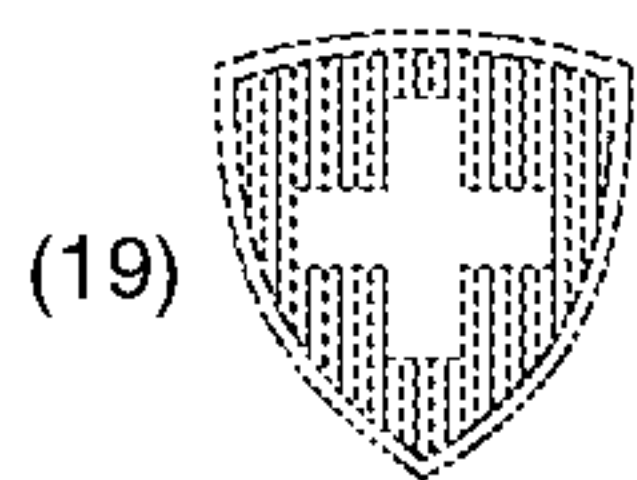




CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **712 326 B1**

(51) Int. Cl.: **E04G** 23/02 (2006.01)
E04C 5/07 (2006.01)

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **FASCICULE DU BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00593/16

(22) Date de dépôt: 04.05.2016

(43) Demande publiée: 15.11.2017

(24) Brevet délivré: 30.10.2020

(45) Fascicule du brevet publié: 30.10.2020

(73) Titulaire(s):
S&P Clever Reinforcement Company AG,
Seewernstrasse 127
6423 Seewen (CH)

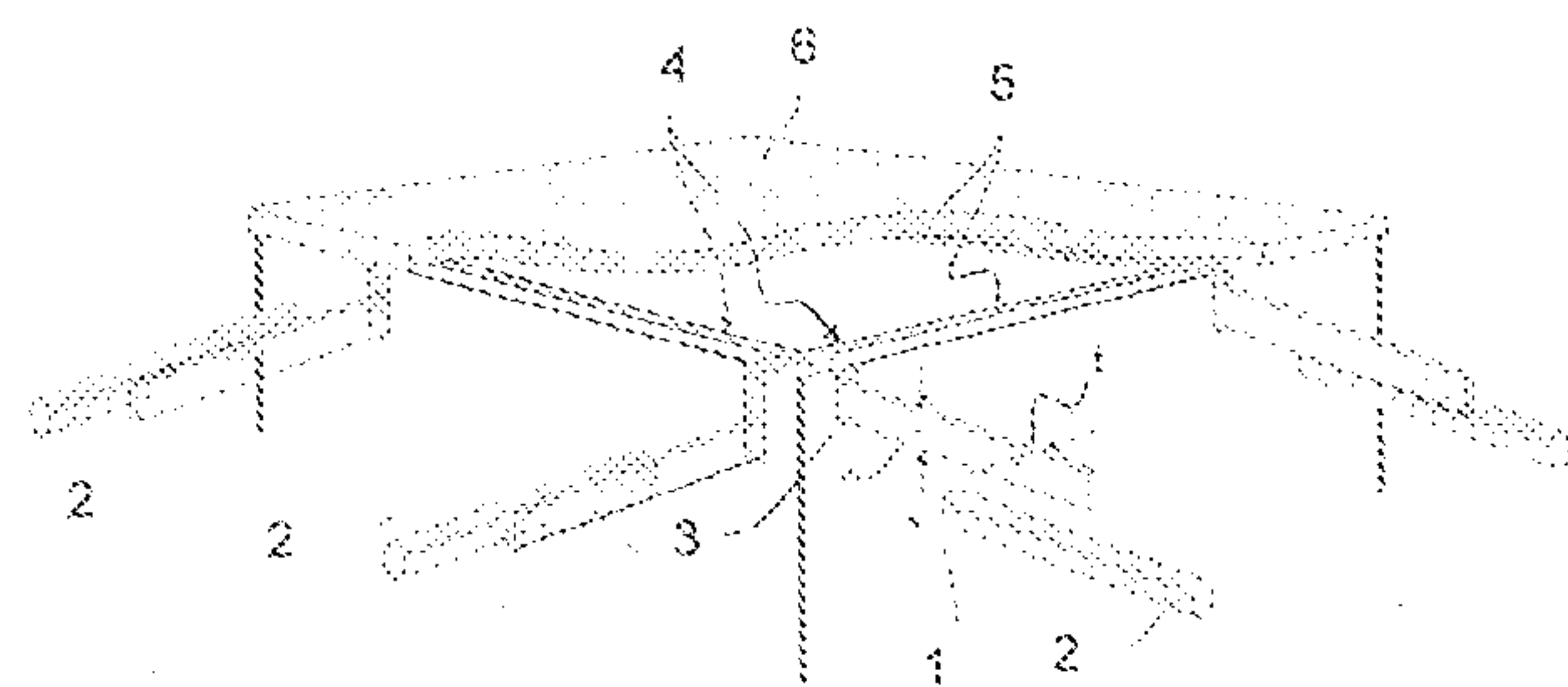
(72) Inventeur(s):
Michaël Tixier, 58440 La Celle sur Loire (FR)
Etienne Pellissier, 1630 Bulle (CH)

