

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **84402481.0**

(51) Int. Cl.⁴: **E 01 D 7/02**
E 04 B 1/19

(22) Date de dépôt: **04.12.84**

(30) Priorité: **07.12.83 FR 8319584**

(43) Date de publication de la demande:
12.06.85 Bulletin 85/24

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **BOUYGUES**
381, Avenue du Général de Gaulle
F-92142 Clamart(FR)

(72) Inventeur: **Richard, Pierre**
45, rue de Chézy
F-92200 Neuilly-Sur-Seine(FR)

(74) Mandataire: **Schrimpf, Robert et al,**
Cabinet Regimbeau 26, Avenue Kléber
F-75116 Paris(FR)

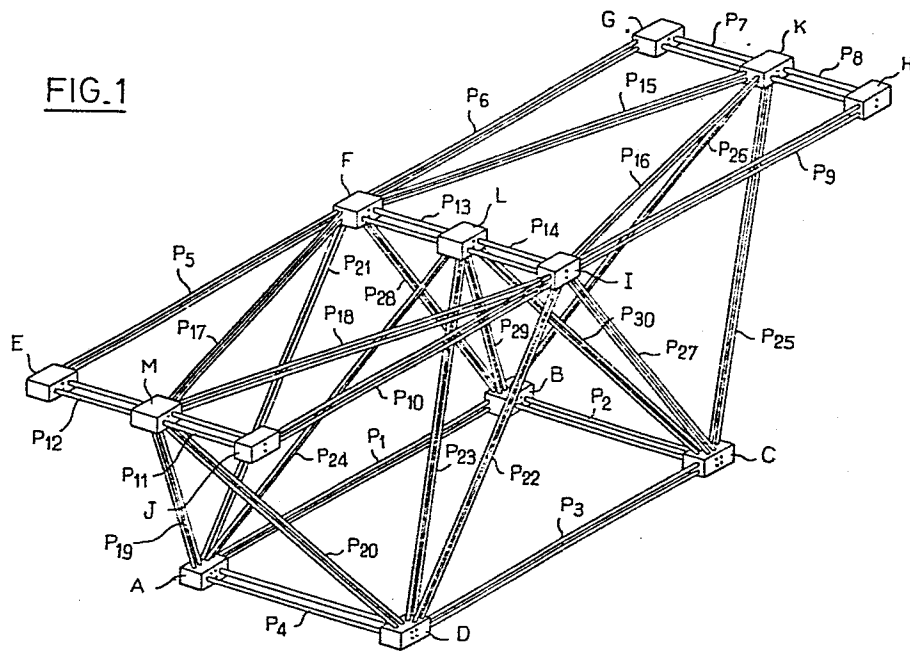
(54) **Treillis de pont, travée de pont comportant de tels treillis et procédé pour construire la travée.**

(57) L'invention concerne la fabrication d'un pont.

On préfabrique des sections transversales de pont essentiellement constituées par un treillis tridimensionnel en barres de béton précontraint à haute résistance mécanique et dépourvu de toute dalle, l'on met en place ces sections transversales in situ et l'on pose ensuite, sur l'ensemble des sections transversales d'une travée, les éléments qui constitueront la dalle de la travée. L'invention concerne également le treillis tridimensionnel élémentaire constitué de barres (P1 à P30) en béton précontraint à haute résistance mécanique assemblées par des blocs de liaison (A à M) en béton coulé.

L'invention s'applique notamment à la construction de pont par la technique de la pose en porte-à-faux au moyen d'une poutre haubannée.

FIG. 1



TREILLIS DE PONT, TRAVEE DE PONT COMPORTANT DE TELS
TREILLIS ET PROCEDE POUR CONSTRUIRE LA TRAVEE.

L'invention concerne les ponts.

Une technique connue pour la réalisation d'un pont consiste à préfabriquer des sections transversales élémentaires de pont et à poser ces sections in situ au moyen d'une poutre de lancement, l'ensemble des sections composant une travée étant maintenue en porte-à-faux avant son intégration dans la structure définitive.

Cette technique de construction a été utilisée notamment pour la réalisation du pont de Bubiyan au Koweit (revue "Travaux", volume n° 571, novembre 1982, pages 38 à 46) avec une longueur de porte-à-faux de l'ordre de 40 m, ce qui constituait déjà une performance.

