2



Description

[0001] La présente invention concerne le domaine du renforcement d'éléments de construction tels que des murs, des piliers ou des poteaux.

[0002] De tels éléments de construction sont soumis à des efforts de compression dus à leur masse propre et, éventuellement, à des charges qu'ils doivent supporter, par exemple d'autres éléments de construction du type superstructures, voûtes, murs, piliers, charpentes, etc.

[0003] Pour des raisons telles qu'un accroissement des charges ou un affaiblissement de l'élément de construction, il peut s'avérer nécessaire d'augmenter sa capacité à supporter les efforts de compression. Certaines pierres ou briques constituant de tels éléments de construction peuvent se détériorer au cours du temps et voir diminuer leurs caractéristiques mécaniques en raison d'infiltration d'eau ou de pollutions diverses, notamment par des sels minéraux.

[0004] Dans de tels cas, on peut bien sûr procéder au remplacement de l'élément de construction par un élément neuf réalisé dans le même matériau ou dans un matériau différent tel que le béton armé. Toutefois, pour des raisons historiques ou artistiques, il s'avère nécessaire de renforcer l'élément de construction en conservant le plus possible l'élément d'origine et sans procéder à un démontage complet extrêmement coûteux.

[0005] La présente invention a pour objet de permettre un tel renforcement in situ et sans démontage ni remplacement complet.

[0006] Le procédé de renforcement sur site, selon l'invention, est destiné à un élément de construction existant soumis au moins à des efforts de compression, l'élément de construction étant du type pile, poteau ou mur, procédé dans lequel on insère à l'intérieur du dit élément de construction au moins trois éléments non-coplanaires de reprise des efforts de compression et des entretoises aptes à prévenir le flambement des éléments de reprise des efforts, les éléments de reprise des efforts et les entretoises comprenant une résine synthétique.

[0007] Dans un mode de réalisation de l'invention, les éléments de reprise des efforts sont mis en place par forage de trous longitudinaux dans l'élément de construction.

[0008] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, les éléments de reprise des efforts sont mis en place par creusement de rainures longitudinales dans l'élément de construction, les dites rainures étant rebouchées après la pose des éléments de reprise des efforts, avec un matériau semblable au matériau d'origine de l'élément de construction.

[0009] Dans un mode de réalisation de l'invention, un élément de reprise des efforts est constitué d'une composition de résine synthétique chargée.

[0010] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, un élément de reprise des efforts comprend une

tige centrale et une partie périphérique de scellement dans le trou ou la rainure qui le reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.

[0011] Dans un mode de réalisation de l'invention, une couche d'isolement est mise en place entre un élément de reprise des efforts et la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit, pour éviter le scellement de l'élément de reprise des efforts et de la dite paroi.

[0012] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, un élément de reprise des efforts est scellé dans la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit.

[0013] Avantageusement, les entretoises sont mises en place par forage de trous transversaux dans l'élément de construction, une entretoise comprenant une tige centrale et une partie périphérique de scellement dans le trou qui la reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.

[0014] Avantageusement, on dispose quatre éléments de reprise des efforts régulièrement répartis dans l'élément de construction et une pluralité de paires d'entretoises, deux entretoises d'une paire étant parallèles et à la même hauteur, deux paires voisines étant mutuellement perpendiculaires, et soit disposées à la même hauteur, soit décalées.

[0015] L'élément de construction peut être un mur, un poteau ou une pile, de façon générale un élément d'architecture vertical, ou oblique comprimé, construit en pierre, par exemple en partie ou en totalité en pierre de taille, en brique, en bois.

[0016] Lorsqu'on peut avoir accès à une extrémité de l'élément, on peut alors forer les trous longitudinaux par cette extrémité sans intervenir sur ses côtés, ce qui permet de réduire les surfaces modifiées par les travaux de renforcement.

[0017] La présente invention sera mieux comprise à l'étude 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 est une vue en coupe transversale d'un pilier renforcé par le procédé conforme à l'invention; la figure 2 montre une variante de la figure 1; et la figure 3 est une vue en coupe longitudinale d'un pilier renforcé conformément à l'invention.