(74) Mandataire:
Felber & Partner AG, Dufourstrasse 116
8008 Zürich (CH)

(54) **Procédé de renforcement de murs, de dalles, de sols et d'autres éléments en béton.**

(57) L'objet de l'invention est réalisé par un procédé de renforcement d'éléments en béton, notamment de murs, dalles ou sols en béton, caractérisé par les étapes suivantes :

- a) couper des fentes (4) dans la couche de surface de l'élément en béton (1) à renforcer,
- b) nettoyer et remplir les fentes (4) avec une résine adhésive (5) ou avec du mortier,
- c) insérer et immerger une ou plusieurs lamelles en plastique renforcé de fibre de carbone (PRFC) (3) ou barres en fibre de carbone dans chaque fente (4) remplie de résine adhésive (5) ou de mortier,
- d) protéger l'élément en béton renforcé (1) de l'humidité pendant au moins 8 heures,
- e) appliquer un revêtement sur la couche de surface de l'élément en béton renforcé (1). Cet objet est également réalisé par un élément en béton (1), tels un mur, une dalle ou un sol en béton, caractérisé par le fait qu'il comprend, dans sa couche de surface, au moins une fente (4) remplie d'une résine adhésive (5) ou de mortier et au moins une lamelle en PRFC (3) ou d'une barre en fibre de carbone complètement entourée par la résine adhésive (5) ou le mortier.



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé de renforcement pour les sols, dalles, plateformes et murs en béton équipés de renforts particuliers dans le but de les préparer à recevoir divers revêtements tels que, par exemple, des couches de finition de sol en divers matériaux.

[0002] Dans l'industrie de la construction, le béton est très largement utilisé, en particulier pour la fabrication de radiers (plaques de sol), dalles, plates-formes, supports de toutes sortes, et bien sûr des murs et plafonds. Ces radiers en béton sont ensuite recouverts par différents types de matériaux, par exemple un mortier, un polyuréthane, etc. pour finalement fournir un support pour les revêtements de sol ou finitions du sol. La couche supérieure de la dalle ou mur en béton comprend plusieurs centimètres de béton qui est appliqué au-dessus des barres d'armature. Cette couche de béton ne reprend pas d'efforts de tension et est donc affaiblie. Chaque fois qu'une lourde charge est mise sur le radier, par exemple matériel ou objets lourds, cette zone est mise sous contrainte et des forces horizontales sont engendrées depuis cette charge et ceci peut causer des dommages à long terme. De même, la couche de surface des murs de béton ou d'autres éléments en béton reste faible alors qu'elle devrait absorber les tensions.

