



(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.05.2004 Bulletin 2004/20

(51) Int Cl.7: E04B 1/36

(21) Numéro de dépôt: 03292662.8

(22) Date de dépôt: 24.10.2003

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

(72) Inventeur: Pitault, Daniel
78150 Rocquencourt (FR)

(74) Mandataire: Jaunez, Xavier
Cabinet Boettcher,
22, rue du Général Foy
75008 Paris (FR)

(30) Priorité: 06.11.2002 FR 0213860

(71) Demandeur: Conseil en Ingénierie Bâtiment et
Superstructuré
67380 Lingolsheim (FR)

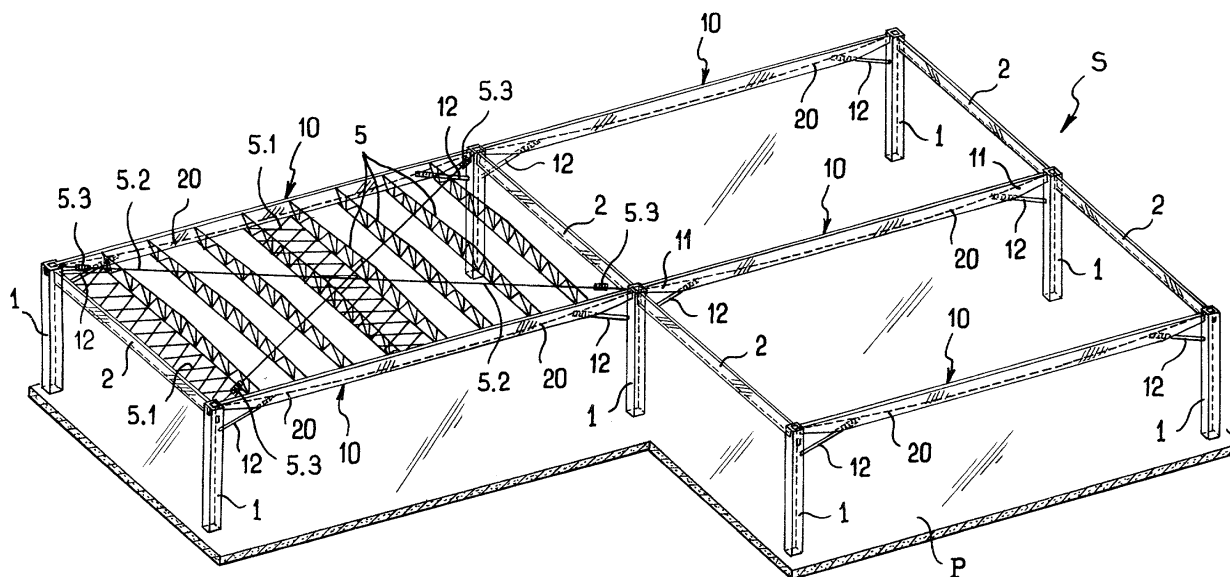
(54) Structure porteuse modulaire

(57) L'invention concerne une structure porteuse modulaire comportant une pluralité de poteaux verticaux de support (1) reliés entre eux par des poutres horizontales de longue portée (2,10), dont certaines sont en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement (12) articulées inférieurement sur les poteaux (1).

Conformément à l'invention, les poutres (10) qui sont en appui sur les bielles obliques d'arc-boutement

(12) sont constituées par deux tympans juxtaposés en lamellécollé délimitant un espace central dans lequel passe librement un câble passif (20) qui est accroché à ses deux extrémités sur les poteaux correspondants (1), l'appui sur les bielles obliques d'arc-boutement (12) étant assuré par des plaques d'extrémité (21) agencées entre les tympans juxtaposés constituant la poutre (10) et rigidement solidaires de ceux-ci.

FIG.1



Description

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] La présente invention concerne une structure porteuse comportant des poutres horizontales de longue portée.