La technique de la pose avec porte-à-faux permet d'obtenir des cycles de pose plus courts qu'avec toutes les autres techniques connues mais elle est rapidement limitée par le poids de l'ensemble en porte-à-faux puisqu'un poids excessif conduirait à une poutre de lancement d'une dimension, d'un poids et d'un coût exorbitants.

Un but de la présente invention est de permettre la réalisation d'un pont au moyen de cette technique avec une longueur de porte-à-faux pouvant atteindre 200 mètres, sans nécessiter une poutre de lancement exorbitante.

On y parvient, selon la présente invention, par le fait que l'on préfabrique des sections transversales de pont essentiellement constituées par un treillis tridimensionnel en barres de béton précontraint à haute résistance mécanique et dépourvu de toute dalle, que l'on met en place ces sections transversales in situ et par le fait que l'on pose ensuite, sur l'ensemble des sections transversales d'une travée, les éléments qui constitueront la dalle de la travée.

Les bétons à haute résistance mécanique sont connus depuis longtemps, notamment par des travaux de Monsieur FREYSSINET (cf. par exemple les brevets français 764 505, 781 388, 797 785 et deuxième addition 46 379 au brevet français 722 338) mais ils sont essentiellement restés jusqu'à présent des bétons de laboratoire. La Demanderesse a mis au point une technique pour réaliser industriellement ces bétons et cette technique a fait l'objet de la demande de brevet français 83 10057 déposée le 17 juin 1983. Cette technique permet notamment de réaliser des poutres en béton ayant un taux de travail admissible dans la gamme 50-100 MPa ou supérieur, alors que le taux de travail admissible d'une poutre en béton précontraint classique est de l'ordre de 10-20 MPa.

Dans un pont réalisé conformément à la présente invention, la résistance de la travée à la flexion longitudinale est assurée par le treillis, la dalle ne participant qu'à la résistance à la flexion transversale.

Le treillis tridimensionnel élémentaire en barres de béton précontraint à haute résistance mécanique est en soi un produit nouveau qui constitue l'un des aspects de l'invention.

Dans un exemple typique, les barres sont disposées, les unes, dans deux plans horizontaux superposés avec un espace entre les plans et les autres, obliquement dans cet espace, de façon à relier les deux plans, l'ensemble des barres étant maintenu dans la configuration choisie par des blocs d'assemblage en béton coulé.

Dans chacun des plans parallèles les barres sont placées dans des dispositions que l'on choisit à volonté, les dispositions les plus communes étant les dispositions suivant les côtés d'un rectangle, les

dispositions suivant des lignes reliant les milieux des
côtés d'un rectangle, les dispositions suivant des lignes
reliant le centre d'un rectangle aux sommets ou au milieu
des côtés d'un rectangle et les dispositions suivant les
5 montants et les barreaux d'une échelle. Ces exemples ne
sont pas limitatifs.

Les barres disposées dans l'espace entre les
deux plans sont réparties de préférence les unes dans des
plans verticaux, les autres dans des plans inclinés sur la
10 verticale.

Les blocs de liaison des barres sont de
préférence des blocs précontraints triaxialement et cette
précontrainte est de préférence réalisée par des câbles de
précontrainte des barres qui aboutissent aux blocs. Ces
15 blocs eux-mêmes peuvent avantageusement être en béton
précontraint à haute résistance mécanique.

La dalle d'un pont conforme à l'invention
peut être une dalle métallique ou une dalle en béton et elle
est généralement constituée de sections transversales de
20 dalle préfabriquées qui sont posées les unes à la suite des
autres. Lorsque les sections transversales sont en béton,
elles sont de préférence conjuguées, c'est-à-dire que l'on
se sert de la face d'extrémité d'une section déjà réalisée
comme l'une des paroi de coffrage de la section suivante.
25 De même, les blocs de deux treillis contigus sont de
préférence des blocs conjugués.

On décrira ci-après un exemple de réalisation
d'un treillis élémentaire conforme à l'invention, en
référence aux figures du dessin joint, la description et
30 les figures faisant apparaître d'autres particularités de
la présente invention.

- la figure 1 est une perspective d'un exemple de treillis élémentaire ;

- la figure 2 est une partie d'une coupe transversale du treillis élémentaire après que ce treillis a été mis en place et a reçu une section de dalle du pont ;

- la figure 3 est un schéma d'un exemple de bloc d'assemblage de barres d'un treillis élémentaire ;

- la figure 4 est une coupe longitudinale d'une barre de treillis en cours de fabrication, et

- la figure 5 est une coupe transversale de la barre de la figure 4.

