

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt: **87400182.9**

⑤① Int. Cl.⁴: **E 04 C 3/294, E 04 C 3/10,**
E 01 D 9/06

㉔ Date de dépôt: **27.01.87**

③① Priorité: **27.01.86 FR 8601086**
23.06.86 FR 8609041

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

④③ Date de publication de la demande: **21.10.87**
Bulletin 87/43

⑦② Inventeur: **Bard, Jean, 60, rue de Longchamp,**
F-92200 Neuilly-sur-Seine (FR)

⑧④ Etats contractants désignés: **BE DE FR GB IT**

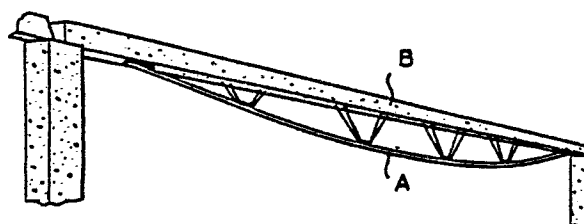
⑦④ Mandataire: **Martin, Jean-Jacques et al, Cabinet**
REGIMBEAU 26, Avenue Kléber, F-75116 Paris (FR)

⑤④ **Structures en béton armé et en acier, notamment pour réaliser des poutres et, en particulier, des poutres à usage de pannes ou des poutres à grande portée.**

⑤⑦ L'invention concerne les structures en béton armé et en acier.

La structure est essentiellement constituée de béton dans toutes les parties comprimées (B) et d'acier dans toutes les parties tendues (A). L'assemblage de profilés en acier est en majeure partie extérieur au béton, et est ancré dans le béton qui lui assure sa rigidité latérale et sa résistance au flambage.

L'invention s'applique en particulier à la fabrication de poutres, notamment de poutres à usage de pannes ou de poutres à grande portée.



STRUCTURES EN BETON ARME ET EN ACIER, NOTAMMENT POUR
REALISER DES POUTRES ET, EN PARTICULIER, DES POUTRES A
USAGE DE PANNES OU DES POUTRES A GRANDE PORTEE.

La présente invention concerne des structures en béton armé et en acier destinées notamment à constituer des poutres et, en particulier, des poutres à usage de pannes.

5 Pour divers types de construction et, en particulier, pour les charpentes de couverture des bâtiments industriels, deux principes de constructions s'affrontent :

- le béton armé,
- 10 - la charpente métallique

Pour réaliser des structures économiques, il faut évidemment utiliser un minimum de matière. Ce phénomène est particulièrement sensible pour les grandes portées car la matière inutile constitue une surcharge parasite.

15 Pour consommer un minimum de matière dans la réalisation d'une structure, l'idéal serait de saturer en tous points les capacités de résistance de la matière. Or, dans les deux grands principes de construction cités ci-dessus, on constate :

Structures en béton armé.-

Les aciers entrant dans les structures en béton armé sont calculés pour résister principalement aux contraintes de traction puisque le matériau béton est considéré comme fissuré dans les parties tendues lors des calculs à rupture.

Le matériau béton a plusieurs fonctions :

- résister dans certaines zones aux contraintes de compression et de cisaillement,
- 30 - dans d'autres zones, son rôle principal est l'enrobage des aciers.

Dans une poutre classique en béton armé, une quantité importante de matière est sous-employée supportant au sens de la résistance des matériaux des contraintes insignifiantes.

5 Le matériau béton est lourd et la matière sous-employée entraîne un double gaspillage :

- coût de la matière,
- surcharge parasite

Structures métalliques.-

10 Dans une charpente métallique, on calcule les pièces tendues en utilisant pleinement les capacités de résistance de l'acier.

15 Par contre, les pièces comprimées doivent comporter une certaine inertie pour résister au phénomène de flambage et, dans ces conditions, l'acier dans les zones comprimées est en un sens sous-employé.

Les profilés métalliques (cornières, profils en U, profils en I) ont une section découpée :

- 20 - afin de présenter une certaine inertie pour résister au flambage,
- afin de présenter des formes propices aux assemblages par boulonnage ou par soudage.

25 Dans le premier cas, le perçage des trous affaiblit les sections et, dans le second cas, une certaine longueur de cordon de soudure est nécessaire.

Le double problème de flambage et d'assemblage entraîne donc des formes complexes et des sections surabondantes pour les profilés.

30 D'autre part, une charpente métallique, lors du montage de grands éléments préassemblés, doit présenter une certaine rigidité d'ensemble, souvent difficile à obtenir avec des profilés très résistants mais présentant sous leurs formes classiques une inertie faible. Ceci conduit à des triangulations complémentaires et uniquement

35 destinées à éviter le flambage d'ensemble.

La présente invention concerne des structures mixtes ayant pour caractéristiques d'employer le béton armé dans toutes les parties comprimées et l'acier sous sa forme de profilés dans toutes les parties tendues.

5 De façon typique, une structure conforme à l'invention est une structure rigide essentiellement constituée de béton armé et d'acier destinée à supporter en service des efforts de compression et des efforts de tension, cette structure étant caractérisée en ce que
10 les parties destinées à supporter les efforts de compression sont essentiellement constituées par une masse de béton et en ce que les parties destinées à résister aux efforts de tension sont essentiellement constituées par un assemblage de profilés en acier
15 sensiblement dépourvu de rigidité intrinsèque, cet assemblage étant en majeure partie extérieur au béton et étant ancré dans le béton qui lui assure sa rigidité latérale et sa résistance au flambage.

Dans une réalisation typique, la partie en acier
20 est constituée par un assemblage de profilés de forme simple, par exemple des plats rectangulaires ou, encore mieux des ronds à béton.

Une structure conforme à l'invention est sensiblement plus économique que les structures connues,
25 notamment pour les raisons suivantes :

- la structure mixte de l'invention est plus légère qu'une structure qui serait en béton armé,
- la partie acier de la structure de l'invention peut être beaucoup plus économique qu'un treillis
30 métallique car la rigidité de la structure sera essentiellement due à la partie béton et non à la partie acier. En outre, lorsqu'on utilise comme acier du rond à béton, ce qui n'est jamais le cas d'une charpente métallique,

on obtient des caractéristiques de résistance mécanique supérieures à celles que l'on obtient avec les profilés généralement utilisés en charpente métallique. De plus, par rapport à une charpente métallique classique, les
5 assemblages peuvent être très simplifiés grâce à l'invention puisqu'une partie des assemblages est réalisée par le béton et le reste des assemblages peut être réalisée par des soudures simples,

- la partie béton peut être réalisée de façon
10 simple par moulage sur le chantier si bien que la structure de l'invention convient tout à fait pour des petits chantiers où l'on désire cependant utiliser des structures de grandes longueurs. Actuellement, pour une telle application, on rencontre de sérieuses difficultés
15 dues au fait que les structures utilisées sont généralement des structures précontraintes qui sont trop onéreuses à réaliser sur un chantier et qui doivent donc être réalisées en usine, ce qui pose le problème de leur transport et ce problème est particulièrement ardu
20 lorsque les structures ont une grande longueur.

On décrira ci-après des réalisations typiques de structures conformes à l'invention, la réalisation la plus typique étant une poutre constituée d'une membrure en béton de section relativement faible par rapport à sa
25 longueur et d'une membrure en acier constituée d'une carène qui remonte à ses extrémités dans la membrure en béton et qui est, d'autre part, reliée de place en place à la membrure en béton par des couples disposés dans des plans transversaux qui sont perpendiculaires à la membrure
30 en béton, les extrémités de ces couples étant noyées dans la membrure en béton.

La carène est de préférence constituée par un profilé unique mais peut aussi être constituée par plusieurs profilés assemblés bout à bout et/ou par plusieurs profilés métalliques en parallèle.

35 En variante, la carène est constituée par un tube creux qui contient un câble de précontrainte, ce qui permet notamment de réaliser des poutres de grande portée.