[0002] Plus particulièrement, il s'agit d'une structure porteuse modulaire, du type comportant une pluralité de poteaux verticaux de support reliés entre eux par des poutres horizontales de longue portée, certaines au moins de ces poutres étant en appui, au voisinage de leurs extrémités, sur des bielles obliques d'arc-boutement qui sont articulées inférieurement sur les poteaux correspondants.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

[0003] Le document FR-A-2 611 781 décrit le principe d'une telle structure porteuse avec un système d'appui et d'accrochage de poutres de longue portée agencé selon un appui des extrémités des poutres sur des bielles obliques d'arc-boutement qui sont articulées inférieurement sur les poteaux verticaux. La possibilité d'utiliser de telles poutres de longue portée constitue un avantage important dans la réalisation de planchers ou de plafonds à grande maille, notamment dans le cadre de la construction de magasins ou d'entrepôts de type grande surface. Conformément à ce système d'appui et d'accrochage des poutres de longue portée, lesquelles sont préférentiellement réalisées en lamellé-collé ou en matériau composite, sur des poteaux de support métalliques, ledit système est agencé de façon à permettre de transférer la réaction verticale du poids de la poutre en un effort d'arc-boutement dans le poteau correspondant et créer ainsi, dans la poutre, un effort horizontal de contrainte longitudinale qui a pour résultat d'augmenter la portée si possible de ladite poutre.

[0004] L'enseignement théorique précité apparaît cependant difficile à mettre en oeuvre de façon pratique, mais conserve encore toute sa valeur de référence scientifique pour des évolutions plus concrètes.

[0005] L'arrière-plan technologique de l'invention est également illustré par le document BE-A-516 495. Ce document décrit un autre agencement de poutre métallique en appui sur des bielles articulées.

OBJET DE L'INVENTION

[0006] La présente invention a pour objet de concevoir une structure porteuse modulaire comportant également des poutres qui sont en appui d'extrémité sur des bielles obliques d'arc-boutement articulées inférieurement sur des poteaux verticaux, mais qui soit de conception à la fois performante et économique à fabriquer.

[0007] L'invention a également pour objet de concevoir une structure porteuse modulaire à poutres horizontales de longue portée en lamellé-collé qui soit facile et

rapide à édifier, tout en permettant des réalisations modulaires avec des mailles de grandes dimensions, en particulier au moins 800 à 900 m².

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

[0008] Ce problème est résolu conformément à l'invention grâce à une structure porteuse modulaire comportant une pluralité de poteaux verticaux de support reliés entre eux par des poutres horizontales de longue portée, certaines au moins de ces poutres étant en appui, au voisinage de leurs extrémités, sur des bielles obliques d'arc-boutement qui sont articulées inférieurement sur les poteaux correspondants, ladite structure porteuse modulaire étant remarquable en ce que les poutres horizontales de longue portée qui sont en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement sont constituées par deux tympans juxtaposés en lamellé-collé reliés entre eux par des entretoises, lesdites entretoises délimitant un espace central dans lequel passe librement un câble passif qui est accroché à ses deux extrémités sur les poteaux correspondants, l'appui sur lesdites bielles obliques d'arc-boutement étant assuré par des plaques d'extrémité agencées entre les tympans juxtaposés et rigidement solidaires de ceux-ci.

[0009] Ainsi, à la différence des poutres de longue portée en lamellé-collé qui sont mentionnées dans le document FR-A-2 611 781 précité, on est en présence de véritables poutres-caissons dont on utilise intelligemment l'espace central qui permet en particulier le passage du câble passif et d'au moins une partie des plaques d'extrémité qui sont agencées entre les tympans juxtaposés. Il est clair qu'une telle conception n'était aucunement suggérée par l'enseignement de ce document.

[0010] De préférence, les entretoises reliant les deux tympans juxtaposés d'une poutre horizontale de longue portée sont réalisées sous la forme d'une fourrure haute et d'une fourrure basse s'étendant dans la direction longitudinale de ladite poutre. En particulier, les fourrures haute et basse sont en bois, et sont reliées par collage aux tympans adjacents.