On a déjà expliqué que le treillis élémentaire, c'est-à-dire la section transversale de treillis qui, par assemblage de proche en proche avec des sections identiques ou analogues, constituera le treillis d'une travée de pont, peut avoir des configurations très variées. La figure 1 est un exemple de configuration qui a été spécialement étudié mais qui ne saurait être considéré comme limitatif.

Dans cet exemple, on notera les particularités suivantes :

- Le treillis comporte un plan inférieur constitué de barres P1 à P4 disposées suivant les côtés d'un rectangle dont les sommets sont constitués par des blocs de liaison A, B, C, D.

- Le treillis comporte un plan supérieur constitué de barres P5 à P14 disposées suivant les côtés de deux rectangles accolés dont les sommets sont constitués par des blocs de liaison E à J, le côté commun FI et les deux côtés opposés EJ et GH comportant également en leurs milieux des blocs de liaison L, M et K et, d'autres barres P15 à P18 reliant en diagonale le bloc M aux blocs F et I et le bloc K aux blocs F et I.

- Les deux plans sont reliés par des barres montantes partant des blocs inférieurs et aboutissant à certains des blocs supérieurs, les unes P21, P22, P27 et P28 situées dans deux plans verticaux déterminés respectivement par les blocs C,D,I et les blocs A,B,F, les autres P19, P20, P25 et P26 situées dans deux plans inclinés déterminés respectivement par les blocs B,C et K et A, D et M, les deux plans étant encore reliés par des barres P23, P24, P29 et P30 disposées suivant les arêtes d'une pyramide dont la base est constituée par les blocs A, B, C et D et dont le sommet est constitué par le bloc L.

Dans cet exemple de réalisation, on a dédoublé chaque barre de treillis.

Ces barres sont préfabriquées par une technique quelconque appropriée et, à titre indicatif, on décrira plus loin une technique de fabrication.

La forme et les dimensions de la section droite d'une barre sont choisies à volonté. On donne la préférence aux barres cylindriques ayant un diamètre de l'ordre de 25 à 35 cm.

Pour réaliser le treillis, on place les barres préfabriquées dans les positions relatives désirées, on place des coffrages pour la réalisation des blocs de liaison et on coule ces blocs. Si l'on veut réaliser des blocs de liaison en béton à haute résistance mécanique, on utilise des coffrages résistant à la pression d'injection du béton (par exemple 50 à 60 bars).

Un treillis typique a un poids de 5 tonnes par mètre linéaire pour un pont de 18 mètres de large. Avec une poutre pouvant poser 1 000 tonnes, on peut donc réaliser une portée de 200 mètres.

La figure 2 est une coupe verticale du treillis en place après qu'un élément de dalle V a été posé sur le treillis.

La figure 3 est un agrandissement de l'un des blocs d'assemblage du treillis de la figure 2. Dans cet exemple, le bloc est précontraint triaxialement par les câbles 1, 2, 3 venant des barres horizontales 4,5 et montantes 6 qui aboutissent à ce bloc. Les câbles de précontrainte assemblent les barres et le bloc. La précontrainte qui existait dans les barres passe dans le noeud et les barres créent des contraintes de pression dans le bloc. Ces câbles 1, 2, 3 sont mis en tension avant, pendant ou après le coulage du bloc.

En outre, certains blocs comme celui représenté sur la figure 3 sont traversés librement par des câbles, comme les câbles 7, qui sont mis en tension lorsque l'ensemble des treillis d'une travée a été mis en place. Ces câbles, qui sont des câbles de précontrainte d'ensemble, participent à la réalisation d'une précontrainte longitudinale et contribuent à la résistance d'ensemble à la flexion.

Les figures 4 et 5 sont relatives à un procédé de fabrication d'une barre de treillis dans lequel on réalise la prise du béton de la barre dans une enveloppe tubulaire rectiligne entourée d'une frette, en comprimant le béton pendant la prise suivant l'axe de l'enveloppe avec une pression de la gamme 50-150 MPa, la compression longitudinale créant dans le béton des poussées transversales qui mettent la frette en tension autour de l'enveloppe tubulaire.