Sur les figures :

- la figure 1 est une perspective d'une poutre réalisée selon la présente invention ;

5 - la figure 2 est une demi-coupe longitudinale de la poutre ;

 - la figure 3 est une demi-coupe longitudinale d'une variante de réalisation de la poutre ;

10 - la figure 4 est une coupe schématique de la poutre par un plan vertical transversal passant dans la région d'un noeud de la membrure en acier de la poutre ;

15 - les figures 5 et 6 sont des vues agrandies de la figure 4 respectivement dans la région de la membrure en béton et dans la région de la membrure en acier ;

 - la figure 7 est un schéma de la poutre dans sa position de moulage de la membrure en béton ;

 - la figure 8 est une perspective de la poutre avant coulage de la membrure en béton ;

20 - la figure 9 est une coupe par un plan vertical transversal du moule de fabrication de la membrure en béton avant et après mise en forme du ferrailage de la membrure ;

25 - la figure 10 est une coupe, par un plan vertical longitudinal, des extrémités en regard de deux poutres sur un appui commun ;

 - la figure 11 est une perspective d'une extrémité d'une poutre ;

30 - les figures 12, 14 et 16 représentent schématiquement, en vue longitudinale, des variantes d'exécution d'une poutre ;

 - la figure 13 est une coupe de la poutre de la figure 12 par un plan vertical transversal ;

- la figure 15 est une coupe de la poutre de la figure 14 par un plan vertical transversal,
- les figures 17 à 19 représentent des exemples de réalisation de jonctions dans la membrure en acier,
- 5 - la figure 20 est un schéma en long d'une poutre selon une variante de l'invention, dans laquelle la carène formant la membrure en acier est constituée par un tube creux qui contient un câble de précontrainte,
- 10 - la figure 21 est une coupe schématique par le plan transversal aa de la figure 20,
- la figure 22 est un schéma en long d'une poutre plus complexe portée par deux poteaux,
- la figure 23 est une coupe schématique de la
- 15 poutre de la figure 22 par le plan transversal aa de la figure 22,
- la figure 24 est une coupe schématique de la poutre de la figure 22 par le plan transversal bb de la figure 22,
- 20 - la figure 25 est une coupe schématique agrandie des extrémités voisines de deux membrures en béton contigües,
- la figure 26 est une perspective schématique de l'extrémité de l'une des membrures en béton de la
- 25 figure 25,
- la figure 27 est une coupe transversale d'un tube de carène, et
- la figure 28 est un schéma en long d'une structure constituée de plusieurs travées avec continuité
- 30 au droit des appuis.

Les poutres de l'invention qui sont représentées sur les figures 1 à 19 sont constituées de deux membrures superposées, l'une B en béton et l'autre A en acier.

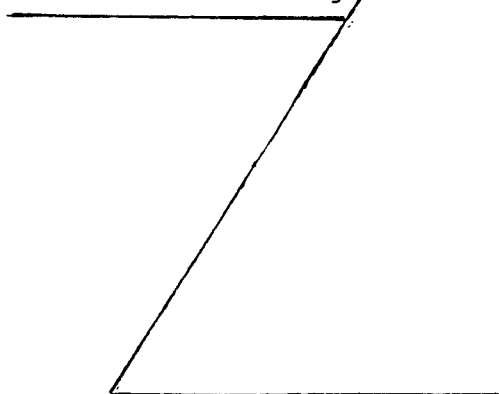
5 Dans les réalisations les plus courantes (figures 1 à 3 et 14), la membrure en béton se trouve systématiquement au-dessus de la membrure en acier lorsque la poutre est en service.

10 Il rentre cependant également dans le cadre de l'invention de réaliser des poutres telles que la membrures en béton puisse se trouver localement au-dessous de la membrure en acier (comme cela est représenté sur les figures 12 et 16 à titre d'exemple).

15 On comprendra que, de façon générale, la majeure partie de la membrure en béton reste au-dessus de la membrure en acier lorsque la poutre est en position de service.

20 La membrure B en béton est généralement constituée par un bloc allongé rectiligne en béton armé et l'on donne de préférence à ce bloc une section facile à démouler sur un chantier, comme par exemple une section droite de forme trapézoïdale (figures 4, 5 et 7).

25 Cette membrure est armée par un ferrailage F selon les règles de l'art pour que la membrure résiste principalement aux efforts de compression. En outre, la membrure doit avoir une inertie suffisante pour résister aux phénomènes de flambage.



La membrure A en acier est constituée par un profilé longitudinal L qui s'étend selon la longueur de la membrure en béton suivant une courbe dont la distance à la membrure en béton est maximale au milieu de la poutre et décroît progressivement vers les extrémités de la poutre, ce profilé longitudinal pénétrant dans la membrure en béton dans la région des extrémités de cette membrure et ressortant même sur les tranches d'extrémité de la membrure en béton, comme on le voit sur les figures 2, 3 et 10.

La membrure en acier A comprend, d'autre part, des connecteurs en acier C qui relient de place en place le profilé L à la membrure en béton. De préférence, ces profilés L et ces connecteurs C ont une partie C_1 soudée au profilé L et une partie C_2 ancrée dans la membrure en béton. Dans les exemples représentés, ces connecteurs ont une forme générale en V, le sommet du V étant aplati et soudé sur sa longueur au profilé L tandis que les extrémités des ailes du V sont également aplaties et noyées dans le béton de la membrure B. En outre, dans les réalisations représentées, les connecteurs C sont disposés par paires respectivement à droite et à gauche du plan médian vertical longitudinal P de la poutre, comme on le voit le mieux sur les figures 5 et 6 qui sont des coupes (à deux échelles différentes) de la membrure en béton (figure 5) et de la membrure en acier (figure 6) par le plan médian vertical transversal de la poutre de la figure 3 (plan IV-IV) de la figure 3. On voit sur cette figure que le profilé longitudinal L de la membrure en acier est constitué par un rond en acier à béton de relativement fort diamètre tandis que les connecteurs de liaison C, C' de la membrure en acier A à la membrure en béton B sont constitués par des ronds en acier à béton

de diamètre plus petit et l'on voit également sur la figure 6 que la liaison locale entre les ronds à béton des couples C et C' et le rond à béton de la carène L sont constitués par des soudures S.

5 A titre indicatif, on utilise pour le profilé L un rond à béton dont le diamètre est compris dans la gamme 20 à 60 mm tandis qu'on utilise pour les connecteurs un rond à béton dont le diamètre est compris dans la gamme 10 à 30 mm , ces gammes étant données à titre
10 préféré mais non limitatif.

Le profilé longitudinal L est, de préférence, constitué par un seul profilé mais il n'est pas exclu de le constituer par plusieurs profilés assemblés. La figure 18 montre, à titre d'exemple, un assemblage de
15 deux profilés L_1, L_2 au moyen d'un manchon d'assemblage bout à bout M dans lequel les extrémités des profilés, préalablement mises en forme de troncs de cône et filetées, sont enfoncées par vissage. Il n'est pas nécessaire de décrire en détail ce moyen d'assemblage connu en soi. Le profilé
20 L peut, d'autre part, être constitué de plusieurs profilés disposés en parallèle au lieu d'être constitués par un seul profilé et la figure 17 montre, à titre d'exemple, une solution mixte où le profilé L comprend un profilé L_3 suivi de deux profilés parallèles L_4, L_5 , ces divers
25 profilés étant assemblés par une plaquette p qui est traversée librement par les profilés dont les extrémités traversantes sont ensuite soudées à la plaquette. Ce type d'assemblage permet de régler facilement, à la demande, la longueur du profilé L.

Le nombre et la forme des connecteurs C est également choisi en fonction des performances demandées à la poutre, sachant que la membrure en acier A n'a essentiellement pour rôle que de supporter les efforts de traction. On notera à ce sujet que dans les exemples représentés sur les figures 1 à 3, le profilé longitudinal inférieur L de la membrure en acier suit la courbe des moments et supporte un effort de traction sensiblement constant sur toute sa longueur sous chargement symétrique, tandis que la membrure supérieure en béton B, qui assure la rigidité longitudinale, supporte un effort de compression sensiblement constant sous chargement symétrique.

La fabrication d'une poutre selon l'invention peut se faire aisément sur chantier au moyen d'un moule de conception simple dont un prototype a été représenté sur la figure 8. La position de moulage est à l'envers de la position de service en ce sens que lors du moulage la membrure en acier A se trouve au-dessus du moule Z, soutenue de place en place par des supports appropriés, comme on le voit sur la figure 8. Dans le moule, est disposé le ferrailage F qui est réalisé selon les règles de l'art. A titre d'exemple, on a représenté sur la figure 9 la section droite d'un ferrailage, les parties en traits interrompus représentant le ferrailage avant mise en forme. Les extrémités des connecteurs C sont introduites dans le moule ainsi que les extrémités du profilé longitudinal L qui passent à travers le ferrailage pour ressortir aux extrémités longitudinales du moule. A chacune des extrémités longitudinales de la membrure B en béton, est fixée une pièce métallique S en forme de L (figures 10, 11) qui est destinée à assurer la fixation de la membrure en béton sur un appui par boulonnage. La pièce de fixation S est incorporée à la membrure en béton lors du moulage.