[0003] L'objectif de cette invention est de fournir une méthode et un système pour le renforcement de radiers, dalles, plates-formes, murs et d'autres éléments en béton, en particulier les dalles et les sols pour recevoir des revêtement et finitions de sol et améliorer sa stabilité et résistance contre les forces de traction qui peuvent apparaître.

[0004] L'objet de l'invention est atteint grâce à un procédé de renforcement d'éléments en béton, notamment de murs, dalles ou sols en béton, dont les caractéristiques sont énumérées dans les revendications indépendantes 1 et 5.

[0005] L'objet est en outre réalisé par un élément en béton, notamment un mur, une dalle ou un sol en béton, caractérisé par le fait qu'il comprend, dans sa couche de surface, au moins une fente remplie d'une résine adhésive ou d'un mortier et au moins une bande de renfort sous la forme d'une lamelle en plastique renforcé de fibre de carbone (PRFC) - ou CFK („Carbon Faserverstärkte Kunststoff“) en terminologie germanique - ou d'une barre en fibre de carbone complètement entourée par la résine ou le mortier.

[0006] L'invention sera décrite et expliquée avec l'aide des schémas ci-joint et la méthode d'application des bandes de renforcement sera expliquée en détail.

Figure 1 Montre un bloc de béton en perspective représentant la section d'une dalle en béton, sol ou mur avec des fentes et des bandes de renfort insérées;

Figure 2 Montre un bloc de béton en perspective représentant la section d'une dalle, sol ou mur avec des fentes et barres en fibre de carbone insérées.

[0007] Tout d'abord, pour renforcer la couche de surface d'un bloc de béton qui peut être un sol en béton, un mur en béton ou un autre élément en béton, nous avons besoin de déterminer combien de bandes doivent être appliquées et comment elles seront disposées géométriquement. À cette fin, il y a un certain nombre de conditions préalables à respecter, comme celles-ci :

La force de traction du support en béton:	$> 1.0 \text{ N/mm}^2$
Température du support en béton:	au-dessus du point de rosée de 3°C
Humidité du support en béton:	$< 4\%$
Plage de la température d'application:	$+10^\circ\text{C}$ jusqu'à $+35^\circ\text{C}$
Température de stockage de la résine:	$+8^\circ\text{C}$ à $+35^\circ\text{C}$

[0008] Tout d'abord, la dalle, le sol, le mur en béton ou l'élément en béton 1 comme représenté sur la **Figure 1** doit être propre et sec. On doit connaître et tenir compte de l'épaisseur de la couche au-dessus de l'acier d'armature 2 dans le béton 1 afin qu'il ne soit pas endommagé lors de la coupe des fentes 4. Ensuite, les lignes le long desquelles les renforcements 3 devraient être appliqués sont mesurées et marquées sur la surface du béton. Une distance minimale entre ces lignes devrait être maintenue pour obtenir une distance minimale entre les bandes de renfort 3 posées plus tard. Cette distance minimale est d'au moins 32 mm. Après le marquage, les fentes 4 sont faites le long des lignes marquées en utilisant une scie à béton par voie sèche ou humide. Les largeurs des fentes 4 coupées dans la couche de surface du béton 1 sont de 3-8 mm pour des lamelles d'épaisseur (t) de 1-4 mm et les profondeurs des fentes 4 varient de 10 mm à 45 mm selon la largeur (w) des bandes, c'est-à-dire de leur profondeur une fois insérées, et selon qu'elles soient disposées en configuration croisée ou non.