Par exemple (figures 4 et 5) on dispose, de préférence verticalement, un tube cylindrique 1', par exemple en tôle mince d'épaisseur de l'ordre de 2 mm ou en carton fort ou en plastique, la paroi du tube présentant de multiples perforations de drainage 4' et on entoure ce tube d'une double frette constituée par deux fils d'acier 2',3'

qui sont enroulés en hélice autour du tube, respectivement dans le sens horaire et dans le sens anti-horaire. A ce stade, l'enroulement 2' est au contact avec le tube 1' et l'enroulement 3' entoure l'enroulement 2' mais ils ne sont pas tendus.

Des moyens sont prévus pour fixer chaque extrémité d'un enroulement relativement à l'extrémité correspondante de l'autre enroulement, par exemple en fixant les deux extrémités correspondantes sur un moyen qui permet également de maintenir ces extrémités à une extrémité du tube 1'. Un exemple d'un tel moyen est constitué par un cercle 6' qui entoure le tube 1' et qui est fixe en position par rapport au tube 1' et auquel sont fixées les deux extrémités correspondantes des fils de frette. Il existe un tel cercle à chaque extrémité du tube 1'.

On dispose à l'intérieur du tube un ou plusieurs drains longitudinaux 5' qui sont de préférence constitués par des tubes d'acier généralement plus épais que le tube 1' lorsque ce dernier est en acier, soit par exemple une épaisseur de paroi de 4 à 6 mm.

La matière et l'épaisseur de l'enveloppe tubulaire 1' sont choisies pour que le tube répartisse les efforts et résiste à un cisaillement par la frette.

On introduit dans l'espace compris entre le tube extérieur 1' et le ou les drains 5' les composants du béton, soit par exemple un mélange d'agréats, de sable, d'eau et de ciment, mélange connu en soi. Les agrégats ont, à priori, même nature que les agrégats d'un béton classique, mais sont de préférence choisis dans le haut de gamme des agrégats d'un béton : agrégats de roche résistants à des valeurs comprises entre 200-300 MPa (certains calcaires, grès, etc...). Le liant peut également être un liant tel que ceux utilisés pour les bétons classiques y compris les liants à base de résine. Les pourcentages d'agréats et de liant peuvent être les mêmes que ceux des bétons classiques.

On comprime le mélange à une pression axiale
7' de 50-150 MPa avant et pendant la prise, jusqu'au
durcissement du béton dont une partie de l'eau est évacuée
par les orifices 4' du tube extérieur 1' et par le ou les
5 drains 5' (il est à noter que les orifices 4' peuvent être
de simples pores).

Pour réaliser la pression axiale tout en
évitant un flambage du tube, on préconise, selon l'inven-
tion, de rapprocher l'une de l'autre deux plaques intro-
10 duites respectivement à une extrémité et à l'autre extrémité
du tube. Ce rapprochement est obtenu par exemple au moyen
d'un ou plusieurs câbles de précontrainte passant longitu-
dinalement dans le béton et tirés par un vérin. On a
schématisé un tel dispositif sur la figure 4 où l'on voit
15 les deux plaques de pression 8', 9' dont l'une est tirée vers
l'autre par des câbles 10', 11' actionnés par un vérin 12'
qui prend appui sur l'autre plaque. Avantageusement, les
câbles 10', 11' passent dans des tubes de drainage 5'.

La compression est réalisée de façon constante
20 ou non, et de façon continue ou non.

Sous l'effet de la compression longitudinale
du béton, les frettes se tendent et on réalise ainsi une
compression triaxiale, les frettes réalisant des plans de
pression transversaux et la pression axiale réalisant la
25 pression dans la troisième dimension.

Dans certains cas, et notamment pour les barres
de grande longueur, il est prévu de réaliser l'opération
par couches successives de béton, en attendant la prise
d'une couche pour réaliser la couche suivante.

30 Un procédé typique pour réaliser un pont
conformément à l'invention consiste à réaliser les opéra-
tions dans lesquelles :

- on préfabrique des barres en béton
précontraint à haute résistance mécanique ;

5 - on réalise avec ces barres des treillis
élémentaires tridimensionnels où les barres sont
assemblées par des blocs de liaison coulés ;

- on pose les treillis élémentaires in situ
côte à côte au moyen d'une poutre haubannée jusqu'à
réaliser un ensemble en porte-à-faux ayant une longueur
désirée pour la travée.;

10 - on précontraint cet ensemble ;

- on pose des éléments de dalle sur l'ensemble
des treillis élémentaires jusqu'à constituer la dalle de
la travée.