Cette pièce de fixation S présente un plat S_{10} encastré dans la tranche d'extrémité de la membrure en béton et ce plat présente un orifice T_{10} pour le passage de l'extrémité du profilé longitudinal L de la membrure en
5 acier, l'extrémité dépassante étant ensuite soudée sur le plat, comme on le voit le mieux sur les figures 10 et 11. D'autre part, la pièce de fixation S présente un autre plat S_{20} destiné à reposer sur l'appui de la poutre, et cet autre plat S_{20} présente une lumière T_{20} pour le
10 passage d'un goujon qui servira à fixer la pièce S à l'appui de la poutre. Lorsque deux poutres sont portées en alignement sur un même appui, les plats S_{20} et S'_{20} des pièces de fixation S et S' sont de préférence superposés, comme on le voit sur la figure 10, pour être traversés
15 par un même goujon ; en variante, elles pourraient être indépendantes l'une de l'autre et traversées par des goujons respectifs.

L'appui sur lequel repose une extrémité de la poutre est un appui quelconque en soi selon les circonstances d'utilisation. Il peut s'agir par exemple d'un mur,
20 d'un poteau ou d'une poutre transversale. Dans le cas où la poutre selon l'invention est destinée à constituer une panne dans une ferme de charpente, l'appui sera généralement une poutre disposée en arbalétrier. Dans une telle
25 application, la membrure en béton assure la rigidité latérale et travaille très légèrement en flexion sous les charges du matériau qui constitue la couverture. Les efforts introduits par les phénomènes de flexion locale sont de second ordre par rapport aux efforts principaux.

30 Pour réaliser de très grandes longueurs de poutres ou pour toute autre raison, il pourra être utile de donner à la membrure en béton B un profil en long spécial autre que rectiligne et les figures 12, 14 et 16

illustrent des exemples de réalisation où la membrure en béton a un profil en long trapézoïdal (figures 12 et 14) ou convexe (figure 16). Dans le cas de la figure 12, il faut assurer une continuité entre les membrures supérieures en acier des deux poutres qui se suivent sur un même appui.

La fixation du profilé L à la pièce de fixation S peut aussi être obtenue par un moyen mécanique (boulonnage, etc.), par exemple en filetant ou en usinant l'extrémité du profilé L.

Les figures 22 à 28 concernent une variante de l'invention, plus particulièrement en vue de la réalisation de poutres de grande portée.

En effet, lorsque l'on veut réaliser des poutres de grande portée, on se heurte à deux problèmes :

- il n'existe pas, dans le commerce, de ronds à béton de très gros diamètre,
- les ronds à béton disponibles et transportables sont d'une longueur limitée.

Dans ces conditions, si on veut réaliser des poutres de grande portée, on est conduit à assembler plusieurs profilés bout à bout. Cet assemblage est onéreux et présente des difficultés.

La présente invention peut en particulier permettre la réalisation de poutres de grande portée, notamment pour réaliser des charpentes de couvertures industrielles ou sportives.

On y parvient, selon la présente invention, en constituant la carène par un tube creux en acier apte à recevoir un câble de précontrainte qui sera ultérieurement mis en tension. En particulier, le tube est constitué d'un tronçon de tube unique ou de plusieurs tronçons de tubes fixés bout à bout par des soudures ou par des pièces de fixation, par exemple par des platines boulonnées.

Plus précisément, la structure représentée sur les figures 20 et 21 comprend une poutre S constituée d'une membrure rectiligne en béton B et une membrure en acier A constituée d'une part par un tube T de forme arquée, dont la concavité est
5 tournée vers le haut lorsque la poutre est en position de service et, d'autre part, par des diagonales, par exemple des ronds à béton, disposées par couples C dont une extrémité est soudée sur le tube et dont l'autre extrémité est noyée dans le béton de la membrure en béton B.

10 On peut fabriquer ces poutres suivant la technique précédemment décrite, où les poutres sont fabriquées avec la membrure en acier disposée au-dessus de la membrure en béton.

Un câble de précontrainte multitorons F est
15 enfilé dans le tube et mis en tension suivant l'effort calculé, par des moyens quelconques connus en soi et de manière à apporter dans le tube des contraintes de compression toujours inférieures à la limite d'élasticité. Ces moyens sont schématisés sur la figure 20 par des cônes
20 W. Ultérieurement, le tube est injecté de mortier ou autre milieu durcissable pour bloquer le câble de précontrainte et le protéger de la rouille.

On calcule la précontrainte en sorte que sous charge d'utilisation normale de la poutre, le tube reste
25 légèrement comprimé.

Si on augmente la charge, le câble de précontrainte s'allonge d'abord de quelques centimètres, puis le tube se met à travailler à la traction : à la rupture, tout l'acier est tendu.

Ce procédé présente de grands avantages car il autorise la préfabrication précédemment décrite dans des conditions normales.

5 La membrure tubulaire est éventuellement constituée de plusieurs tronçons, reliés par des platines boulonnées, ou soudés bout à bout. La soudure des tubes de gros diamètre est une opération connue et simple.

Après montage, on bénéficie de l'efficacité du câble de précontrainte.

10 L'invention utilise ainsi les câbles de précontrainte qui sont livrés en grande longueur alors que les profilés tubulaires sont limités du fait de la difficulté de transport.

15 Il est à noter que cette technique ne pénalise pas la quantité de métal utilisée pour la raison suivante : si on charge une telle structure jusqu'à la rupture, les aciers du tube et de précontrainte travaillent au maximum de leur capacité compte tenu de leurs possibilités d'allongement relatif.

20 Or, dans le calcul à la rupture, la charge autorisée représente un pourcentage de la charge de rupture.

Le rapport entre ces deux charges - charge d'utilisation et charge de rupture - représente ce que l'on a coutume d'appeler le "coefficient de sécurité" de 25 l'ossature concernée.

En outre, sous charge normale d'utilisation, le tube reste comprimé et ainsi la poutre se trouve dégagée du risque constitué par une mauvaise soudure dans 30 l'assemblage des tubes bout à bout ; en notant toutefois que la capacité de résistance du tube a été testée par l'effort de traction engendré par le poids propre avant mise en tension du câble.

Dans cette réalisation, la précontrainte est réalisée après que la poutre ait été placée dans sa position de service. Il est possible d'utiliser les supports de la poutre pour réaliser la mise en tension du câble de pré-
5 contrainte. Dans une variante particulière, le câble est mis en tension avant que la poutre soit mise en position de service.

Une poutre telle que décrite ci-dessus convient pour des portées de 20 à 50 mètres, par exemple.

Pour des portées plus grandes, par exemple de
10 50 à 100 mètres, on préfère utiliser une poutre plus complexe constituée en fait de plusieurs poutres disposées bout à bout et traversées par un câble de précontrainte commun.

Les figures 22 à 27 montrent schématiquement
15 une réalisation d'une telle poutre.

La structure représentée sur la figure 22 comprend une poutre centrale S_1 et deux poutres d'extrémité S_2, S_3 . La poutre centrale S_1 est constituée d'une membrure en béton B_1 , de forme arquée, dont la concavité est
25 tournée vers le bas lorsque la poutre est en position de service, et une membrure en acier, constituée d'une part par un tube T_1 , de forme arquée, dont la concavité est tournée vers le haut lorsque la poutre est en position de service et, d'autre part, par des diagonales, disposées
30 par couples C_1 , dont une extrémité est soudée sur le tube et dont l'autre extrémité est noyée dans le béton de la membrure en béton B.

Les poutres d'extrémité S_2 et S_3 ont une structure analogue mais les courbures des membrures sont
35 moins accentuées et les positions relatives des membrures sont inversées.

Pour mettre en place la poutre sur deux appuis ou poteaux P , on pose d'abord les deux poutres d'extrémité S_2, S_3 que l'on fixe chacune à l'un des poteaux P , en sorte que la membrure en acier soit au-dessus de la

5 membrure en béton, puis on place entre ces deux poutres la poutre centrale S_1 après l'avoir retournée (par rapport à sa position de fabrication) en sorte que la membrure en acier soit au-dessous de la membrure en béton et en sorte que le tube longitudinal T_1 de la poutre centrale et les

10 tubes longitudinaux T_2, T_3 des poutres d'extrémité S_2, S_3 se trouvent en continuité. Ces tubes sont soudés bout à bout, ou reliés par des platines métalliques boulonnées entre elles, tandis que les poutres en béton sont solidarisées par un moyen quelconque approprié, par exem-

15 ple : platines métalliques soudées ou boulonnées.

Les figures 25 et 26 illustrent un exemple de réalisation de la jonction de la poutre centrale S_1 et d'une poutre d'extrémité, par exemple la poutre S_2 . Les membrures en béton des deux poutres sont munies à leurs

20 extrémités de platines K_1, K_2 qui sont ancrées dans les membrures par des tiges (par exemple des ronds à béton) r_1, r_2 soudées aux platines et noyées dans le béton. Pour assembler les deux membrures, on applique les platines l'une contre l'autre et on les fixe provisoirement par

25 des boulons. Les deux platines sont ensuite soudées l'une à l'autre.