[0009] Après la coupe des fentes 4, celles-ci doivent être complètement et soigneusement nettoyées. Ceci est crucial pour l'adhérence de la résine qui devra assurer la transmission des forces de tension des faces intérieures des fentes

4 aux bandes de renfort 3 posées à l'intérieur. Pour assurer un nettoyage minutieux, un nettoyage avec une eau à haute pression, de préférence, est exécuté. Ceci est suivi par un séchage des fentes 4. Cette procédure assure l'enlèvement de n'importe quelle trace d'huile qui pourrait être présente dans les fentes 4. Après le séchage des fentes 4, l'humidité des surfaces en béton des fentes 4 devrait être au-dessous de 4%. Comme méthode alternative, on peut aussi couper les bandes avec une scie circulaire équipée d'un extracteur de poussière.

[0010] Ensuite, les bandes de renfort 3 doivent être coupées aux longueurs adéquates et préparées pour être mises dans les fentes 4. À cette fin, les bandes 3 sous forme de lamelles en PRFC sont nettoyées avec une serviette imprégnée d'un solvant comme de l'acétone. Toute la surface des lamelles en PRFC 3 doit être nettoyée avec ce solvant de façon à assurer une transmission optimale des forces de tension grâce à la résine adhésive qui sera appliquée sur ces surfaces.

[0011] Une fois les fentes 4 réalisées dans le béton 1 et les lamelles en PRFC 3 préparées, les fentes découpées et nettoyées 4 sont remplies d'un adhésif 5. Une résine adhésive appropriée est versée dans les fentes à une température entre 10°C jusqu'à 35°C tandis que le béton 1 doit avoir une température d'au moins 8°C jusqu'à 35°C. Ce premier type de résine à basse viscosité est une résine époxydique à 2 composants sans solvant, transparente avec un durcisseur amine formulé. La résine a une densité de 1.11 kg/l et le ratio résine-durcisseur est 2 : 1. À 10°C, par exemple, elle peut être appliquée durant une période de 3 heures et le temps de durcissement est de 7 jours. Après 14 jours, la résistance à la traction est de 35.8 N/mm². L'allongement à la rupture est de 2.3% et le module d'élasticité statique est de 2'515 N/mm² tandis que le module d'élasticité dynamique est de 2'989 N/mm² à -20°C et 2'515 N/mm² à +20°C. Une telle résine est livrée avec des ratios de mélange prescrits. Le durcisseur (Composant B) est versé dans la résine (Composant A). Une fois ouvert, il est important que le durcisseur soit utilisé complètement. Le mélange des deux composants est de préférence fait au moyen d'une perceuse à faible vitesse équipée d'une palette de mélange, à une gamme de température de 15°C jusqu'à 20°C. De cette façon, la résine 5 est mélangée avec ce mélangeur rotatif à un maximum de 400 tours/minute pendant au moins 3 minutes afin d'obtenir une résine homogène 5 avec une couleur uniforme, sans aucune trace. À une température plus haute, le temps d'application sera substantiellement réduit.

[0012] Un deuxième type de résine adhésive semblable avec une viscosité plus haute peut également être utilisé, en particulier pour des applications aux murs et aux plafonds. C'est une résine d'époxyde sans solvant, thixotropique. Cette résine adhésive époxydique à deux composants a été développée pour le collage de lamelles en fibre de carbone. Elle a une densité de 1.70 à 1.80 g/cm³. Le ratio de mélange de la résine et du durcisseur est 4 : 1 (les deux par poids ou par volume). La résistance à la compression de cette résine une fois appliquée est > 70 N/mm². Le module d'élasticité est > 7'100 N/mm² et la résistance au cisaillement est > 26 N/mm². La résistance à la traction de l'adhésif sur les lamelles en PRFC est > 3 N/mm² comme sur le béton à 20°C.