15 La dalle sera généralement en béton
précontraint à haute résistance mécanique, mais elle peut
aussi être métallique.

L'invention n'est pas limitée aux exemples de
réalisation qui ont été décrits.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour construire une travée de pont en disposant bout à bout des sections transversales de travée de pont, caractérisé par le fait que l'on préfabrique des sections transversales de pont essentiellement
- 5 constituées par un treillis tridimensionnel en barres de béton précontraint à haute résistance mécanique et dépourvu de toute dalle, que l'on met en place ces sections transversales in situ et par le fait que l'on pose ensuite, sur
- 10 l'ensemble des sections transversales d'une travée, les éléments qui constitueront la dalle de la travée.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on met en place lesdites sections transversales constituées par un treillis au moyen d'une poutre haubannée suivant la technique de la pose en porte-
- 15 à-faux.
3. Treillis tridimensionnel élémentaire de pont, préfabriqué en béton, caractérisé par le fait qu'il est essentiellement constitué par des barres (P1 à P30) en béton précontraint à haute résistance mécanique liées par des blocs.
- 20 4. Treillis selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les barres (P1 à P30) sont disposées les unes dans deux plans horizontaux superposés avec un espace entre les plans et les autres, obliquement dans cet espace, de façon à relier les deux plans, l'ensemble des barres
- 25 étant maintenu dans la configuration choisie par des blocs d'assemblage (A à M) en béton coulé.
5. Treillis selon la revendication 4, caractérisé en ce que les barres (P21 à P30) disposées dans ledit espace sont réparties dans des plans verticaux et dans des
- 30 plans inclinés sur la verticale.

6. Treillis selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé par le fait que les barres (P1 à P30) sont dédoublées.

5 7. Treillis selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé par le fait que les blocs de liaison des barres (A à M) comprennent des blocs précontraints triaxialement.

10 8. Treillis selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les blocs précontraints triaxialement sont précontraints par des câbles (1,2,3) de précontrainte des barres (4,5,6) qui aboutissent aux blocs.

15 9. Treillis selon la revendication 8, caractérisé en ce que les blocs comportent des passages (7) pour le passage libre de câbles de précontrainte de l'ensemble des blocs d'une travée.

10. Treillis selon l'une des revendications 3 à 9, caractérisé en ce que les blocs sont également en béton à haute résistance mécanique.

20 11. Travée de pont caractérisée par le fait qu'elle est constituée d'une pluralité de treillis tridimensionnels élémentaires selon l'une des revendications 3 à 10, maintenus assemblés par des câbles de précontrainte, cet ensemble supportant une dalle de pont constituée d'éléments préfabriqués (V) posés après assemblage des treillis.

25 12. Travée de pont selon la revendication 11, caractérisée par le fait que les éléments de dalle sont en béton précontraint.

30 13. Travée de pont selon la revendication 11, caractérisée par le fait que les éléments de dalle sont métalliques.

14. Travée de pont selon la revendication 11, caractérisée par le fait que les éléments de dalle sont également en béton à haute résistance mécanique.

15. Pont caractérisé en ce qu'il comporte une travée selon l'une des revendications 11 à 14 ou une travée construite par un procédé selon l'une des revendications 1 et 2 ou en ce qu'il comporte des treillis selon l'une des revendications 3 à 10.
- 5