[0011] Avantageusement encore, le câble passif agencé entre les deux tympans juxtaposés d'une poutre horizontale de longue portée présente une tête élargie à chacune des ses deux extrémités, chaque tête élargie étant reçue dans une boîte d'encastrement ménagée en tête de poteau ou étant en appui contre une plaque fixée en tête de poteau. Dans la pratique, si on utilise des poteaux en béton, on choisira de préférence l'utilisation de boîtes d'encastrement qui seront alors scellées en tête de poteau, tandis que dans le cas de poteaux métalliques, on utilisera alors des plaques fixées sur ces poteaux pour l'appui des têtes élargies du câble passif.

[0012] De préférence encore, le câble passif agencé entre les deux tympans juxtaposés d'une poutre horizontale de longue portée passe sous des goujons transversaux reliant lesdits tympans, lesdits goujons étant

positionnés suivant une courbe d'implantation prédéterminée pour former des appuis ponctuels pour le câble lorsque ledit câble se tend.

[0013] Avantageusement, les deux tympans juxtaposés se terminent par des facettes d'extrémité qui sont au voisinage direct des poteaux correspondants, lesdits poteaux étant de préférence équipés d'équerres de sécurité anti-déversement.

[0014] Il est en outre intéressant de prévoir que les plaques d'extrémité agencées entre les deux tympans juxtaposés pour l'appui sur les bielles obliques d'arc-boutement concernées sont solidarisées auxdits tympans par des boulons traversants.

[0015] En particulier, les plaques d'extrémité sont en acier, et elles se terminent, du côté des bielles correspondantes, par deux facettes d'appui dont l'une est horizontale et l'autre verticale.

[0016] Avantageusement dans ce cas, les bielles obliques d'arc-boutement présentent supérieurement une tête bilobée, avec un lobe inférieur pour l'appui horizontal et un lobe supérieur pour l'appui vertical.

[0017] Les bielles obliques d'arc-boutement pourront présenter un amincissement au niveau de la tête bilobée, de façon que ladite tête passe entre les tympans juxtaposés, la zone d'appui étant alors située dans l'espace central délimité par lesdits tympans.

[0018] De préférence encore, les bielles obliques d'arc-boutement présenteront un pied cylindrique qui est reçu dans un sabot associé fixé au poteau correspondant, ledit sabot présentant à cet effet un berceau cylindrique d'axe horizontal.

[0019] Avantageusement aussi, les bielles obliques d'arc-boutement sont réalisées en acier, sous la forme d'un élément plat s'étendant dans un plan vertical.

[0020] On pourra enfin prévoir que les bielles obliques d'arc-boutement sont revêtues d'un matériau anti-corrosion et/ou anti-feu.

[0021] Conformément à un autre mode d'exécution particulier, les deux tympans juxtaposés d'une poutre horizontale de longue portée présentent une surface d'intrados qui est incurvée, de façon que ladite poutre présente une contre-flèche (c) qui est maximale à mi-longueur de la poutre. En particulier, la contre-flèche maximale (c) est donnée par la relation $c = 0,013 \times (\frac{1}{2} L)$, où L est la longueur de la poutre de longue portée.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0022] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, illustrant un mode de réalisation particulier, en référence aux figures où :

- la figure 1 illustre en perspective une partie d'une structure porteuse modulaire conforme à l'invention, dont on distingue cinq poutres horizontales de longue portée qui sont en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement, les autres poutres horizontales étant ici quant à elles de type traditionnel ;