[0013] Selon la viscosité, le remplissage des fentes avec la résine peut être effectué par gravité ou avec un pistolet à cartouche si c'est une résine avec une viscosité élevée afin que ces fentes soient remplies complètement jusqu'à déborder sur la surface de la dalle ou du sol. Ensuite, les bandes de renfort 3, les lamelles en PRFC, peuvent être posées dans les fentes 4 en les immergeant dans la résine adhésive 5 de façon à ce qu'elles soient complètement prises dans la résine 5. Par la suite, les fentes remplies de résine avec, à l'intérieur, les lamelles entourées de résine sont recouvertes de sable de quartz. Le sable doit couvrir entièrement la surface où la colle a débordé, voire la surface totale de la dalle ou plaque à renforcer. Cela permettra d'améliorer l'application d'une couche ultérieure pour le revêtement du sol et de renforcer l'adhérence mécanique. Finalement, il faut s'assurer que les fentes ouvertes 4 et les lamelles en PRFC insérées 3 soient protégées de l'humidité pendant au moins 8 heures. Si la température environnante est de 23°C et que l'humidité dans le bâtiment ou le lieu de travail est autour de 50%, le durcissement de la résine adhésive 5, et donc le système de renforcement, sera complètement effectif et pourra être mis sous tension dans les 72 heures.

[0014] Comme alternative, au lieu d'utiliser une résine, les surfaces des lamelles peuvent être rendues rugueuses par des mesures spécifiques. Par exemple, elles peuvent être traitées avec du sable pour rendre leurs surfaces rugueuses, que ce soit en usine ou directement sur place. Après le remplissage des fentes, en pompant du béton ou du mortier, les lamelles rugueuses sont insérées dans les fentes de telle sorte que celles-ci soient finalement complètement noyées dans le béton.

[0015] Dans le tableau suivant, divers types de lamelles 3 et résines sont donnés pour des cas pratiques et applicables pour la plupart des cas. Il indique la quantité et le type de résine 5 qui devrait être utilisé par mètre de fente 4 selon le type de lamelle qui sera inséré :

Type de lamelle en PRFC	Type de résine avec viscosité basse	Type de résine avec haute viscosité
10 mm de largeur, 1.4 mm d'épaisseur	approx. 80 g/m	approx. 120 g/m
10 mm de largeur, 2.8 mm d'épaisseur	approx. 80 g/m	approx. 120 g/m

Type de lamelle en PRFC	Type de résine avec viscosité basse	Type de résine avec haute viscosité
15 mm de largeur, 2.5 mm d'épaisseur	approx. 110 g/m	approx. 160 g/m
20 mm de largeur, 1.4 mm d'épaisseur	approx. 130 g/m	approx. 200 g/m

[0016] Dans la **Figure 2**, une alternative à l'utilisation de lamelles insérées est représentée. Dans cet exemple, des barres en fibre de carbone 7 sont insérées. Elles sont ici sensiblement du même diamètre d que les barres d'armature en acier. Pour ces barres en fibre de carbone 7, des fentes 4, d'environ trois fois la largeur des fentes pour les lamelles représentées sur la Figure 1, sont coupées dans la dalle de béton 1. Ces fentes 4 sont ensuite remplies avec une résine 5 ou un mortier et, finalement, des barres en fibre de carbone 7 sont immergées dans le matériel de remplissage de sorte qu'elles sont complètement entourées par la résine 5 ou le mortier comme indiqué. Typiquement, le diamètre des barres en fibre de carbone 7 mesure environ 2/3 de la largeur des fentes 4. Les barres en fibre de carbone 7 remplissent le même objectif que les lamelles.