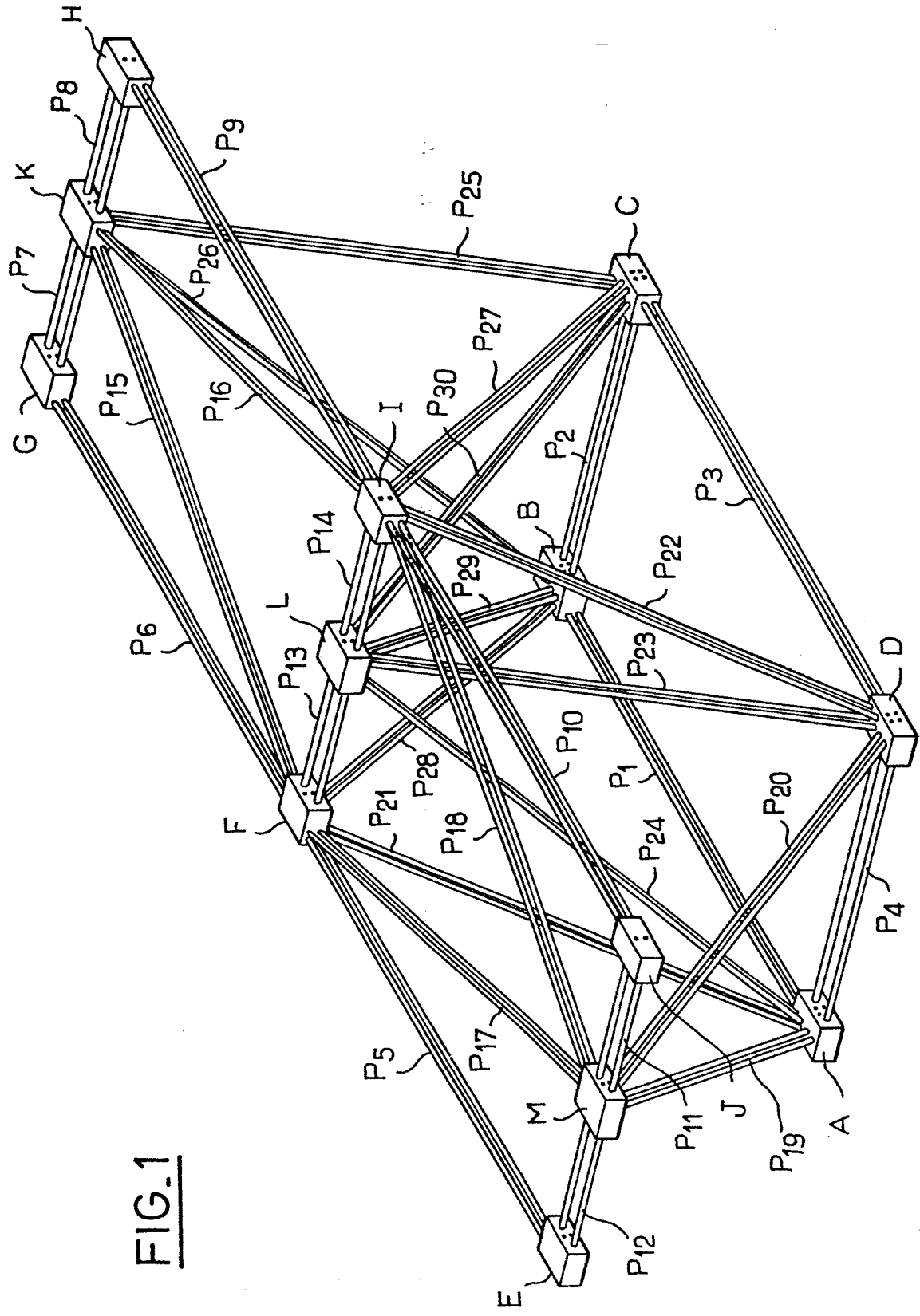


FIG. 1

FIG. 2

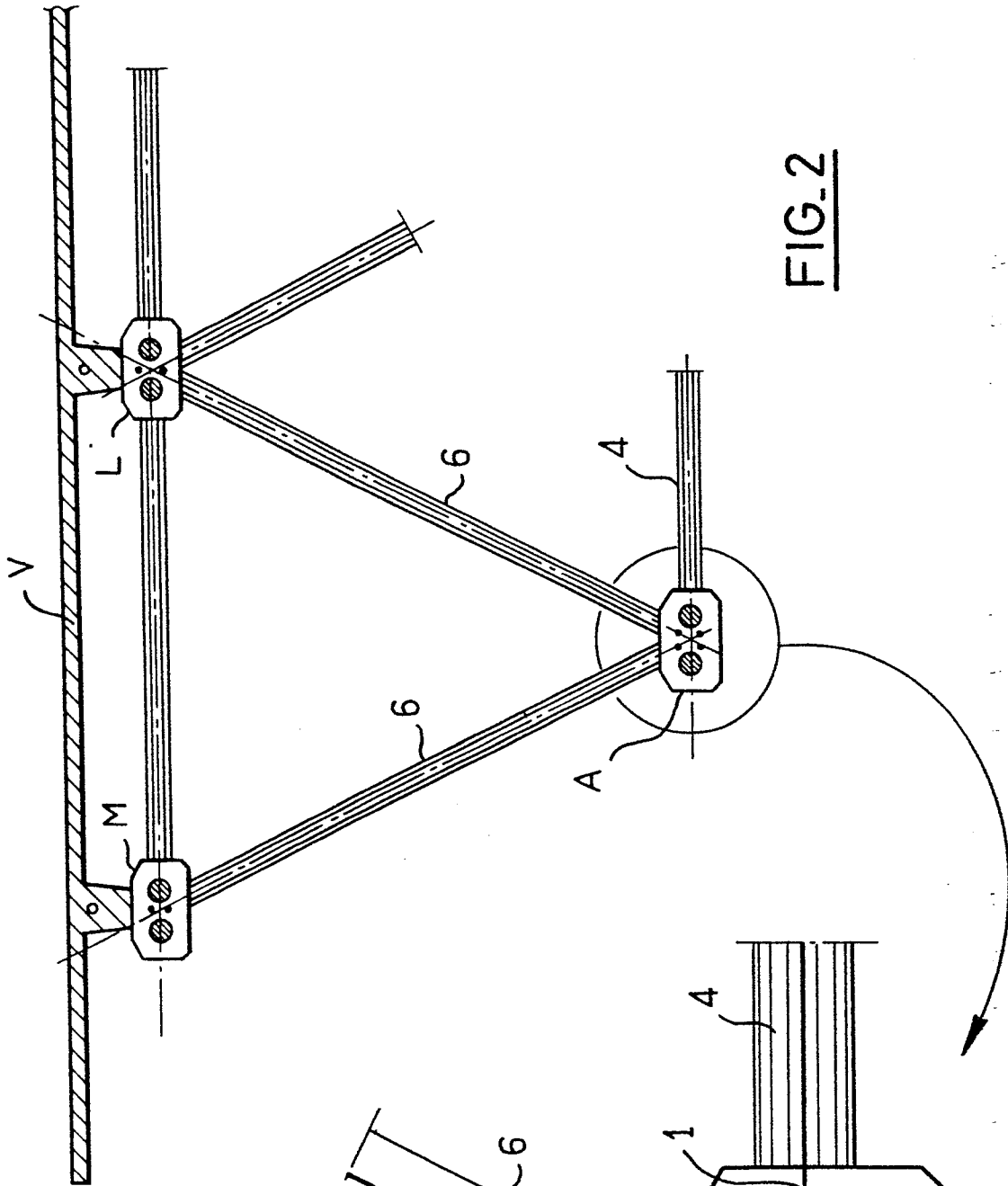


FIG. 3

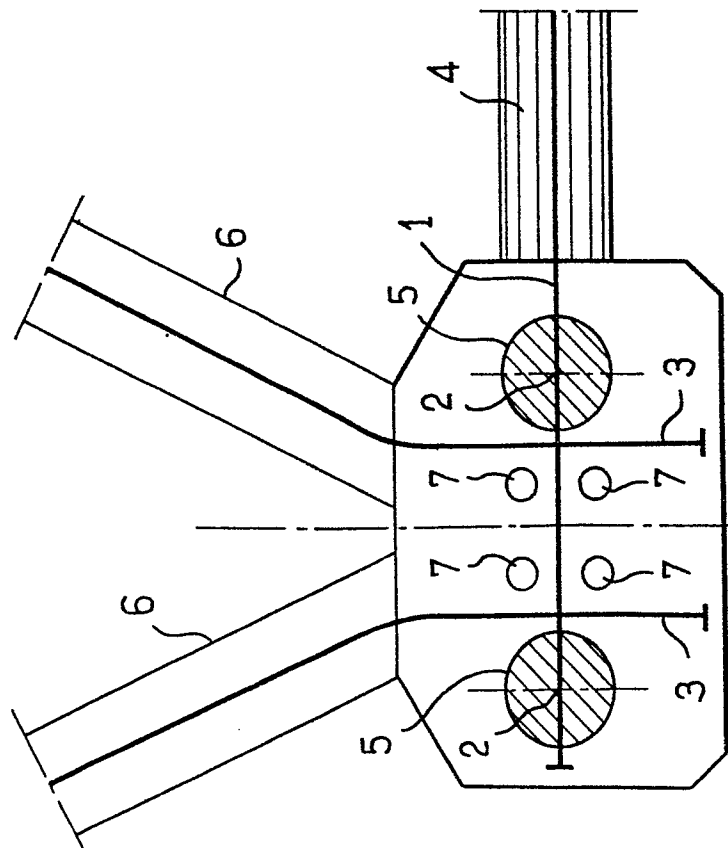
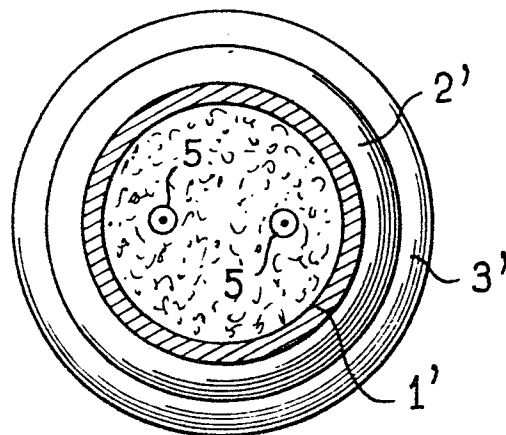
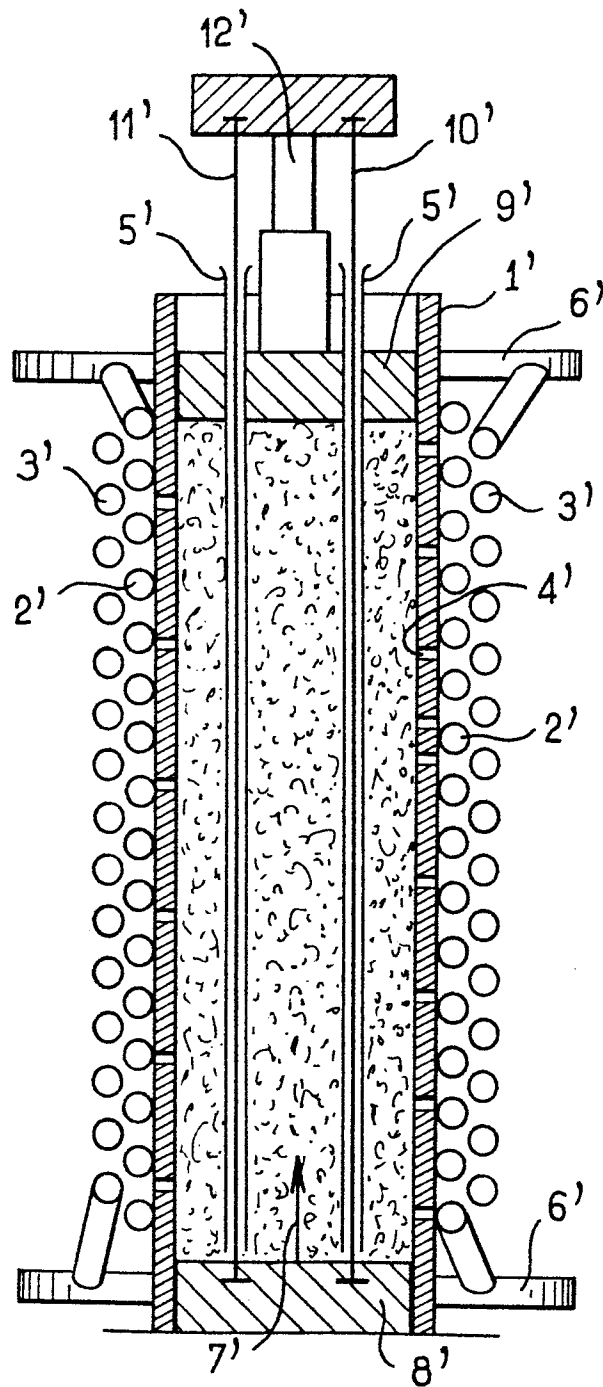


FIG. 4FIG. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0144271
Numéro de la demande

EP 84 40 2481

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.4)
D, A	TRAVAUX, vol. 571, novembre 1982, pages 38-46, Paris, FR; R.-A. MARTIN et al.: "Le pont de Bubiyan, au Koweit" * Page 40, colonne de droite, ligne 5 - page 44, colonne de gauche, ligne 5; figures 10-19 *	1, 2	E 01 D 7/02 E 04 B 1/19
A	--- EP-A-0 053 965 (BOUYGUES) * Page 3, ligne 22 - page 9, ligne 19; figures *	1	
A	--- FR-A-1 391 192 (UANICH) * Page 2, colonne de droite, ligne 41 - page 5, colonne de droite, ligne 37; figures *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			E 01 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-03-1985	Examineur DIJKSTRA G.
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	