- la figure 2 est une vue en perspective illustrant à plus grande échelle la zone de la tête d'un des poteaux verticaux ici en béton de la structure porteuse précédente (les extrémités des poutres horizontales étant représentées "transparentes" pour plus de clarté) ;
- la figure 3 illustre en perspective les deux extrémités de poutres en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement, les autres éléments de la structure porteuse n'étant pas représentés pour alléger la représentation ;
- la figure 4 illustre, à plus grande échelle, la zone de la tête de poteau, afin de mieux distinguer la boîte d'encastrement scellée dans ledit poteau ;
- la figure 5 est une vue en élévation de la zone associée à une tête de poteau, avec deux extrémités de poutres horizontales de longue portée en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement, la poutre de droite sur la figure étant en cours de montage ainsi que cela ressort de la représentation de moyens de positionnement provisoire ici réalisés sous la forme d'un palonnier fixé au poteau ;
- la figure 6 est une vue en élévation isolée montrant, avec deux arrachements aux extrémités de poutre, la poutre de longue portée qui est réalisée en poutre-caisson, avec son câble passif s'étendant sur la longueur de ladite poutre ;
- les figures 7 et 8 sont des coupes transversales selon les lignes VII-VII et VIII-VIII de la figure 6 permettant de mieux distinguer la structure de la poutre-caisson, avec une représentation schématique de la structure en lamellé-collé des tympans juxtaposés formant ladite poutre-caisson ;
- la figure 9 est une vue partielle en perspective illustrant, à plus grande échelle, avec un arrachement partiel du tympan frontal formant la poutre-caisson, une plaque d'extrémité de ladite poutre-caisson en appui sur la tête bilobée d'une bielle oblique d'arc-boutement ;
- la figure 10 est une vue analogue à celle de la figure 6, illustrant une variante dans laquelle la poutre de longue portée présente une surface d'intrados incurvée pour former une contre-flèche ; et
- la figure 11 est une coupe transversale selon la ligne XI - XI de la figure 10.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0023] Sur la figure 1, on distingue une structure porteuse modulaire ou superstructure S, qui est ici agencée pour former l'ossature porteuse d'un bâtiment de forme parallélépipédique de grandes dimensions, tel qu'un entrepôt ou un magasin de grande surface.

[0024] La structure S comporte une pluralité de poteaux verticaux de support 1 encastrés dans un sol P par l'intermédiaire de fondations en béton, lesquels po-

teaux sont reliés entre eux par des poutres horizontales de longue portée. On a illustré en l'espèce des poteaux 1 qui sont réalisés en béton, mais il va de soi que l'invention n'est aucunement limitée en ce sens, et que l'on pourra aussi bien prévoir des poteaux métalliques, par exemple à structure en H (variante non représentée). En outre, on a illustré ici des poteaux verticaux de hauteur importante, par exemple une dizaine de mètres, afin de réaliser une structure porteuse d'un toit ou d'un étage supérieur d'un édifice. Il va de soi toutefois que l'invention s'appliquera également au cas d'une structure porteuse associée au support d'un plancher de bâtiment de grande surface.

[0025] Les poteaux verticaux de support 1 sont reliés entre eux par des poutres horizontales de longue portée notées 2, 10. Les poutres 10, qui s'étendent parallèlement les unes aux autres, sont en appui, au voisinage de leurs extrémités 11, sur des bielles obliques d'arc-boutement 12 qui sont articulées inférieurement sur les poteaux 1 correspondants. Par contre, les poutres horizontales de longue portée 2, dont la direction est orthogonale à la direction des poutres 10, sont ici quant à elles de type traditionnel, c'est-à-dire qu'elles sont encastées sur des sabots porteurs fixés en tête des poteaux. Pour l'un des modules de la structure porteuse S, on a illustré des poutrelles métalliques 5 de type conventionnel, fréquemment dénommées poutres "JOIST CANAM" par les spécialistes, ces poutrelles métalliques entretoisant deux poutres horizontales de longue portée 10. Ainsi, un module ou maille de la structure porteuse S est ici constitué par quatre poteaux verticaux de support 1, deux poutres horizontales de longue portée 2 de type traditionnel, et deux poutres horizontales de longue portée 10 qui sont en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement, avec une série de poutrelles métalliques 5 entretoisant les deux poutres 10 précitées. A titre indicatif, l'agencement de l'invention permet de réaliser des structures porteuses modulaires de très grandes dimensions, à module unitaire pouvant avoir 24 mètres de large sur 36 mètres de long, la hauteur étant donnée par la hauteur des poteaux verticaux 1 qui sera par exemple de 10 jusqu'à 15 mètres. Le contreventement est assuré d'une part par l'encastrement des poteaux verticaux en béton 1, et d'autre part au moyen de poutres à plat 5.1 intercalées entre deux poutrelles JOIST CANAM 5 (deux telles poutres sont illustrées sur la figure 1) et deux câbles 5.2 en croix tendus par des ridoirs 5.3.

[0026] Les poutres horizontales de longue portée 2 et 10 sont en lamellé-collé, mais ne sont pas réalisées conformément à un même agencement.