Revendications

- Procédé de renforcement d'éléments en béton (1), notamment de murs, dalles ou sols en béton, caractérisé par les étapes suivantes:
 - a) couper au moins une fente (4) dans la couche de surface de l'élément en béton (1) à renforcer,
 - b) nettoyer et remplir les fentes (4) avec une résine adhésive (5) de sorte que cette résine adhésive (5) déborde et se répand sur la surface de l'élément en béton (1) pour améliorer l'application ultérieure d'un revêtement à l'étape e),
 - c) insérer et immerger une ou plusieurs lamelles (3) en plastique renforcé de fibre de carbone, c'est à dire PRFC, ou barres en fibre de carbone (7) dans chaque fente (4) remplie de résine adhésive (5), puis couvrir la résine adhésive (5) avec du sable de quartz,
 - d) protéger l'élément en béton renforcé (1) de l'humidité pendant au moins 8 heures,
 - e) appliquer un revêtement sur la couche de surface de l'élément en béton renforcé (1).
- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape a) inclut les étapes suivantes:
 - a1) définir et marquer l'emplacement et la direction des lamelles en PRFC (3) ou des barres en fibre de carbone (7) à appliquer dans la couche de surface de l'élément en béton (1) en mesurant sa surface et son épaisseur et en déterminant le calepinage d'application des lamelles en PRFC (3) ou des barres en fibre de carbone (7),
 - a2) couper les fentes (4) dans la couche de surface de l'élément en béton (1) le long du marquage, dans des largeurs de 3 mm à 8 mm et des profondeurs de 10 mm à 45 mm en fonction du type et du nombre de lamelles en PRFC (3) ou de barres en fibre de carbone (7), les lamelles en PRFC (3) présentant une largeur (w) de 10 mm à 20 mm, en ce que l'étape b) inclut les étapes suivantes:
 - b1) nettoyer les fentes (4) en les vidant, puis mesurer la température et l'humidité du béton (1), le point de rosée et la température de l'air environnant,
 - b2) mélanger la résine adhésive (5) avec un durcisseur pour obtenir un mélange pâteux de couleur homogène,
 - b3) remplir les fentes (4) avec ledit mélange de résine adhésive (5) et de durcisseur de façon à ce qu'il déborde des fentes (4) et couvre aussi la surface de l'élément en béton (1), et en ce que l'étape c) inclut les étapes suivantes:
 - c1) préconditionner les lamelles en PRFC (3) en les nettoyant et les dégraissant au moyen d'un solvant, tel l'acétone, ou préparer les barres en fibre de carbone (7),
 - c2) insérer les lamelles en PRFC (3) ou les barres en fibre de carbone (7) dans toutes les fentes (4) remplies de telle façon qu'elles soient complètement immergées et entourées par la résine adhésive (5),
 - c3) recouvrir les fentes et toute la surface où la résine adhésive (5) a débordé, voire toute la surface de l'élément en béton (1) à renforcer, avec du sable de quartz d'une granularité de 0.9 mm à 1.4 mm pour améliorer l'application ultérieure du revêtement à l'étape e).
- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape a) inclut:
 - a) couper les fentes (4) de sorte à se croiser dans la couche de surface de l'élément en béton (1), les fentes (4) orientées dans une première direction présentant une première profondeur, les fentes (4) orientées dans une deuxième direction, croisée par rapport à la première direction, présentant une profondeur plus profonde que la première profondeur, les fentes (4) étant réalisées dans une largeur telle qu'il subsiste un espace libre d'au moins 1 mm des deux côtés des lamelles en PRFC (3) ou des barres en fibre de carbone (7), ça veut dire de 3-8 mm pour des lamelles d'épaisseur (t) de 1-4 mm et les profondeurs des fentes (4) varient de 10 mm à 45 mm, devant être insérées les lamelles dans les fentes (4), et en ce que l'étape b) inclut:
 - b) mélanger la résine adhésive (5) avec un durcisseur au moyen d'un mélangeur mécanique à pales tournant à une vitesse allant jusqu'à 400 tours par minute pendant au moins 3 minutes, à une température entre 15°C et 25°C, pour

obtenir un mélange pâteux de couleur homogène, le remplissage des fentes (4) avec le mélange de résine adhésive (5) et de durcisseur étant réalisé au moyen d'un pistolet à cartouches.

