



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33925 B1** (51) Cl. internationale : **E04H 12/16; E04H 12/34; F03D 11/04**
- (43) Date de publication : **02.01.2013**

-
- (21) N° Dépôt : **35068**
- (22) Date de Dépôt : **16.07.2012**
- (30) Données de Priorité : **23.12.2009 EP 09306323.8**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/EP2010/070528 22.12.2010**
- (71) Demandeur(s) : **SOLETANCHE FREYSSINET, 133 BOULEVARD NATIONAL -F-92500 RUEIL MALMAISON RUEIL MALMAISON (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **HUYNH TONG, Alain ; MELEN, Benoît**
- (74) Mandataire : **CABINET CHARDY**

-
- (54) Titre : **TOUR COMPORTANT UNE COLONNE EN BETON PRECONTRAINT ET PROCEDE DE CONSTRUCTION**

- (57) Abrégé : La présente invention concerne une colonne creuse (10) qui comporte une paroi qui entoure un espace intérieur construit. Des câbles de précontrainte (15) qui comprennent des tendons (1) et deux terminaisons de câble (20) sont pré-assemblés. Chaque tendon est contenu dans un manchon respectif (4) avec une substance de protection (3). Chaque terminaison de câble comprend un bloc (30) pour ancrer chaque tendon d'un câble de précontrainte, une chambre (31) remplie avec une substance de protection sur un côté arrière du bloc et un système d'étanchéité qui ferme la chambre de façon opposée au bloc. Chaque tendon du câble de précontrainte s'étend à travers le système d'étanchéité et son manchon est interrompu dans la chambre. Les câbles de précontrainte pré-assemblés sont installés dans l'espace intérieur de la colonne creuse, les deux terminaisons de chaque câble prenant appui contre des parties de butée (25) prévues dans les parties supérieure et inférieure de la colonne. Les câbles de précontrainte peuvent alors être tendus.

ABRGE

La présente invention concerne une colonne creuse (10) qui comporte une paroi qui entoure un espace intérieur construit. Des câbles de précontrainte (15) qui comprennent des tendons (1) et deux terminaisons de câble (20) sont pré-assemblés. Chaque tendon est contenu dans un manchon respectif (4) avec une substance de protection (3). Chaque terminaison de câble comprend un bloc (30) pour ancrer chaque tendon d'un câble de précontrainte, une chambre (31) remplie avec une substance de protection sur un côté arrière du bloc et un système d'étanchéité qui ferme la chambre de façon opposée au bloc. Chaque tendon du câble de précontrainte s'étend à travers le système d'étanchéité et son manchon est interrompu dans la chambre. Les câbles de précontrainte pré-assemblés sont installés dans l'espace intérieur de la colonne creuse, les deux terminaisons de chaque câble prenant appui contre des parties de butée (25) prévues dans les parties supérieure et inférieure de la colonne. Les câbles de précontrainte peuvent alors être tendus.



DEUXIÈME ET DERNIER FEUILLET
RABAT, LE .

Arrière-plan de l'invention

La présente invention concerne la construction de tours ou de mâts ayant une paroi précontrainte.

La plupart des tours en béton existantes sont précontraintes en utilisant des armatures métalliques enfilées dans un conduit dans lequel est injecté un coulis de ciment. Un inconvénient de ce procédé est la sensibilité du coulis au gel lorsqu'il est injecté et durci. Ceci rend les étapes d'injection très difficiles lorsque la température ambiante est inférieure à approximativement + 5 °C. En général, une précontrainte interne est utilisée, c'est-à-dire que le conduit contenant les armatures s'étend à l'intérieur du béton de la paroi de la tour. Ceci peut entraîner des difficultés pour enfiler les armatures et pour garantir la bonne étanchéité du conduit lors de l'injection du coulis (voir, par exemple le brevet US n° 7 114 295).

Certaines tours, en particulier pour des éoliennes, comportent une colonne en béton équipée de câbles de précontrainte externes comportant des armatures faites de torons qui peuvent coulisser dans des gaines individuelles sans injection de coulis de ciment. Un exemple est décrit dans le brevet européen n° 1 262 614. Un inconvénient de ce type d'armature est le déplacement différentiel important qui peut avoir lieu entre le toron métallique et sa gaine en plastique en raison de la différence de leurs coefficients de dilatation thermique (par un facteur de 10 ou plus entre le plastique et l'acier). Il est alors nécessaire de prendre des mesures spéciales, particulièrement lorsque les câbles sont longs et la plage de variation de température est importante, afin d'éviter d'endommager les gaines lorsqu'elles se dilatent trop ou d'exposer les torons métalliques à la corrosion lorsque les gaines se rétractent trop.