La structure à ce stade est stable sous son poids propre. Sous le poids propre de la poutre, le tube se trouve tendu.

30 Un câble de précontrainte multitorons F est alors enfilé dans les trois tubes et dans les poteaux P , de F_1 à F_2 , et mis en tension suivant l'effort calculé, par des moyens quelconques connus en soi et de manière à apporter dans le tube des contraintes de compression

35 toujours inférieures à la limite d'élasticité. Ultérieurement,

le tube est injecté de mortier ou autre milieu durcissable pour bloquer le câble de précontrainte et le protéger de la rouille.

5 La figure 28 est relative à une structure de très grande portée réalisée en utilisant de travée en travée la technique exposée à propos de la figure 22, les câbles de précontrainte étant mis en place par travée, de F_1 à F_2 , de F_2 à F_3 , de F_3 à F_4 , etc...

10 Il va de soi que dans une poutre complexe, le nombre des membrures en béton successives est généralement de deux ou trois mais il peut également être supérieur. On comprendra également que, selon les cas, le tube de la carène en acier a ses extrémités qui sont noyées dans la membrure en béton ou qui traversent la
15 membrure en béton.

Les poutres et les structures de cette variante de l'invention (décrite au regard des figures 20 à 28) sont notamment destinées à réaliser des charpentes de couverture, la couverture se situant dans le prolongement de la membrure en béton, c'est-à-dire suivant la
20 surface courbe constituée par des lignes droites et horizontales s'appuyant sur les membrures en béton. Il va de soi cependant que l'invention n'est pas limitée à cette application : une autre application importante de
25 l'invention est la réalisation de ponts.

REVENDICATIONS

1. Structure rigide essentiellement constituée de
béton armé et d'acier destinée à supporter en service des
efforts de compression et des efforts de tension,
caractérisée en ce que les parties destinées à supporter
5 les efforts de compression sont essentiellement constituées
par une masse de béton (B) et en ce que les parties
destinées à résister aux efforts de tension sont essentiel-
lement constituées par un assemblage (A) de profilés en
acier sensiblement dépourvus de rigidité intrinsèque, cet
10 assemblage étant en majeure partie extérieur au béton et
étant ancré dans le béton qui lui assure sa rigidité
latérale et sa résistance au flambage.
2. Structure selon la revendication 1 ,
caractérisée en ce que l'assemblage en acier (A) de la
15 structure est essentiellement constituée de ronds à béton.
3. Poutre constituée d'une membrure en béton (B) de
section relativement faible par rapport à sa longueur et
d'une membrure en acier (A) constituée d'une carène (L)
reliée de place en place à la membrure en béton par des
20 couples (C) disposés dans des plans transversaux qui sont
perpendiculaires ou obliques par rapport à la membrure en béton, les
extrémités de ces couples étant noyées dans la membrure en béton.
4. Poutre selon la revendication 3 , caractérisée en
ce que la carène (L) et les couples (C) sont constitués
25 par des ronds à béton.

5. Poutre selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que la carène (L) remonte à ses extrémités dans la membrure en béton.
- 5 6. Poutre selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisée en ce que la membrure en béton (B) a une section droite trapézoïdale.
- 10 7. Poutre selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisée en ce que la carène (L) est constituée par un profilé longitudinal qui s'étend selon la longueur de la membrure en béton suivant une courbe dont la distance à la membrure en béton est maximale au milieu de la poutre et décroît progressivement vers les extrémités de la poutre.
- 15 8. Poutre selon la revendication 7, caractérisée en ce que les couples sont des connecteurs (C) qui ont une partie (C₁) soudée à la carène (L) et une partie (C₂) ancrée dans la membrure en béton.
- 20 9. Poutre selon la revendication 8, caractérisée en ce que les connecteurs (C) ont une forme générale en V, le sommet du V étant aplati et soudé sur sa longueur à la carène, tandis que les extrémités des ailes du V sont également aplaties et noyées dans le béton de la membrure en béton (B).
- 25 10. Poutre selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que les connecteurs (C) sont disposés par paires, respectivement à droite et à gauche du plan médian vertical longitudinal de la poutre.
- 30 11. Poutre selon l'une des revendications 3 à 10, caractérisée en ce que la carène (L) suit la courbe des moments et supporte un effort de traction sensiblement constant tant sur toute sa longueur sous chargement symétrique, tandis que la membrure supérieure en béton (B), qui assure la rigidité longitudinale, supporte un effort de compression sensiblement constant sous
- 35 chargement symétrique.

12. Poutre selon l'une des revendications 3 à 11, caractérisée en ce qu'à une extrémité longitudinale de la membrure (B) en béton est fixée une pièce métallique (S) en forme de L qui est destinée à assurer la
5 fixation de la membrure en béton, sur un appui, par boulonnage.

13. Poutre selon la revendication 12, caractérisée en ce que ladite pièce de fixation (S) présente un plat (S_{10}) encastré dans la tranche d'extrémité de la membrure en béton, que ce plat présente un orifice (T_{10}) pour le
10 passage de l'extrémité de la carène (L), et que l'extrémité dépassante de la carène est soudée sur le plat.

14. Poutre selon la revendication 13, caractérisée en ce que la pièce de fixation (S) présente un autre plat (S_{20}) destiné à reposer sur l'appui de la poutre, et cet
15 autre plat (S_{20}) présente une lumière (T_{20}) pour le passage d'un goujon qui servira à fixer la pièce (S) à l'appui de la poutre.

15. Application d'une poutre selon l'une des
20 revendications 3 à 14 comme panne dans une ferme de charpente.

16. Poutre selon la revendication 3, caractérisée en ce que la carène en acier est constituée par un tube creux (T) qui contient un câble de précontrainte (F).

25 17. Poutre selon la revendication 16, caractérisée en ce que le tube (T) de la carène est injectée de mortier ou autre milieu durcissable pour bloquer le câble de précontrainte après mise en précontrainte.

18. Poutre selon la revendication 16 ou 17,
30 caractérisée en ce que la membrure en béton (B) est sensiblement rectiligne.

19. Poutre selon l'une des revendications 16 à 18, caractérisée en ce que le tube (T) a ses extrémités qui passent dans la membrure en béton (B).
- 5 20. Poutre selon l'une des revendications 16 à 19, caractérisée en ce que le tube (T) est constitué de plusieurs tronçons de tube fixés bout à bout par des soudures ou des pièces de fixation.
- 10 21. Poutre caractérisée en ce qu'elle est constituée d'une pluralité de poutres (S_1, S_2, S_3) selon la revendication 16 ou 17, dont les membrures en béton sont disposées en continuité et solidarisiées, et dont les tubes des carènes (T_1, T_2, T_3) sont disposés en continuité et solidarisiés, ces tubes étant traversés par un câble de précontrainte commun.
- 15 22. Poutre selon la revendication 21, caractérisée en ce que les membrures en béton (B_1, B_2, B_3) de la poutre sont courbes et/ou droites.
- 20 23. Poutre selon la revendication 21 ou 22, caractérisée en ce qu'elle comprend une poutre centrale (S_1) entre deux poutres d'extrémité (S_2, S_3), la membrure en béton (B_1) de la poutre centrale (S_1) se trouvant au-dessus de la membrure en acier, et la membrure en béton (B_2, B_3) des poutres d'extrémité (S_2, S_3) se trouvant au-dessous de la membrure en acier de ces poutres.