[0027] En effet, les poutres transversales 2 sont de type traditionnel, en étant constituées par un bloc unitaire en lamellé-collé de section rectangulaire, avec une hauteur de 1 mètre à 1,2 mètre et une largeur de l'ordre de 0,2 mètre. Les extrémités des poutres 2 sont encastées sur des sabots métalliques 40 que l'on distingue mieux sur la figure 2. Ces sabots métalliques 40 sont

de type traditionnel, et sont vissés en tête des poteaux 1 concernés.

[0028] Au contraire, les poutres horizontales de longue portée 10, qui sont en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement 12, ont une structure du type poutre-caisson qui va être décrite plus en détail en référence aux figures 2 à 9.

[0029] Comme cela est mieux visible sur les figures 6 à 8, la poutre horizontale de longue portée 10 qui est en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement 12 est constituée par deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 en lamellé-collé, qui sont reliés entre eux par des entretoises délimitant un espace central 19. En l'espèce, les entretoises reliant les deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 de la poutre horizontale 10 sont réalisés sous la forme d'une fourrure haute 17 et d'une fourrure basse 18 s'étendant dans la direction longitudinale de la poutre. De préférence alors, les fourrures haute et basse 17, 18 sont en bois, et elles sont reliées par collage aux tympans adjacents 16.1, 16.2.

[0030] On constate ainsi que la réalisation sous la forme de deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 raccordés par ses fourrures haute et basse constitue des véritables poutres-caissons en bois dont la hauteur pourra couramment atteindre 1,40 mètre, avec une largeur de l'ordre de 0,45 mètre, pour une poutre de 36 mètres de portée.

[0031] Dans l'espace central 19 ainsi délimité, passe librement un câble passif 20 qui est accroché à ses deux extrémités sur les poteaux correspondants 1. Comme la poutre de longue portée 10 peut avoir une longueur atteignant aisément 36 mètres, on pourra prévoir de réaliser le câble passif 20 non pas en un tronçon unique, mais en un ensemble de plusieurs tronçons raboutés entre eux par des coupleurs (non représentés) réalisés sous la forme de manchons, ainsi que cela est classique dans le domaine de la construction, en particulier pour des ouvrages tels que des ponts haubannés. La fonction de ce câble passif 20 sera exposée plus en détail par la suite.

[0032] Pour l'ancrage des extrémités de chaque câble passif 20, lequel câble présente un diamètre de l'ordre de 70 millimètres par exemple, les têtes des poteaux 1 seront aménagées en conséquence. En l'espèce, comme cela est mieux visible sur les figures 3 et 4, le câble passif 20 qui est logé entre les deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 présente une tête élargie 26 à chacune de ses extrémités, laquelle tête s'étend au-delà des facettes terminales desdits tympans. Les poteaux 1 étant ici réalisés en béton, on a prévu une boîte d'encastrement notée 30 qui est ménagée en tête de poteau. Cette boîte d'encastrement 30 est ainsi scellée en partie haute du poteau, avec une âme métallique à section en H 35 qui s'étend verticalement, et un espace creux 31 débouchant supérieurement. L'espace 31 communique avec deux espaces latéraux définis par des goulottes de passage 32 dans lesquelles passent les extrémités du câble 20. Une cale d'appui à face inclinée 33 est prévue pour

l'appui des têtes élargies 26 de chaque câble passif 20, chaque cale d'appui 33 étant elle-même en appui contre les parois de la boîte d'encastrement 30 qui sont adjacentes à l'espace délimité par les goulottes 32.

[0033] Bien que cela ne soit pas représenté ici, on pourra naturellement prévoir en variante des poteaux verticaux réalisés en métal, auquel cas, pour l'ancrage des têtes élargies 26 des câbles passifs 20, on prévoira des plaques d'appui fixées en tête des poteaux.