En général, l'installation de câbles de précontrainte pour la paroi annulaire d'une tour en béton est une opération assez complexe. Il est souhaitable de la simplifier et d'être capable de la réaliser dans diverses conditions météorologiques qui peuvent être rencontrées dans ce type de chantier. Une telle simplification augmente la productivité, ce qui est d'intérêt particulier lorsqu'un certain nombre de tours sont à construire, par exemple dans le cas de fermes d'éoliennes.

Le présent document introduit une technique qui limite ou au moins réduit l'impact des difficultés mentionnées ci-dessus.

Un procédé de construction d'une tour est proposé, comprenant :

- dresser une colonne creuse comportant une paroi entourant un espace intérieur, des parties formant butées étant prévues dans des parties supérieure et inférieure de la colonne ;
- pré-assemble des câbles de précontrainte comprenant des armatures et deux terminaisons de câble, chaque armature étant contenue dans une gaine respectivement avec une substance protectrice, chaque terminaison de câble comprenant un bloc pour ancrer chaque armature d'un câble de précontrainte, une chambre remplie avec une substance protectrice sur un côté arrière dudit bloc et un système d'étanchéité fermant la chambre à l'opposé du bloc, chaque armature dudit câble de précontrainte traversant le système d'étanchéité et ayant sa gaine interrompue dans ladite chambre ;
- installer les câbles de précontrainte pré-assemblés dans l'espace intérieur de la colonne creuse, les deux terminaisons de chaque câble prenant appui contre des parties formant butées dans les parties supérieure et inférieure de la colonne ; et
- mettre en tension les câbles de précontrainte.

Le pré-assemblage des câbles de précontrainte permet de réaliser au niveau du sol une partie majeure des opérations nécessaires pour installer les câbles de précontrainte. Les terminaisons de câble sont pré-équipées avec les armatures et les systèmes d'étanchéité fournissant une protection des extrémités nues des armatures.

De préférence, chaque armature comprend un toron de fils métalliques lubrifiés mutuellement et avec la gaine de l'armature par la substance protectrice, et la gaine est couplée longitudinalement avec le toron afin de suivre des déformations macroscopiques du toron. Ceci limite sensiblement les différences d'allongement entre le toron métallique et sa gaine, même en présence de variations de température importantes. Ceci entraîne une meilleure durabilité des gaines et une meilleure efficacité des systèmes d'étanchéité. En particulier, la substance protectrice contenue dans les gaines des armatures et/ou dans les chambres des terminaisons de câble peut être de la cire. Un avantage de ce type de substance est qu'elle peut être rendue facilement malléable par chauffage lors de l'installation des câbles pré-assemblés et de leur mise en tension.

Les gaines des armatures peuvent être laissées exposées à l'environnement entre les terminaisons de câble. Les étapes d'installation et d'injection d'un tube

collectif pour les tendons d'un câble de précontrainte à l'intérieur de la colonne sont alors abandonnées et l'installation est simplifiée. Une simplification supplémentaire est obtenue lorsque les armatures du câble mis en tension s'étendent librement entre ses deux terminaisons.

5 Pour une installation relativement simple d'un câble de précontrainte pré-assemblé, il est possible de faire comme suit : hisser le câble pour mettre une de ses terminaisons près d'une partie formant butée située à la partie supérieure de la colonne ; introduire le bloc d'ancrage de ladite terminaison à travers un trou prévu dans ladite partie formant butée ; et relier une bague audit bloc d'ancrage et
10 appliquer ladite bague contre la partie formant butée autour dudit trou.

Un autre aspect de l'invention concerne une tour comprenant une colonne comportant une colonne creuse comportant une paroi entourant un espace intérieur ; des parties formant butées situées dans des parties supérieure et inférieure de la colonne ; et des câbles de précontrainte s'étendant le long de la colonne dans
15 l'espace intérieur. Chaque câble de précontrainte comprend au moins une armature et deux terminaisons de câble prenant appui contre des parties formant butées dans des parties supérieure et inférieure de la colonne. Chaque terminaison de câble comprend un bloc d'ancrage, une chambre remplie avec de la graisse ou de la cire sur un côté arrière dudit bloc et un système d'étanchéité fermant la chambre à l'opposé du bloc.
20 Chaque armature est contenue avec une substance protectrice dans une gaine respective traversant le système d'étanchéité d'une terminaison de câble à chaque extrémité de l'armature et interrompue dans la chambre de ladite terminaison pour que l'armature puisse être tenue dans le bloc d'ancrage.

D'autres caractéristiques et avantages du procédé et de la tour décrits dans
25 les présentes deviendront évidents à partir de la description suivante de modes de réalisation non limitatifs, en faisant référence aux dessins joints.

Brève description des dessins

La figure 1 est une vue en coupe schématique d'une tour en béton.