FIG.1

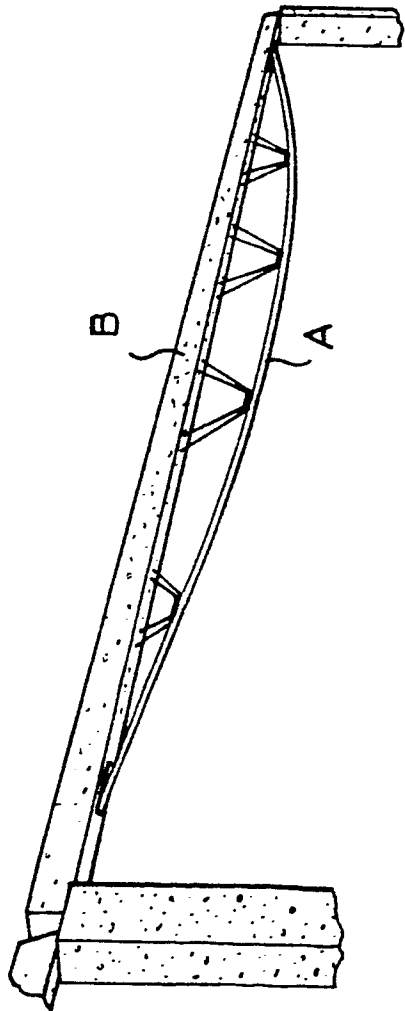


FIG.2

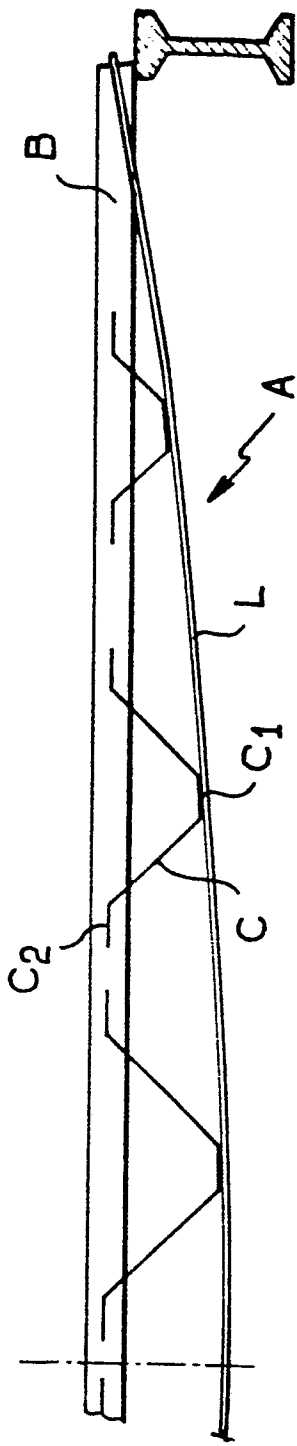


FIG.3

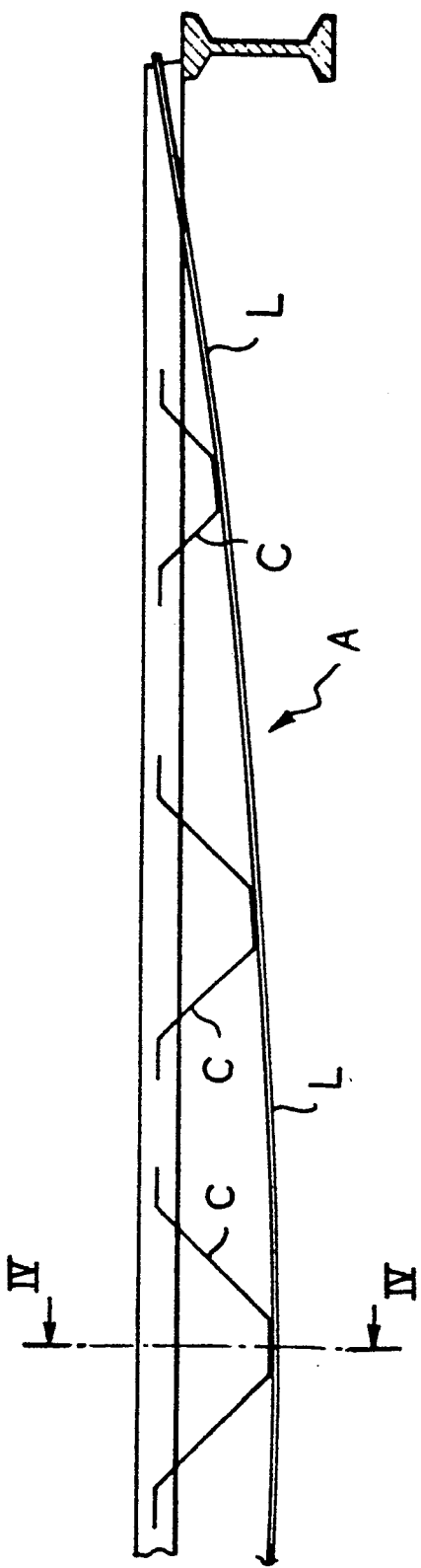
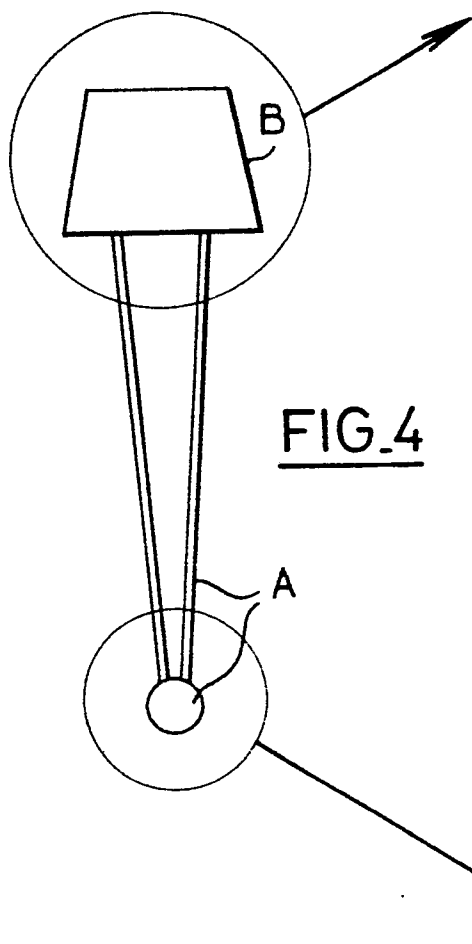
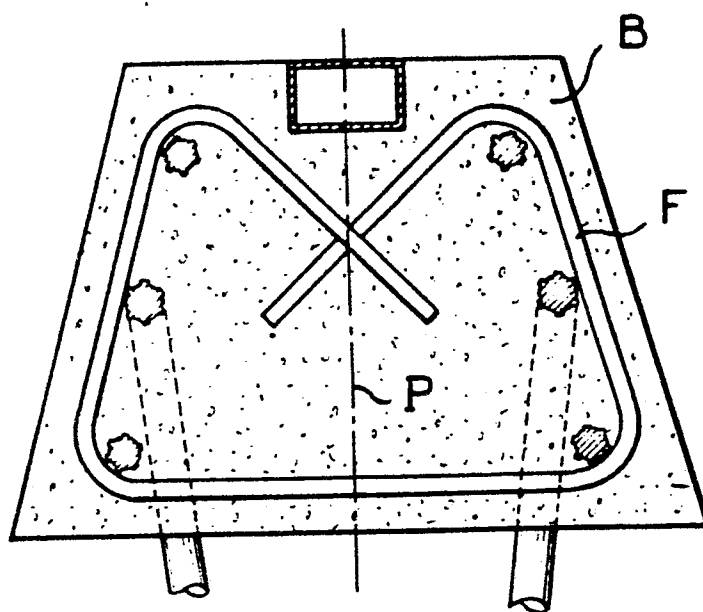
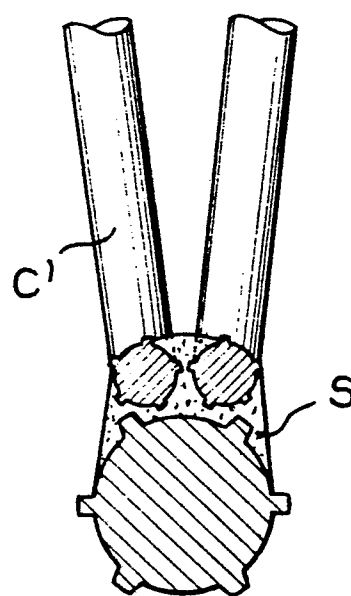