[0018] Comme on peut le voir sur la figure 1, le pilier 1 à section octogonale est percé de quatre trous longitudinaux 2 disposés en carré et centrés par rapport au pilier 1. Chaque trou 2 est équipé d'une tige 3 en résine synthétique, par exemple époxyde armée de fibres par exemple de verre, disposée sensiblement au centre du dit trou 2, et d'un mortier ou d'un béton de résine époxyde 4 entourant la tige 3 et en contact avec les parois du trou 2. La résine 4 est solidaire mécaniquement de la

tige 3 et des parois du trou 2 et assure ainsi le scellement de la tige 3 dans le trou 2. On peut prévoir des trous 2 de 100 à 120 mm de diamètre avec des tiges 3 de 30 mm de diamètre. Le mortier comprendra un mélange de résine époxyde et d'une charge telle que du sable. Le béton comprendra un mélange de résine époxyde, et d'une charge telle que du gravier et du sable.

[0019] A titre de variante, dans le cas où le matériau constituant le pilier 1 est trop dégradé, on pourra prévoir d'isoler mécaniquement la résine 4 de la paroi du trou 2. Cette isolation pourra être réalisée au moyen d'une pièce de feutre, de plastique ou d'une couche non adhérente, de cire ou de graisse, non représentée, épousant le contour du trou 2.

[0020] Pour assurer la rigidité et éviter le flambement des renforts formés chacun par une tige 3 et la résine 4, des entretoises 5 sont disposées entre les trous 2. Les entretoises 5 sont également réalisées par forage de trous, pose d'une tige de résine époxy armée de fibres de verre et scellement au mortier de résine époxy.

[0021] Les entretoises 5 seront de préférence légèrement inclinées, d'un angle de 10 à 15°, par rapport au plan transversal de coupe de la figure 1. Cette inclinaison accroît la rigidité de l'ensemble.

[0022] On comprend que les trous 2 sont forés par le dessus du pilier 1 sans intervenir sur sa paroi extérieure 1a. Les trous dans lesquels sont disposées les entretoises 5 sont forés à partir de ladite paroi 1a. Dans ce mode de réalisation, les dommages ou modifications causés à la paroi 1a sont limités au percement des trous pour entretoises qui sont d'un diamètre relativement faible, par exemple de 20 ou 30 mm. Les extrémités de ces trous pour entretoises peuvent ensuite être rebouchés avec une partie du matériau d'origine du pilier 1, ou avec un matériau de rebouchage imitant le plus possible la paroi 1a. La paroi 1a est donc presque intégralement préservée, ce qui est vivement souhaité lorsqu'elle est ouvragée, présente un intérêt historique, artistique.

[0023] Dans un exemple particulier, le pilier 1 est en pierre, admettant une contrainte de compression $\sigma_p = 50 \text{ kg/cm}^2$ et présente une section S. Soit S1 la section des quatre renforts formés de mortier de résine époxy 4 et de tiges 3, admettant une contrainte de compression $\sigma_r = 250 \text{ kg/cm}^2$.

[0024] La résistance d'origine R_0 du pilier 1 est égale à : $R_0 = S \times \sigma_p$.

[0025] Après le renforcement, la résistance R_p du pilier est égale : $R_p = (S-S1) \times \sigma_p + S1 \times \sigma_r$.

[0026] Dans notre exemple, on a $\sigma_r = 5 \times \sigma_p$, d'où la résistance du pilier renforcé : $R_p = S \times \sigma_p + 4 \times S1 \times \sigma_p$.

[0027] La résistance additionnelle R_a obtenue grâce à l'invention, est donc égale à : $R_a = 4 \times S1 \times \sigma_p$.

[0028] Dans le cas où l'aire de chaque trou 2 est égal à 100 cm^2 , on a $S1 = 400 \text{ cm}^2$ d'où $R_a = 80\,000 \text{ kg}$.

[0029] On comprend que les quatre renforts longitudinaux disposés dans le pilier 1 permettent de reprendre les efforts dus à une masse de $80\,000 \text{ kg}$, que le pilier

d'origine n'était pas ou plus capable de reprendre.

[0030] La disposition en carré desdits renforts et la présence des entretoises 5, permettent de former un ensemble en squelette d'échelles associées, de grande rigidité et évitant le flambement des renforts susceptible de provoquer l'éclatement du palier 1.

[0031] Sur la figure 2, est illustré un mode de réalisation de l'invention, qui diffère de celui de la figure 1 en ce que le pilier 6 n'est pas accessible par l'une de ses extrémités. On doit donc intervenir sur les parois latérales 6a en creusant des saignées ou rainures longitudinales 7 par lesdites parois 6a. Puis on dispose dans lesdites saignées 7 des tiges 2. On remplit ensuite la saignée 7 de mortier de résine 4 en lui conférant une forme voulue, par exemple au moyen d'un coffrage. Cette forme est prévue pour que l'on puisse rapporter ensuite un parement 8 recouvrant le mortier de résine 4. Le parement 8 sera réalisé avec le matériau d'origine du pilier 6 ou avec un matériau présentant des caractéristiques mécaniques et esthétiques compatibles. Pour la simplicité du dessin de la figure 2, on n'a pas représenté les entretoises qui sont néanmoins présentes.