30 La figure 2 est une vue en coupe transversale d'une armature qui peut être utilisée dans un câble pour pré-contraindre la tour en béton.

La figure 3 est une vue en coupe axiale d'une terminaison de câble du câble de précontrainte.

Description de modes de réalisation préférés

La figure 1 illustre le principe d'une structure de tour comprenant une colonne en béton 10. Les dimensions et proportions représentées sur le dessin ne sont pas précises. La paroi de la colonne 10 est faite de plusieurs segments en béton 11 empilés au-dessus d'une base 12. La base 12 est, par exemple, faite de béton armé.

La paroi de la colonne 10 entoure un espace intérieur, chaque segment 11 présentant une forme annulaire. La section transversale de la colonne peut être polygonale, circulaire, elliptique, polygonale avec des angles arrondis, etc. Sur l'illustration, la section transversale diminue de bas en haut de la colonne 10. Chaque segment 11 peut être constitué de plusieurs éléments en béton juxtaposés et liés les uns aux autres le long de la circonférence de la colonne. Un matériau liant tel que du ciment ou de la résine est également présent à l'interface horizontale entre deux segments adjacents 11.

Des câbles de précontrainte 15 sont positionnés le long de la paroi en béton dans l'espace intérieur et sont ainsi invisibles à partir de l'extérieur de la tour. Les câbles de précontrainte 15 sont utilisés pour maintenir les éléments en béton ensemble et pour assurer que la tour résiste à des efforts de flexion. Ils s'étendent sensiblement sur la hauteur de la colonne 10 entre une région d'ancrage inférieure 16 et une région d'ancrage supérieure 17. Dans le mode de réalisation illustré, les régions d'ancrage inférieures 16 appartiennent à la base 12 et le segment en béton le plus haut 11A de la colonne 10 présente une forme spéciale pour comprendre les régions d'ancrage supérieures 17. On notera que des variantes d'agencements des régions d'ancrage dans les parties inférieure et supérieure de la colonne 10 sont également possibles.

Des câbles de précontrainte 15 sont distribués le long de la circonférence de la paroi annulaire de la colonne 10 (seulement un câble 15 est représenté dans la partie gauche de la figure 1). Le nombre et la distribution des câbles 15 et le nombre et la taille des armatures 1 de ces câbles sont déterminés par un calcul de conception de structure avant d'ériger la colonne.

Chaque câble de précontrainte 15 comprend plusieurs armatures 1 (bien qu'en principe il puisse y avoir seulement une armature par câble) et deux terminaisons de câble 20 représentées schématiquement sur la figure 1. Les deux

terminaisons 20 d'un câble 15 prennent appui contre des parties respectives formant butée 25 positionnées dans les parties supérieure et inférieure de la colonne 10. Dans l'exemple illustré, les parties formant butée 25 appartiennent aux régions d'ancrage supérieures 16, 17 et elles sont réalisées sous forme de plaques métalliques encastrées dans le béton de la base 12 et du segment en béton le plus haut 11A.

Les armatures 1 des câbles de précontrainte 15 peuvent être du type illustré sur la figure 2, avec un toron de sept fils d'acier entourés par une gaine individuelle en plastique 4, par exemple faite de polyéthylène haute densité (PEHD). Une substance de protection contre la corrosion 3 est contenue avec le toron dans la gaine 4 afin de lubrifier les contacts entre les fils 2 et la gaine 4.

De préférence, l'armature 1 est dimensionnée de sorte que la gaine 4 soit couplée longitudinalement avec le toron. Ceci signifie que, bien que des déplacements microscopiques entre les fils 2 et la gaine 4 soient facilités par le lubrifiant 3, la gaine est forcée de suivre les déformations macroscopiques du toron. Cette propriété macroscopique est utile pour éviter des différences importantes de l'allongement des torons 2 et de leurs gaines 4 lorsque la température ambiante fluctue. Elle résulte des nervures hélicoïdales présentes dans la face intérieure de la gaine, qui pénètrent dans les rainures hélicoïdales formées entre les fils périphériques adjacents du toron. La coopération entre ces nervures et ces rainures permet l'adaptation des déformations macroscopiques. La quantité de substance de protection 3 est réglée pour que cette pénétration ne soit pas trop importante, ce qui pourrait entraîner le verrouillage de la gaine sur les fils par adhérence de forme et donc produire une contrainte de cisaillement dans la gaine. La structure et la fabrication de tels torons « semi-adhérents » peuvent être telles que décrites dans le brevet européen n° 1 211 350. La quantité de substance souple de protection contre la corrosion 3 par unité de longueur du tendon est réglée pour qu'elle remplisse les interstices définis par les fils 2 à l'intérieur de la gaine 4, à savoir six interstices internes 5 et un interstice périphérique 6 se trouvant entre les fils périphériques du toron et la face intérieure de sa gaine 4. L'épaisseur e de l'interstice périphérique 6 est au moins 0,05 mm pour garantir la lubrification nécessaire et est limitée, suivant la taille des fils, pour garantir la propriété macroscopique susmentionnée.