FIG.5FIG.4FIG.6

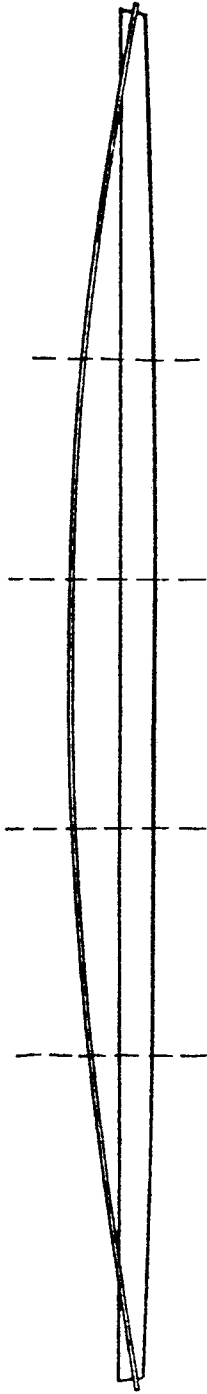


FIG. 7

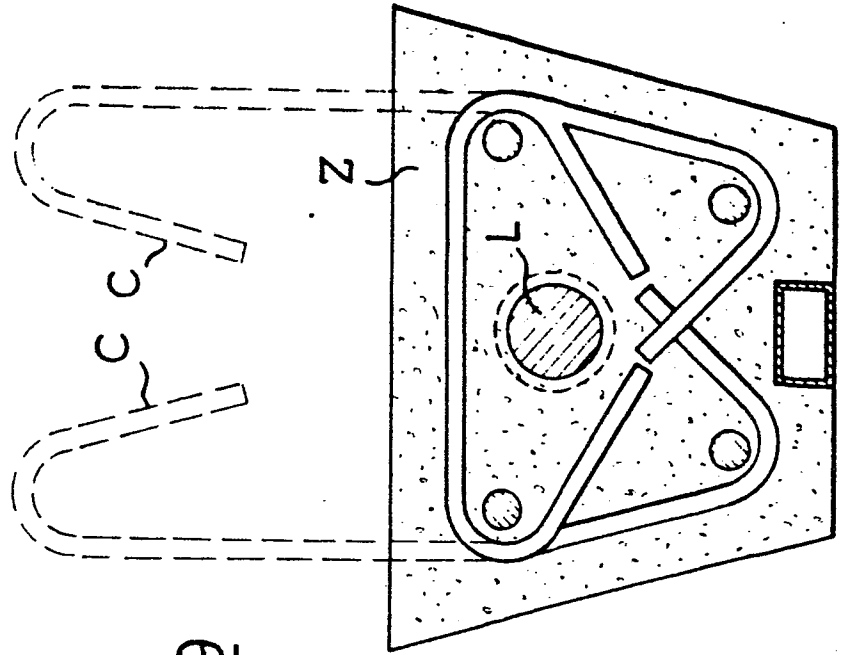


FIG. 9

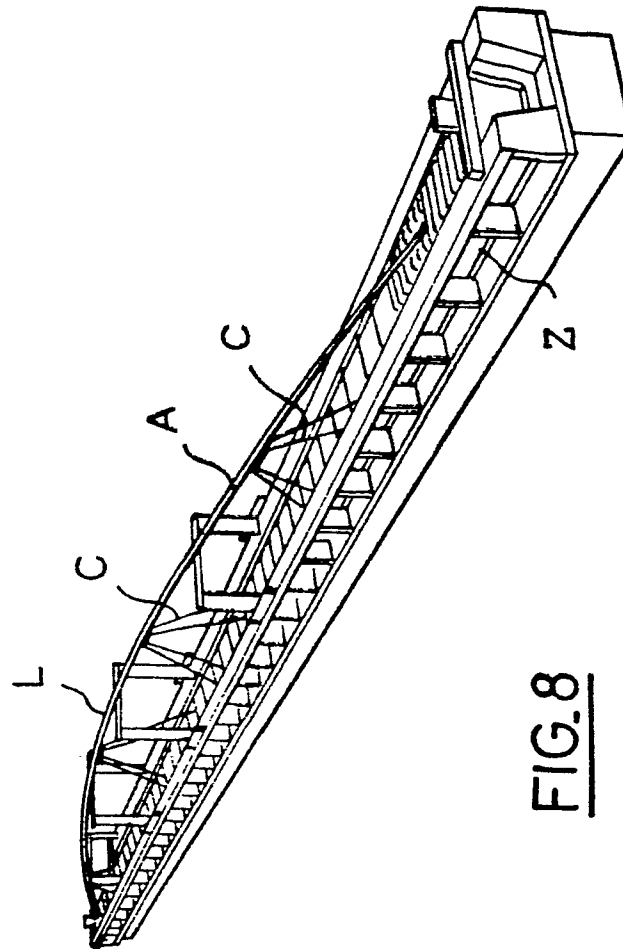
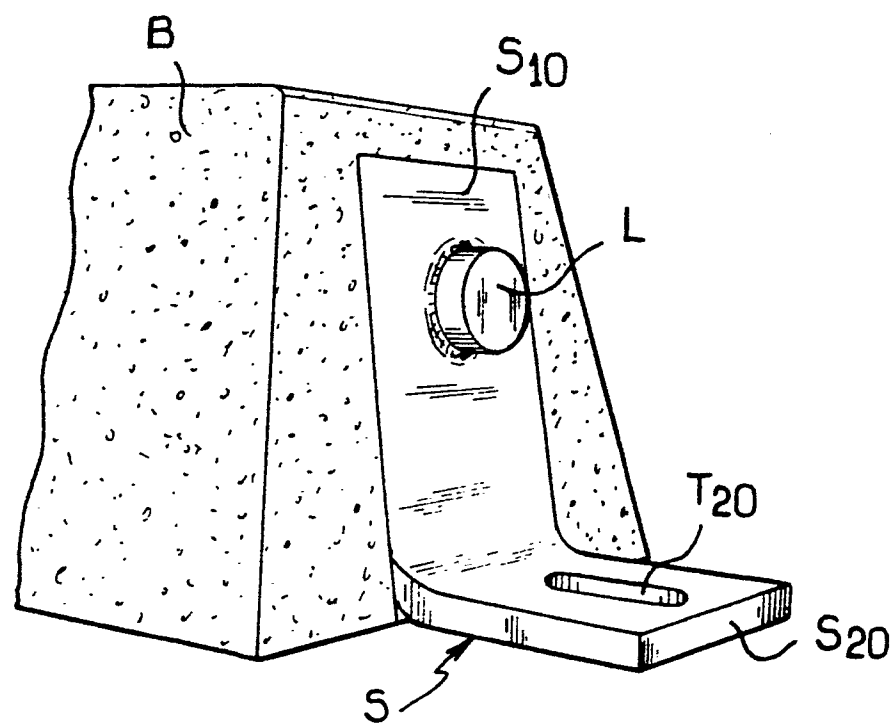
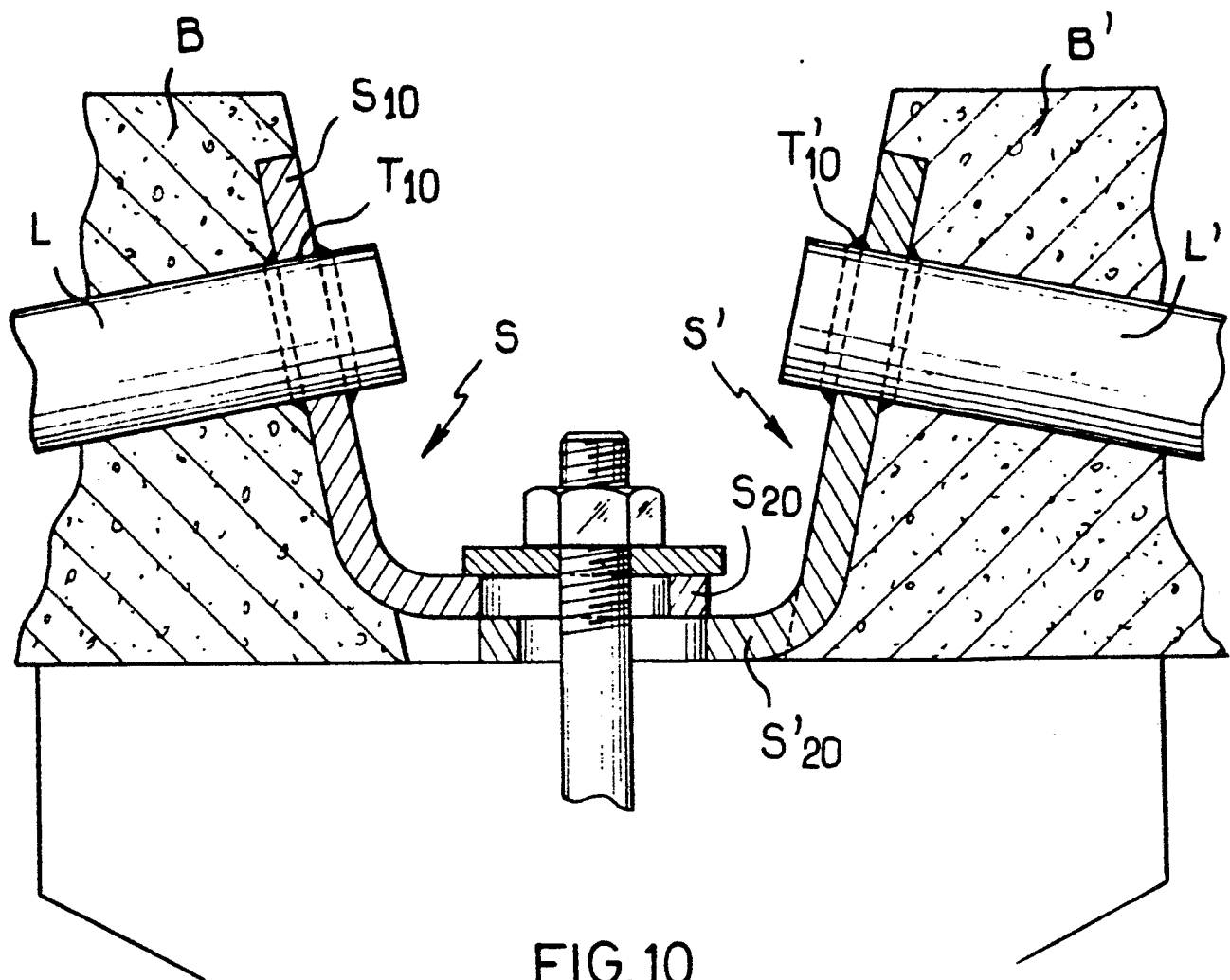
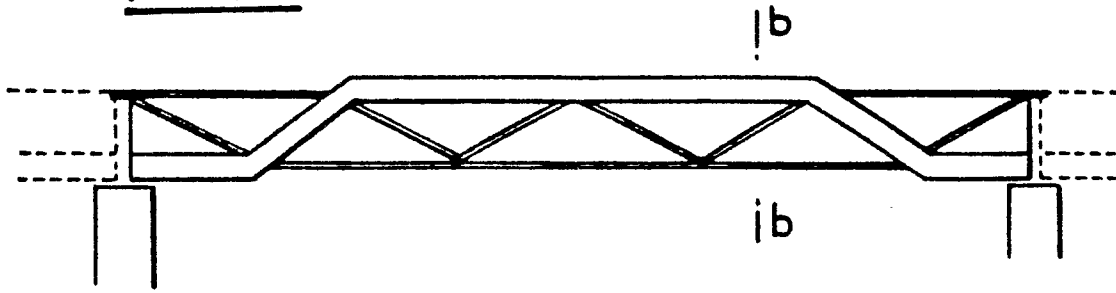