4. Procédé selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé par le fait que :
 - c) deux ou davantage de lamelles en PRFC (3) ou barres en fibre de carbone (7) sont insérées dans toutes les fentes (4) remplies de façon à ce qu'elles soient immergées et entourées par la résine adhésive (5), et les fentes (4) ont une largeur pour laisser un espace libre d'au moins 1 mm des deux côtés des lamelles en PRFC (3) ou des barres en fibre de carbone (7) pour que celles-ci puissent être insérées.
5. Procédé de renforcement d'éléments en béton (1), notamment de murs, dalles ou sols en béton, caractérisé par les étapes suivantes :
 - a) couper des fentes (4) dans la couche de surface de l'élément en béton (1) à renforcer, avec une largeur suffisante pour laisser un espace libre d'au moins 1 mm des deux côtés des lamelles en PRFC (3) ou des barres en fibre de carbone (7) pour que celles-ci puissent être insérées,
 - b) nettoyer et remplir les fentes (4) avec un mortier,
 - c) insérer et immerger une ou plusieurs lamelles en PRFC (3) ou barres en fibre de carbone (7) rendues rugueuses dans toutes les fentes (4) remplies de mortier,
 - d) protéger l'élément en béton renforcé (1) de l'humidité pendant au moins 8 heures,
 - e) appliquer un revêtement sur la couche de surface de l'élément en béton renforcé (1).
6. Élément en béton (1), notamment mur, dalle ou sol en béton, caractérisé par le fait qu'il comprend dans sa couche de surface au moins une fente (4) remplie d'une résine adhésive (5) mortier et au moins une lamelle en plastique (3) renforcé de fibre de carbone, c'est à dire PRFC, ou d'une barre en fibre de carbone (7).
7. Élément en béton (1) selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'il comprend, dans sa couche de surface, plusieurs premières fentes (4) de 3 mm à 8 mm de largeur et d'une profondeur de 10 mm à 45 mm et, dans ces premières fentes (4), une ou plusieurs lamelles en PRFC (3) de 10 mm à 20 mm de largeur (w) et 1 mm à 4 mm d'épaisseur (t) ou plusieurs deuxièmes fentes (4) avec une largeur trois fois supérieure à la largeur des premières fentes (4) et, dans ces deuxièmes fentes (4) une ou plusieurs barres en fibre de carbone (7), les premières et deuxièmes fentes (4) ayant, le cas échéant, une largeur suffisante pour laisser un espace libre d'un moins 1 mm des deux côtés des lamelles en PRFC (3) ou, respectivement, des barres en fibre de carbone (7) pour que celles-ci aient pu être insérées.
8. Élément en béton (1) selon la revendication 6 ou 7, caractérisée par le fait qu'il comprend, dans sa couche de surface, plusieurs premières fentes (4) de 3 mm à 8 mm de largeur et d'une profondeur de 12 mm à 45 mm et, dans ces premières fentes (4), une ou plusieurs lamelles en PRFC (3) de 10 mm à 20 mm de largeur (w) et 1 mm à 4 mm d'épaisseur (t) ou plusieurs deuxièmes fentes (4) avec une largeur trois fois supérieur à la largeur des premières fentes (4) et, dans ces deuxièmes fentes (4) une ou plusieurs barres en fibre de carbone (7), les premières et deuxièmes fentes (4) ayant, le cas échéant, une largeur suffisante pour laisser un espace libre d'un moins 1 mm des deux côtés des lamelles en PRFC (3) ou, respectivement, des barres en fibre de carbone (7) pour que celles-ci aient pu être insérées.
9. Élément en béton (1) selon une des revendications de 6 à 8, caractérisées par le fait qu'il comprend, dans sa couche de surface, dans une première direction, plusieurs fentes croisées (4) de 3 mm à 8 mm de largeur et d'une profondeur allant de 12 mm jusqu'à 45 mm et, dans une direction croisée à la première direction, d'une profondeur plus grande allant jusqu'à 45 mm et, dans ces fentes (4) croisée, une ou plusieurs lamelles en PRFC (3) de 10 mm à 20 mm de largeur (w) et 1 mm à 4 mm d'épaisseur (t) ou une ou plusieurs barres en fibre de carbone (7), les fentes croisées (4) ayant une largeur pour laisser un espace libre d'au moins 1 mm des deux côtés des lamelles en PRFC (3) ou, respectivement, des barres en fibre de carbone (7) pour que celles-ci aient pu être insérées.