Chacune des terminaisons de câble 20 comprend un bloc d'ancrage 30, une chambre 31 remplie avec une substance de protection contre la corrosion et un

5 système d'étanchéité 32 fermant la chambre à l'opposé du bloc (figure 3). La chambre 31 est délimitée à une première extrémité axiale par la face intérieure du bloc d'ancrage 30, transversalement par un tube rigide 34 raccordé à la face intérieure du bloc d'ancrage 30 et à l'extrémité axiale opposée au bloc 15, par le système d'étanchéité 32.

Dans l'exemple illustré, le système d'étanchéité 32 est sous forme de presse-étoupe à travers lequel les tendons gainés 1 passent de manière étanche et qui est comprimé de manière étanche contre la face intérieure du tube 34 en raison de la compression axiale. Le système d'étanchéité 32 comporte plusieurs disques rigides
10 parallèles 36A-C perforés selon un motif correspondant à la disposition des armatures 1 dans la section transversale du câble 15. Ces disques 36A-C peuvent coulisser axialement à l'intérieur du tube 34. Des coussins d'étanchéité 35 de matériau élastomère comportant un motif correspondant de perforations sont coincés entre les disques 36A-C et comprimés pour garantir l'action d'étanchéité autour des
15 gaines en plastique des armatures et le long de la face intérieure du tube rigide 34. Le disque le plus extérieur 36A, positionné à l'extrémité du tube 34 orientée vers la partie courante du câble, est dans une position fixe en étant en butée contre un retour 37 formé à l'extrémité du tube 22. Les autres disques 36B-C maintiennent les coussins 35 en compression pour que leurs bords se dilatent et produisent
20 l'étanchéité souhaitée. Dans ce but, des moyens de commande coopèrent avec le disque interne 36C, qui est le plus proche de la chambre 31. Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 3, les moyens de commande comprennent une bague 40 qui est comprimée contre le disque interne 36C et des tiges filetées 41 (une seule étant illustrée sur la figure 3). Une première extrémité des tiges filetées 41
25 appuie sur la bague 40 alors que la seconde extrémité des tiges 41 passe à travers un trou taraudé respectif formé dans le bloc d'ancrage 31. Chaque tige filetée 41 comporte une tête 42 dépassant de la face extérieure 43 du bloc d'ancrage 30. Les tiges filetées 41 peuvent être actionnées au moyen de leurs têtes 42 pour être vissées à travers le trou taraudé, commandant ainsi la compression des disques 36A-C pour
30 obtenir l'action d'étanchéité. Il faut noter que d'autres conceptions du système d'étanchéité et de son agencement de commande peuvent être utilisées.

Afin d'ancrer les armatures 1 du câble de précontrainte 15, leurs gaines 4 sont coupées pour être interrompues à l'intérieur de la chambre 31 de la terminaison de

câble 20, comme cela est indiqué par le signe de référence T sur la figure 3. Les torons nus à l'extrémité des armatures 1 sont tenus fermement dans le bloc d'ancrage 30, par exemple au moyen de mors tronconiques 45 entrant en prise avec des trous complémentaires prévus dans le bloc 30.

5 Un tube de réglage 50 est fixé à l'extérieur du tube rigide 34, près de l'extrémité de ce tube adjacente au bloc d'ancrage 30. Une bague d'appui 51 sous forme d'écrou est fixée par vissage sur un filetage complémentaire formé sur la périphérie du tube de réglage 50. L'écrou 51 s'appuie axialement sur la surface d'appui annulaire appartenant à la partie formant butée 25 recevant la terminaison de
10 câble 20. Le tube de réglage 50 est, par exemple, soudé ou vissé sur le tube 34 alors que le bloc d'ancrage 30 est vissé sur le tube de réglage 50 en utilisant des vis 52 qui sont accessibles à partir de la face extérieure du bloc d'ancrage.

En outre, un capot 55 est fixé e manière étanche sur la face extérieure 43 du bloc perforé 15 et est tenu sur celle-ci en utilisant des vis 56. Le capot 55 délimite
15 une chambre 57 dans laquelle les extrémités des parties nues des torons sont situées, et qui contient une substance souple protégeant ces extrémités contre la corrosion.