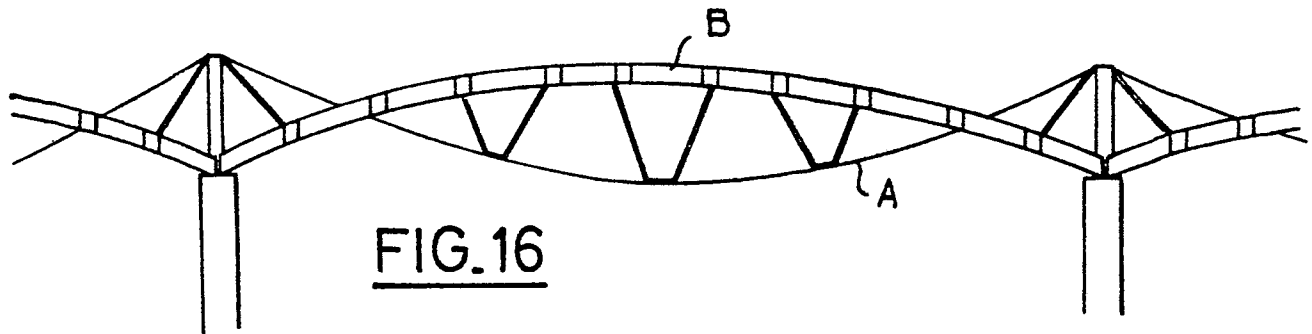
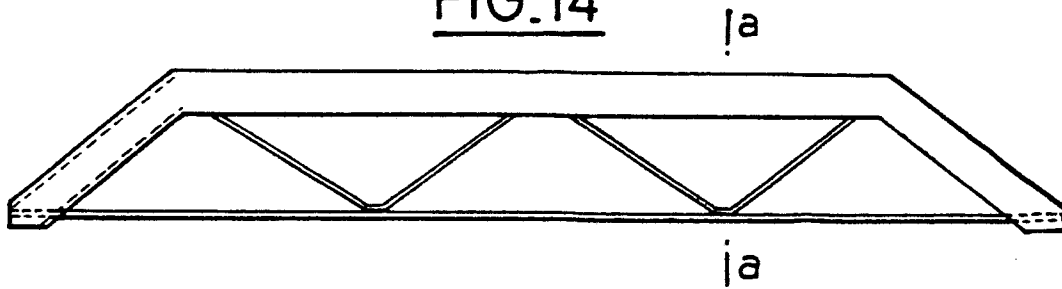
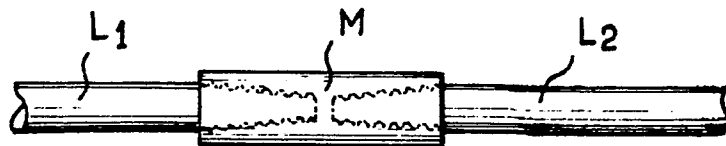
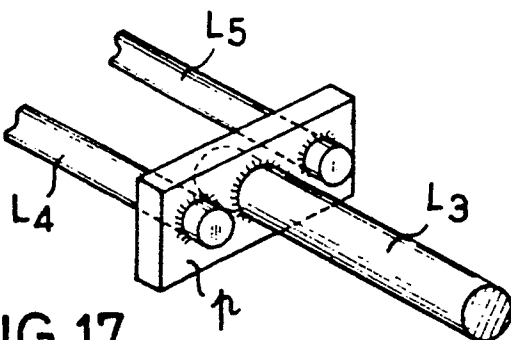
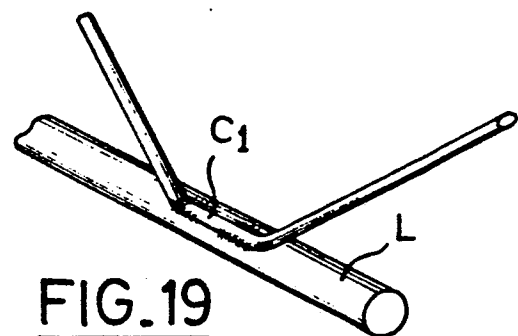
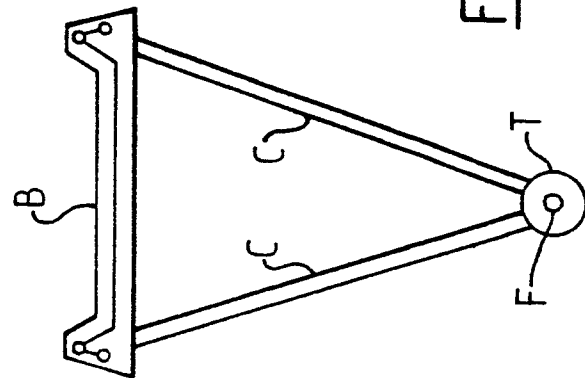
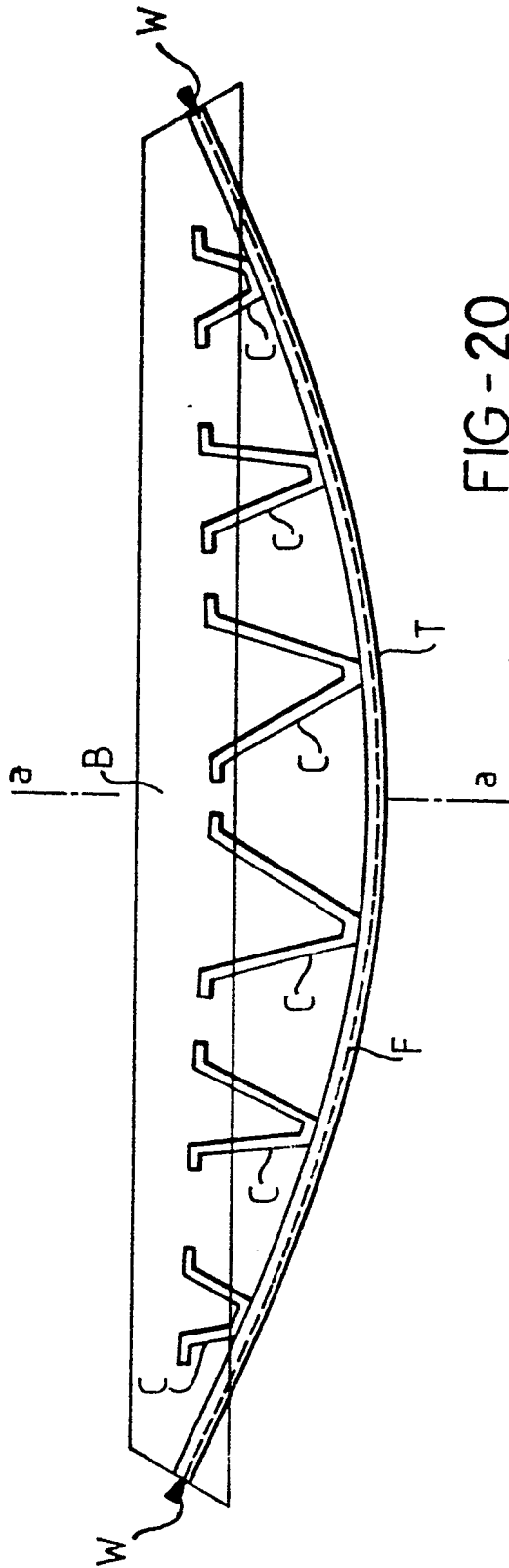