[0032] Dans certains cas, lorsque la charge à reprendre est faible et/ou que la section disponible pour former des trous 2 ou des saignées 7 est importante, on peut former le renfort uniquement en mortier ou en béton de résine 4 sans disposer de tige 2.

[0033] Bien entendu et en fonction de la charge à reprendre et de la forme de la section transversale du pilier, on peut disposer un nombre adapté de renforts avec un minimum de trois disposés en triangle, de façon à résister aux efforts de flambement dans toutes les directions. Le nombre de renforts peut être plus important, par exemple jusqu'à six ou huit. Le nombre de tiges 2 dans un renfort donné est adapté à la charge. On peut prévoir une ou plusieurs tiges 2. Leur diamètre est également adapté à la charge.

[0034] La fonction de la résine 4 est essentiellement de reprendre les efforts de compression, tandis que les tiges 2 permettent à la fois de reprendre les efforts de compression et d'éviter le flambement. Les entretoises 5 permettent d'éviter le flambement.

[0035] Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, le pilier 9 comprend au moins trois renforts 10 dont seuls deux sont visibles et réalisés par forage d'un trou vertical ou d'une rainure verticale, par pose de tiges armées non représentées et d'un mortier de résine. Les renforts 10 sont pourvus d'entretoises 11 légèrement inclinées par rapport à l'horizontal. Dans le cas où quatre renforts 10 sont prévus, les entretoises peuvent être disposées par paires alternées à une hauteur donnée. En d'autres termes, les entretoises 11 d'une paire sont chacune disposées dans un plan vertical parallèle au plan vertical de l'autre entretoise 11, leur angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale étant le même ou de signe inversé. Les entretoises de la paire disposée immédiatement au-dessus, seront dans deux plans verticaux perpendiculaires aux précédents, et ainsi de suite.

[0036] Deux tiges 12 et 13, ou encore deux nappes de tiges, en matériau similaire aux tiges 2, ont leur extrémité scellée au moyen de mortier de résine dans des trous forés dans le pilier 9. Ces tiges 12 et 13 permettent de reprendre une partie des efforts de compression s'exerçant sur le pilier 9. Cette reprise est effectuée par d'autres éléments de construction adjacents tels que des murs capables de supporter cette charge supplémentaire.

[0037] Les tiges 12 et 13 sont donc obliques et peuvent être soumises à une précontrainte lors de leur pose. On scelle d'abord l'extrémité des tiges 12 et 13 dans le pilier 9, puis à leur autre extrémité, non représentée, on exerce un effort de précontrainte. On scelle ladite autre extrémité des tiges 12 et 13 en maintenant l'effort de précontrainte, puis après prise du mortier de scellement, on relâche l'effort de précontrainte.

[0038] Les différents scellements pourront être effectués d'après le procédé décrit dans le brevet français publié sous le n° 2 545 132, auquel le lecteur est invité à se référer.

[0039] La présente invention est particulièrement adaptée au renforcement de murs, piliers ou poteaux ne devant pas être démontés et dont on souhaite conserver le plus possible du matériau et de la surface d'origine. On renforce ainsi tout ou partie d'un élément dont les caractéristiques mécaniques ont diminué, par exemple en raison d'une migration de sels minéraux ou de toute autre cause de vieillissement.