La chambre 57 est remplie avec la substance protectrice à travers un orifice 58 prévu dans le capot 55. La chambre 57 communique avec la chambre 31 par l'intermédiaire de passages (non représentés) formés dans le bloc d'ancrage 30.
20 Une fois que les armatures 1 sont fixées à la terminaison de câble 20, une fois que la compression est exercée sur la bague 40 en utilisant les tiges filetées 41, et une fois que le capot 45 a été fixé de façon étanche au bloc d'ancrage 30, les deux chambres 31 et 57 sont remplies avec la substance protectrice à travers l'orifice 58 qui après cela est fermé avec un bouchon.

25 Ainsi, les torons métalliques 2 sont en contact avec une substance de protection contre la corrosion sur toute leur longueur, à savoir dans les gaines 4 sur la majeure partie de la longueur et dans les chambres 31, 57 au niveau des deux terminaisons montées aux extrémités de câble.

Dans le procédé de construction proposé ici, les câbles de précontrainte 15
30 sont assemblés avant d'être installés dans la colonne en béton qui a été dressée 10. Le pré-assemblage peut être réalisé au sol. Si la température extérieure est basse (trop basse pour manipuler facilement les composants des câbles, en particulier les substances protectrices), une enceinte chauffée peut être prévue pour faciliter le

travail, ceci étant très difficile, voire impossible, si le montage est réalisé dans la partie supérieure de la colonne 10 qui peut être à une hauteur de l'ordre de 100 m.

Dans un mode de réalisation, le pré-assemblage d'un câble de précontrainte 15 comprend la tout ou partie des étapes suivantes :

- 5 - couper les tendons 1 à la longueur requise et, aux deux extrémités du câble, exposer la longueur requise des torons métalliques;
- introduction les armatures 1 dans la chambre 31 à travers le système d'étanchéité 32 d'une terminaison de câble 20 ; - et les introduire dans le bloc d'ancrage 30 de la terminaison de câble ;
- 10 - fixer le bloc 30 au tube de réglage 50 en utilisant les vis 52 ;
- fixer les torons au bloc d'ancrage 30 en utilisant des mors 45 ;
- activer le système d'étanchéité 32, par exemple en vissant les tiges filetées 41 ;
- mettre en place le capot 55 et remplir les chambres 31, 57 avec la substance de protection souple.

15 À ce stade, les terminaisons de câble 20 sont complétées à l'exception de l'écrou d'appui 51.

Chaque partie formant butée 25 comporte un trou central 60 qui, comme cela est représenté sur la figure 1, traverse la région d'ancrage 16, 17 dans la partie inférieure ou supérieure de la colonne 10. Comme représenté sur la figure 3, le trou 60 a une section transversale supérieure à la section transversale extérieure du bloc d'ancrage 30. Elle est également supérieure aux sections transversales extérieures des tubes 34 et 50. Cependant, elle est inférieure à la section transversale extérieure de l'écrou d'appui 51.

25 Le câble de précontrainte pré-assemblé 15 est hissé pour amener une de ses terminaisons 20 près de la partie formant butée 25 située à la partie supérieure de la colonne 10. Ensuite, la terminaison de câble est insérée dans le trou 60 à travers la région d'ancrage supérieure 17 et la partie formant butée 25. À ce stade, l'écrou d'appui 51 est vissé autour du tube de réglage 50 et appliqué contre la partie butée 25 autour du trou 60.

De façon similaire, l'autre terminaison de câble 20 est insérée dans le trou 60 à travers la région d'ancrage inférieure 17 et son écrou d'appui 51 est monté pour fixer l'extrémité inférieure du câble de précontrainte 15.

Enfin, le câble 15 est tendu. Ceci peut être réalisé en tirant le bloc d'ancrage 30 et en vissant le ou les écrous d'appui 51 à une ou aux deux terminaisons de câble 20.

La substance protectrice 3 à l'intérieur des gaines 4 des torons est de préférence de la cire pétrolière. Si la température ambiante est basse, cette substance peut être rendue fluide en chauffant le câble lorsqu'il est manipulé, en particulier lorsqu'il est déroulé pour être hissé et fixé à la partie supérieure de la colonne. La conductivité thermique des fils d'acier 2 aide à ramollir la cire le long du câble. De préférence, de la cire est également utilisée comme substance de protection contre la corrosion injectée dans les terminaisons de câble 20.

Dans le mode de réalisation illustré par la figure 1, il n'y a aucune fourreau collectif autour des armatures 1 composant un câble de précontrainte 15 entre ses deux terminaisons 20. Les gaines 4 des tendons 1 fournissent une protection suffisante contre la corrosion et peuvent ainsi être laissées exposées à l'environnement entre les deux terminaisons de câble 20. De même, les armatures 1 du câble tendu 15 peuvent s'étendre librement entre les deux terminaisons de câble 20. Ainsi, il n'est pas nécessaire de fournir de fixation des armatures à la face intérieure de chaque segment en béton 11.