FIG. 8



5 / 8

FIG.12FIG.13FIG.15FIG.14FIG.16FIG.18FIG.17FIG.19



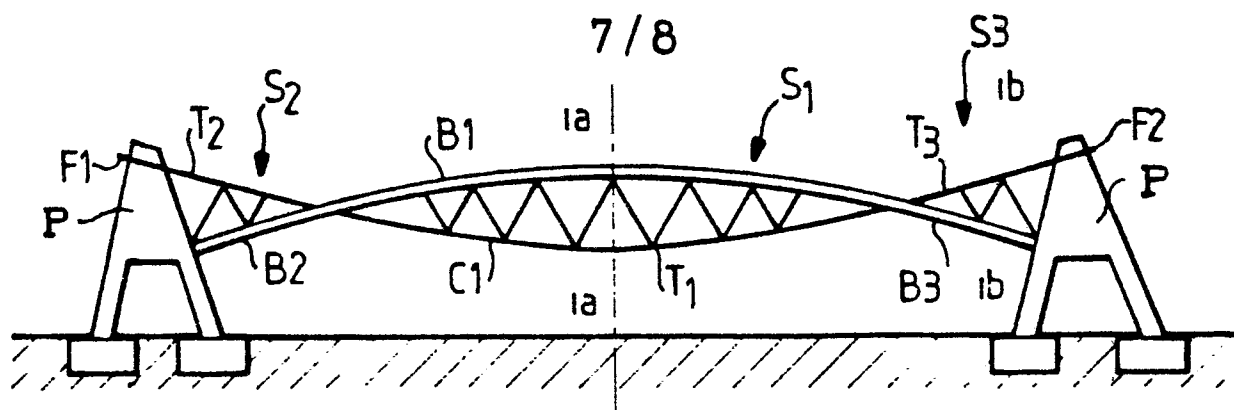


FIG-22

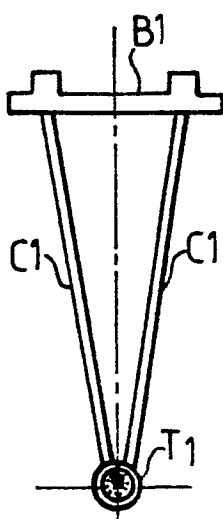


FIG-23

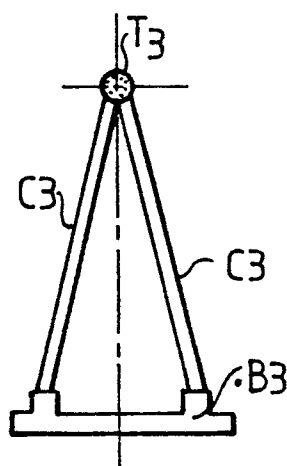


FIG-24

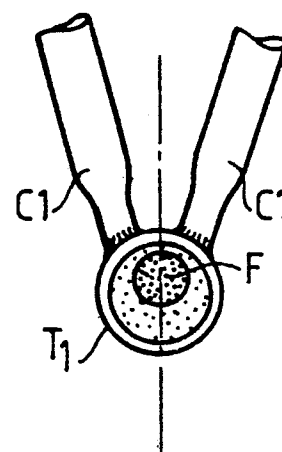


FIG-27

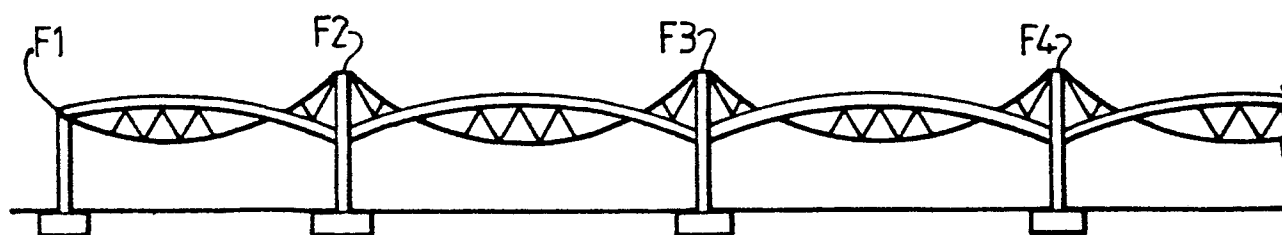


FIG- 28

0242238



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 87 40 0182

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)
X	GB-A- 586 394 (KILNER) * Page 1, lignes 68-91; page 2, lignes 1-9,33-57; figures 1-5 *	1-5	E 04 C 3/294 E 04 C 3/10 E 01 D 9/06
Y		6,8,10	
A		9,15,16	
Y	FR-A-1 028 419 (TISSEYRE) * Page 1, colonne 2, paragraphes 7-10; résumé; figures 1,2,3 *	6	
X	CH-A- 201 557 (CORAY & STAUFFACHER) * Page 1, colonne 1; page 1, colonne 2, paragraphe 1; page 2, colonne 1, paragraphes 1,12,13; page 2, colonne 2; page 3, colonne 1, paragraphe 1; figures 1,2,3,5 *	3,5,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4) E 04 C E 01 D E 04 B
Y		8,10,16-20	
A		1,2,4,11	
	---	-/-	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22-04-1987	Examineur CHESNEAUX J.C.
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			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0242238

Numéro de la demande

EP 87 40 0182

Page 2

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)
A	DE-A-2 153 495 (RHEINSTAHL) * Page 1, paragraphe 3; page 2; page 4, paragraphes 3-4; page 5, paragraphe 2; page 6, paragraphes 2,3; page 7, paragraphe 1; figures 1,2,4-6,8,9 *	1,8,9, 12,13	
A	DE-B-1 124 660 (GUTEHOFFNUNGSHÜTTE STERKRADE AG) * Colonne 2, lignes 27-46; figures 1,3,4,5 *	9,12, 14	
A	US-A-1 865 059 (RAGSDALE) * Page 1, lignes 83-98; figure 2 *	9	
A	CH-A- 273 887 (COFF) * Page 2, lignes 65-75; figures 1,1a,2,2a,4a,5a *	12,13, 16,18, 19	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
A	FR-A-1 285 747 (MARCHESSEAU) * Page 1, colonne 2, paragraphes 10,11; page 2, colonne 1, paragraphes 1-5; figures 1,3 *	12,13, 14	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22-04-1987	Examineur CHESNEAUX J.C.
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			

0242238



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 87 40 0182

Page 3

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Page 3
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
Y	FR-A-1 544 207 (PATIN) * Page 2, colonne 2, paragraphes 3,8; page 2, colonne 1, paragraphes 1,2,3,8; page 2, colonne 2, paragraphe 1; figures 1,2 *	16,18, 19	
Y	DE-A-2 752 222 (PETER) * Page 7, paragraphe 1; figures 3-9 *	16,17	
A		21,22	
A	US-A-2 809 074 (McDONALD) * Colonne 2, lignes 24-72; colonne 3, lignes 1-27; figures 1-6 *	16,18	
Y	V.D.I. Zeitschrift, vol. 98, no. 22, 1er août 1956, pages 1279-1282, V.D.I. Verlag GmbH, Düsseldorf, DE; Prof. B. Fritz: "Anwendung des Vorspanngedankens bei reinen Stahlkonstruktionen" * Page 1281, paragraphe 2; figures 10-13,17 *	16,20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22-04-1987	Examineur CHESNEAUX J.C.
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			



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

0242238

EP 87 40 0182

Page 4

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Page 4
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	DE-B-1 139 528 (INGENJÖRSFIRMAN INVENT AB) * Colonne 1, lignes 50-53; colonne 2; colonne 3, lignes 1-11; figure *	16, 17, 20	

A	FR-A-1 319 962 (CREMASCHINI) * Page 1, colonne 2, paragraphes 3, 4; figures 2, 4, 8 *	21-23	

A	ACIER-STAHLE-STEEL, vol. 36, no. 4, avril 1971, pages 169-177, Centre Belgo-Luxembourgeois d'information de l'acier, Bruxelles, BE; M. Majowiecki: "Tension Structures : Jawerth System" * Figure 2 *	21-23	

Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22-04-1987	Examineur CHESNEAUX J.C.
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	