Revendications

1. Procédé de renforcement sur site d'un élément de construction (1) existant soumis au moins à des efforts de compression et de flambement, l'élément de construction étant du type pile, poteau ou mur, dans lequel on insère à l'intérieur du dit élément de construction au moins trois éléments non-coplanaires de reprise des efforts de compression et des entretoises (5) aptes à prévenir le flambement des éléments de reprise des efforts, les éléments de reprise des efforts et les entretoises comprenant une résine synthétique.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les éléments de reprise des efforts sont mis en place par forage de trous longitudinaux (2) dans l'élément de construction.
3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les éléments de reprise des efforts sont mis en place par creusement de rainures longitudinales (7) dans l'élément de construction, les dites rainures étant rebouchées après la pose des éléments de reprise des efforts, avec un matériau semblable au matériau d'origine de l'élément de construction.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un élément de reprise des efforts est constitué d'une composition de résine synthétique chargée.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel un élément de reprise des efforts comprend une tige centrale (2) et une partie périphérique de scellement dans le trou ou la rainure qui le reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une couche d'isolement est mise en place entre un élément de reprise des efforts et la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit, pour éviter le scellement de l'élément de reprise des efforts et de la dite paroi.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel un élément de reprise des efforts est scellé dans la paroi du trou ou de la rainure qui le reçoit.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les entretoises sont mises en place par forage de trous transversaux dans l'élément de construction, une entretoise comprenant une tige centrale et une partie périphérique de scellement dans le trou qui la reçoit, la tige centrale étant du type résine synthétique chargée de fibres et la partie périphérique étant du type composition de résine synthétique chargée.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel on dispose quatre éléments de reprise des efforts régulièrement répartis dans l'élément de construction et une pluralité de paires d'entretoises, deux entretoises d'une paire étant parallèles et à la même hauteur, deux paires voisines étant mutuellement perpendiculaires, et soit disposées à la même hauteur, soit décalées.

FIG.1

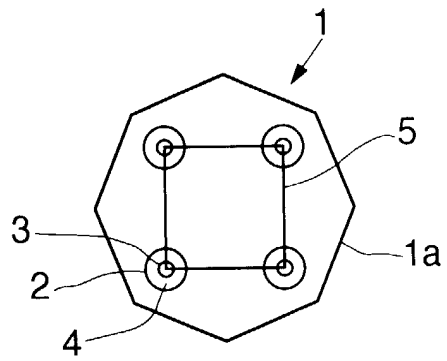


FIG.2

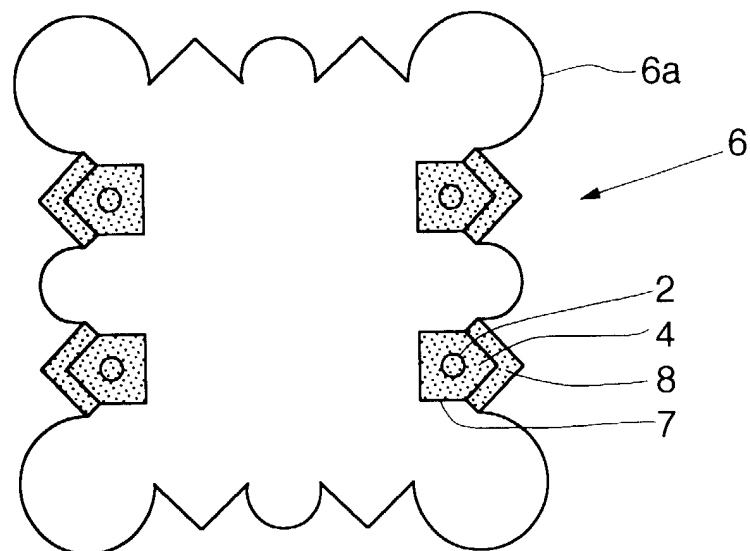
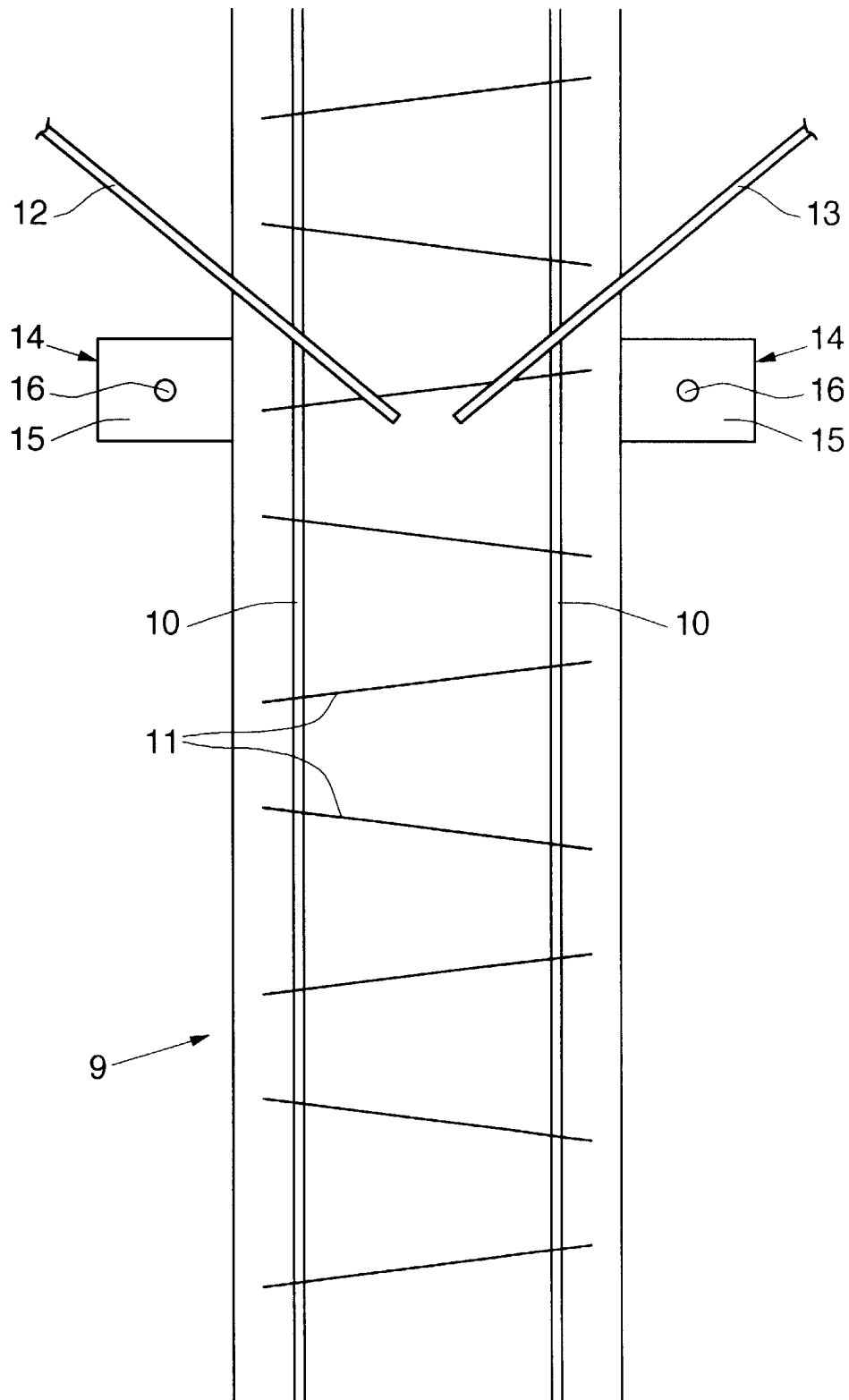