On notera que le mode de réalisation décrit ci-dessus est une illustration de l'invention décrite dans les présentes et que diverses modifications peuvent être apportées sans sortir de la portée telle que définie dans les revendications jointes.

REVENDICATIONS

1. Procédé de construction d'une tour, comprenant :
 - dresser une colonne creuse (10) comportant une paroi entourant un espace intérieur, des parties formant butées (25) étant prévues dans des parties supérieure et inférieure de la colonne ;
 - 5 - pré-assemble des câbles de précontrainte (15) comprenant des armatures (1) et deux terminaisons de câble (20), chaque armature étant contenue dans une gaine respective (4) avec une substance protectrice (3), chaque terminaison de câble comprenant un bloc (30) pour ancrer chaque armature d'un câble de précontrainte, une chambre (31) remplie avec une substance protectrice sur un
10 côté arrière dudit bloc et un système d'étanchéité (32) fermant la chambre à l'opposé du bloc, chaque armature dudit câble de précontrainte traversant le système d'étanchéité et ayant sa gaine interrompue dans ladite chambre ;
 - installer les câbles de précontrainte pré-assemblés dans l'espace intérieur de la colonne creuse, les deux terminaisons de chaque câble prenant appui contre des
15 parties formant butées dans les parties supérieure et inférieure de la colonne ; et
 - mettre en tension les câbles de précontrainte.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel chaque armature (1) comprend un toron de fils métalliques (2) lubrifiés mutuellement et avec la gaine (4) de
20 l'armature par la substance protectrice (3), la gaine étant couplée longitudinalement avec le toron afin de suivre des déformations macroscopiques du toron.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la substance protectrice (3) contenue dans les gaines des tendons est de la cire.
25

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la substance protectrice contenue dans les chambres (31) des terminaisons de câble (20) est de la graisse ou de la cire.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les gaines (4) des armatures (1) d'un câble tendu (15) sont exposées à l'environnement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.
- 5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les armatures (1) d'un câble tendu (15) s'étendent librement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel
10 l'installation des câbles de précontrainte pré-assemblés (15) comprend :
- hisser le câble pour mettre une de ses terminaisons (20) près d'une partie formant butée (25) située à la partie supérieure de la colonne (10) ;
 - introduire la bloc d'ancrage (30) de ladite terminaison à travers un trou (60) prévu dans ladite partie formant butée ; et
 - 15 - relier une bague (51) audit bloc d'ancrage (30) et appliquer ladite bague contre la partie formant butée autour dudit trou.
8. Tour, comprenant :
- une colonne creuse (10) comportant une paroi entourant un espace intérieur ;
 - 20 - des parties formant butées (25) situées dans des parties supérieure et inférieure de la colonne ; et
 - des câbles de précontrainte (15) s'étendant le long de la colonne dans l'espace intérieur,
- dans laquelle chaque câble de précontrainte comprend au moins une armature
25 (1) et deux terminaisons de câble (20) prenant appui contre des parties formant butées (25) dans des parties supérieure et inférieure de la colonne,
- dans laquelle chaque terminaison de câble comprend un bloc d'ancrage (30), une chambre (31) remplie avec de la graisse ou de la cire sur un côté arrière dudit bloc et un système d'étanchéité (32) fermant la chambre à l'opposé du bloc,

chaque armature étant contenue avec une substance protectrice (3) dans une gaine respective (4) traversant le système d'étanchéité d'une terminaison de câble à chaque extrémité de l'armature et interrompue dans la chambre de ladite terminaison pour que l'armature puisse être tenue dans le bloc d'ancrage.

5

9. Tour selon la revendication 8, dans laquelle chaque armature (1) comprend un toron de fils métalliques (2) lubrifiés mutuellement et avec la gaine (4) du tendon par la substance protectrice (3), la gaine étant couplée longitudinalement avec le toron afin de suivre des déformations macroscopiques du toron.

10

10. Tour selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle la substance protectrice (3) contenue dans les gaines (4) des tendons (1) est de la cire.

11. Tour selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans laquelle les gaines (4) des armatures (1) d'un câble de précontrainte (15) sont exposées à l'environnement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.

15

12. Tour selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans laquelle les armatures (1) d'un câble de précontrainte (15) s'étendent librement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.

20

13. Tour selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, dans laquelle une partie formant butée (25) recevant une terminaison de câble (20) comprend un trou (60) comportant une section transversale supérieure à une section transversale extérieure du bloc d'ancrage (30) de ladite terminaison de câble, la terminaison de câble comprenant en outre une bague (51) reliée au bloc d'ancrage et appliquée contre la partie formant butée autour dudit trou.