Figure 1

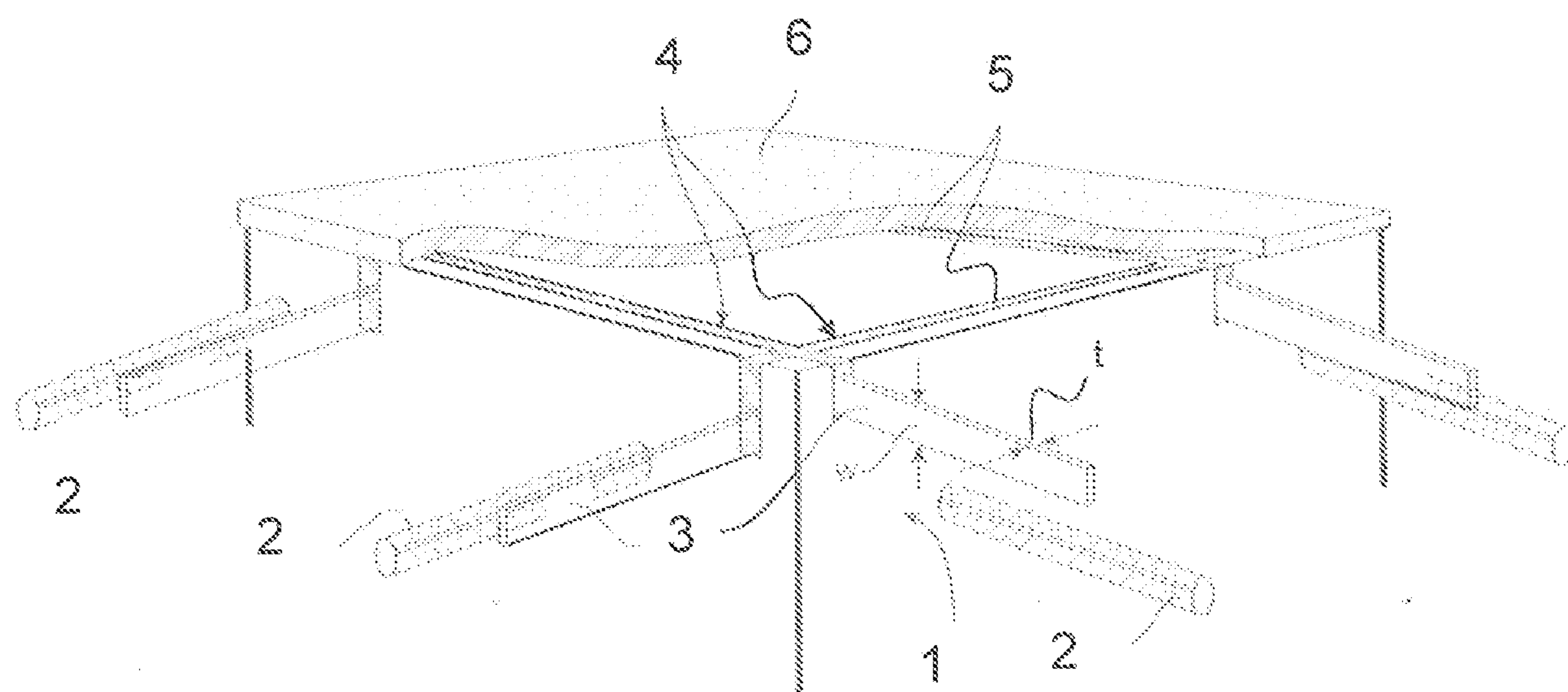


Figure 2