[0034] Comme cela est visible sur les figures 5, 6, 8, le câble passif 20 agencé entre les deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 d'une poutre horizontale de longue portée 10 passe sous des goujons transversaux 25 qui relient lesdits tympans. Ces goujons 25 sont positionnés longitudinalement selon une courbe d'implantation prédéterminée pour former des appuis ponctuels pour le câble 20 lorsque ledit câble se tend. La courbe d'implantation prédéterminée pourra être réalisée sensiblement selon un arc de cercle ou un arc de chaînette. Comme cela est visible sur la figure 8, chacun de ces goujons est ici réalisé sous la forme d'un boulon qui traverse les deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2, et qui est fixé au moyen d'un écrou fileté sur son extrémité libre.

[0035] Comme cela est mieux visible sur la figure 4, les deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 se terminent par des facettes d'extrémité respectivement 27.1, 27.2, essentiellement verticales, qui sont au voisinage direct des poteaux correspondants 1. Dans la pratique, on prévoira un léger jeu de fonctionnement, par exemple de l'ordre de quelques centimètres, dans la mesure où un appui terminal des poutres horizontales de longue portée serait bien entendu indésirable, car cela engendrerait un facteur hyperstatique. On notera en l'espèce la présence d'équerres de sécurité 34.1, 34.2, qui sont vissées sur le poteau vertical de support 1, chaque équerre s'étendant verticalement en bordant les facettes latérales des tympans juxtaposés 16.1, 16.2. Ces équerres sont des éléments de sécurité anti-déversement, c'est-à-dire permettant d'éviter tout mouvement de déversement de la poutre-caisson autour de son câble passif.

[0036] Ainsi que cela a été dit plus haut, l'appui de la poutre caisson 10 sur ses bielles obliques d'arc-boutement 12 est assuré par des plaques d'extrémité 21 qui sont agencées entre les tympans juxtaposés 16.1, 16.2 et rigidement solidaires de ceux-ci. Ces plaques d'extrémité 21 sont ainsi agencées entre les deux tympans juxtaposés 16.1, 16.2 pour l'appui sur les bielles obliques d'arc-boutement concernées 12, et elles sont solidarisées auxdits tympans par des boulons traversants 24. En l'espèce, les plaques d'extrémité 21, ou plaques de répartition, sont complètement intégrées dans l'espace central 19 de la poutre-caisson.

[0037] Ces plaques d'extrémité 21 sont de préférence en acier, et elles se terminent, du côté des bielles correspondantes 12, par deux facettes d'appui dont l'une est horizontale et l'autre verticale. L'extrémité notée 22 de la plaque d'extrémité 21 qui est concernée par l'appui sur la bielle oblique 12 est mieux visible sur la vue à

grande échelle de la figure 9. Cette vue permet de distinguer les facettes d'appui 22.1, 22.2 qui sont orthogonales, la facette 22.1 étant essentiellement horizontale et la facette 22.2 essentiellement verticale. On distingue également l'ensemble des boulons traversants 24 qui sont ici au nombre de vingt-et-un. L'autre extrémité notée 23 de la plaque d'extrémité 21 présente supérieurement un dégagement associé au passage du câble passif 20.

[0038] On notera que la plaque d'extrémité 21 s'étend dans une direction qui correspond sensiblement à l'inclinaison de la bielle oblique d'arc-boutement 12, laquelle inclinaison est par exemple de l'ordre de 20° par rapport à l'horizontale.

[0039] La figure 9 permet aussi de constater que la bielle oblique d'arc-boutement 12 présente supérieurement une tête bilobée 15, avec un lobe inférieur 15.1 pour l'appui horizontal et un lobe supérieur 15.2 pour l'appui vertical, ces deux lobes étant séparés par une encoche plus profonde 15.3 visant à éviter tout appui au niveau de l'arête d'extrémité de la plaque 21. Il est à noter que la bielle oblique d'arc-boutement 12 présente ici un amincissement au niveau de la tête bilobée 15, de sorte que ladite tête peut passer entre les tympans juxtaposés 16.1, 16.2 formant la poutre-caisson 10. Ceci permet la pénétration de la tête bilobée 15 dans l'espace central 19 de la poutre-caisson, de sorte que la zone d'appui sur la bielle oblique 12 est parfaitement protégée. En l'espèce, on notera que le lobe inférieur 15.1 est réalisé en vue d'un contact essentiellement ponctuel avec la facette horizontale 22.1 de la plaque 21, tandis que le lobe supérieur 15.2 est réalisé pour un appui vertical surfacique de la facette verticale 22.2 de ladite plaque d'extrémité 21.