25

REVENDICATIONS MODIFIÉES

1. Procédé de construction d'une tour, comprenant :
 - dresser une colonne creuse (10) comportant une paroi entourant un espace intérieur, des parties formant butées (25) étant prévues dans des parties supérieure et inférieure de la colonne ;
 - 5 - pré-assemble des câbles de précontrainte (15) comprenant des armatures (1) et deux terminaisons de câble (20), chaque armature étant contenue dans une gaine respective (4) avec une substance protectrice (3), chaque terminaison de câble comprenant un bloc (30) pour ancrer chaque armature d'un câble de précontrainte, une chambre (31) remplie avec une substance protectrice sur un
10 côté arrière dudit bloc et un système d'étanchéité (32) fermant la chambre à l'opposé du bloc, chaque armature dudit câble de précontrainte traversant le système d'étanchéité et ayant sa gaine interrompue dans ladite chambre ;
 - installer les câbles de précontrainte pré-assemblés dans l'espace intérieur de la colonne creuse, les deux terminaisons de chaque câble prenant appui contre des
15 parties formant butées dans les parties supérieure et inférieure de la colonne ; et
 - mettre en tension les câbles de précontrainte.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel chaque armature (1) comprend un toron de fils métalliques (2) lubrifiés mutuellement et avec la gaine (4) de
20 l'armature par la substance protectrice (3), la gaine étant couplée longitudinalement avec le toron afin de suivre des déformations macroscopiques du toron.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la substance protectrice (3) contenue dans les gaines des tendons est de la cire.
25

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la substance protectrice contenue dans les chambres (31) des terminaisons de câble (20) est de la graisse ou de la cire.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les gaines (4) des armatures (1) d'un câble tendu (15) sont exposées à l'environnement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.

5 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les armatures (1) d'un câble tendu (15) s'étendent librement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel
10 l'installation des câbles de précontrainte pré-assemblés (15) comprend :

- hisser le câble pour mettre une de ses terminaisons (20) près d'une partie formant butée (25) située à la partie supérieure de la colonne (10) ;
- introduire la bloc d'ancrage (30) de ladite terminaison à travers un trou (60) prévu dans ladite partie formant butée ; et
- 15 - relier une bague (51) audit bloc d'ancrage (30) et appliquer ladite bague contre la partie formant butée autour dudit trou.

8. Tour, comprenant :

- une colonne creuse (10) comportant une paroi entourant un espace intérieur ;
- 20 - des parties formant butées (25) situées dans des parties supérieure et inférieure de la colonne ; et
- des câbles de précontrainte (15) s'étendant le long de la colonne dans l'espace intérieur,

dans laquelle chaque câble de précontrainte comprend au moins une armature
25 (1) et deux terminaisons de câble (20) prenant appui contre des parties formant butées (25) dans des parties supérieure et inférieure de la colonne,

dans laquelle chaque terminaison de câble comprend un bloc d'ancrage (30), une chambre (31) remplie avec de la graisse ou de la cire sur un côté arrière dudit bloc et un système d'étanchéité (32) fermant la chambre à l'opposé du bloc,

chaque armature étant contenue avec de la cire en tant que substance protectrice (3) dans une gaine respective (4) traversant le système d'étanchéité d'une terminaison de câble à chaque extrémité de l'armature et interrompue dans la chambre de ladite terminaison pour que l'armature puisse être tenue dans le bloc
5 d'ancrage.

9. Tour selon la revendication 8, dans laquelle chaque armature (1) comprend un toron de fils métalliques (2) lubrifiés mutuellement et avec la gaine (4) du tendon par la cire protectrice (3), la gaine étant couplée longitudinalement avec le toron afin de
10 suivre des déformations macroscopiques du toron.

10. Tour selon la revendication 8 ou 9, dans laquelle les gaines (4) des armatures (1) d'un câble de précontrainte (15) sont exposées à l'environnement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.

15

11. Tour selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, dans laquelle les armatures (1) d'un câble de précontrainte (15) s'étendent librement entre les deux terminaisons (20) dudit câble.

20 12. Tour selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans laquelle une partie formant butée (25) recevant une terminaison de câble (20) comprend un trou (60) comportant une section transversale supérieure à une section transversale extérieure du bloc d'ancrage (30) de ladite terminaison de câble, la terminaison de
25 câble comprenant en outre une bague (51) reliée au bloc d'ancrage et appliquée contre la partie formant butée autour dudit trou.