FIG.3





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 1042

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	GB 2 302 896 A (EDSCER WILLIAM GEORGE) 5 février 1997 (1997-02-05) * page 3, ligne 20 - page 9, ligne 16 * * figures * ---	1-5,7,8	E04G23/02
X	FR 2 585 393 A (RENOFORS FRANCE) 30 janvier 1987 (1987-01-30) * le document en entier *	1,3-5, 7-9	
Y	---	2	
Y	WO 99 09277 A (EDSCER WILLIAM GEORGE) 25 février 1999 (1999-02-25) * le document en entier *	2	
A	---	1,4,5,7	
A	FR 2 545 132 A (RENOFORS FRANCE) 2 novembre 1984 (1984-11-02) * le document en entier *	1-5,7	
A	FR 2 635 550 A (CULICA JACQUELINE ;CULICA GEORGES (FR); CULICA MARIE CHRISTINE (FR) 23 février 1990 (1990-02-23) * abrégé *	1,2,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 103, 31 octobre 1997 (1997-10-31) -& JP 09 151612 A (KAJIMA CORP), 10 juin 1997 (1997-06-10) * abrégé *	1,3,4	E04G
A	EP 0 141 782 A (LACROIX RENE) 15 mai 1985 (1985-05-15) * page 2, ligne 35 - page 6, ligne 8 * * figures * -----	1,3,5, 7-9	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 4 juillet 2000	Examineur Andlauer, D
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)

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

EP 00 40 1042

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.

04-07-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2302896 A	05-02-1997	AUCUN	
FR 2585393 A	30-01-1987	AUCUN	
WO 9909277 A	25-02-1999	AU 8736198 A	08-03-1999
FR 2545132 A	02-11-1984	AUCUN	
FR 2635550 A	23-02-1990	AUCUN	
JP 09151612 A	10-06-1997	JP 3018967 B	13-03-2000
EP 0141782 A	15-05-1985	CH 654060 A	31-01-1986
		AT 29547 T	15-09-1987
		DE 3466031 D	15-10-1987

EPO FORM P0460

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