1/2

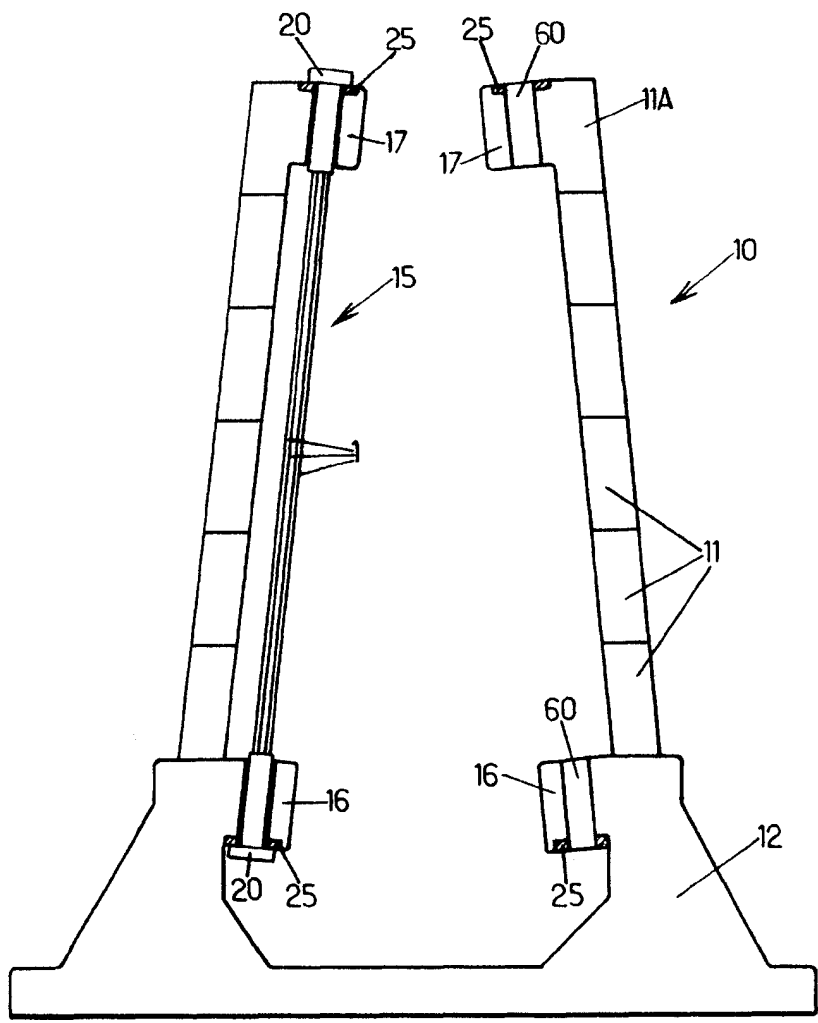


FIG.1.

2/2

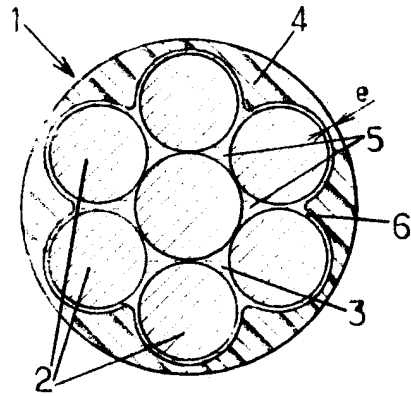


FIG. 2.

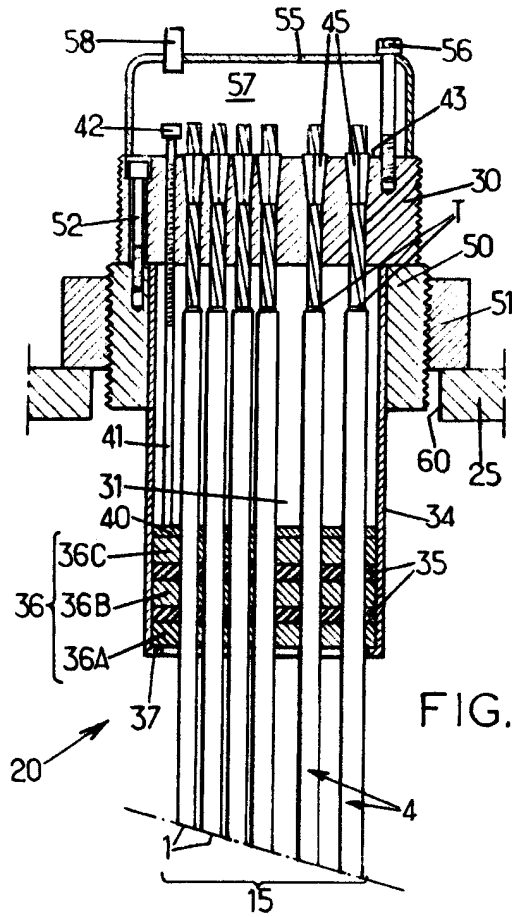


FIG. 3.