[0040] Chaque bielle oblique d'arc-boutement 12 sera de préférence réalisée en acier, sous la forme d'un élément plat s'étendant dans un plan vertical.

[0041] Ainsi que cela est mieux visible sur la figure 5, chaque bielle oblique d'arc-boutement 12 présente inférieurement un pied cylindrique 13 qui est reçu dans un sabot associé 14 fixé au poteau correspondant 1. Le sabot 14 présente à cet effet un berceau cylindrique 14.1 d'axe horizontal. Ceci permet l'articulation de la bielle 12 autour d'un axe horizontal solidaire du poteau vertical de support 1. Subsidiativement, le sabot 14 présente une facette externe 14.2 inclinée, laquelle facette n'est pas contactée par les facettes adjacentes de l'extrémité de la bielle oblique 12 afin d'autoriser un certain débattement angulaire de ladite bielle autour de son axe horizontal inférieur.

[0042] On pourra d'ailleurs prévoir que les bielles obliques d'arc-boutement 12 sont revêtues d'un matériau anti-corrosion et/ou anti-feu, pour une protection optimale.

[0043] Sur la figure 5, on a en outre, pour la partie droite, illustré des moyens provisoires d'aide au montage.

[0044] On distingue en effet une structure provisoire

d'appui 100 qui est réalisée sous la forme d'un palonnier métallique. Ce palonnier 100 comporte une poutre horizontale 101 fixée au poteau 1 par une plaque 102, la direction de ladite poutre qui s'étend dans un plan vertical étant contrôlée par un ensemble supérieur en Y 107. Deux poutrelles verticales 103, 104 permettent une fixation de la bielle 12 au niveau de leur extrémité libre en des points 105, 106 qui sont parfaitement cotés, de façon à afficher un angle prédéterminé, par exemple 20°, par rapport à l'horizontale. Le palonnier métallique 100 est ainsi fixé en position sur le poteau vertical 1, contre la bielle oblique 12 qui est en cours de montage. Dans ce cas, il suffit de fixer la bielle 12 au niveau des points 105, 106 pour que l'inclinaison de celle-ci soit parfaitement correcte. On dispose alors l'extrémité de la poutre-caisson 10 de façon à réaliser l'appui au niveau de la tête bilobée 15 de la bielle oblique 12. Un tel palonnier métallique 100 permet ainsi une installation rapide et simple, et en toute sécurité, des poutres-caissons. De préférence, on prévoira de laisser les palonniers en place jusqu'à la fixation définitive de l'ensemble des poutrelles métalliques entretoisant les poutres-caissons.

[0045] Ainsi, les éléments métalliques de jonction installés à l'intérieur de la poutre-caisson lors de sa fabrication sont constitués par le câble passif en acier 20, et les deux plaques d'extrémité 21. Du fait de la légère déformation de la verticalité des poteaux sous efforts, et du fléchissement de la poutre-caisson sur ses appuis, le câble passif 20 se tend progressivement, et tire alors la poutre-caisson vers le haut. Cette tension exercée sur le câble passif 20 a pour effet de relever, en le tendant légèrement, ledit câble jusqu'au contact avec les goujons transversaux d'appui 25. Les deux plaques d'extrémité 21, également en acier, sont quant à elles destinées à recevoir la tête des bielles 12 et à transmettre les efforts de compression dans l'ensemble des fibres constituant les lattes de bois formant la structure en lamellé-collé.

[0046] Les poutres transversales 2, également en lamellé-collé, ont pour effet de contreventer latéralement chaque module de la structure porteuse et d'assurer la continuité des assemblages. On pourrait naturellement en variante utiliser, à la place des poutres traditionnelles en lamellé-collé, des poutres-caissons analogues aux poutres 10, mais on aboutirait alors à une superstructure beaucoup plus onéreuse.

[0047] Les poutrelles métalliques 5 du type JOIST CANAM présentent un encombrement variable au faîtage, et minimum en pied afin d'assurer une pente de renvoi des eaux pluviales vers les poutres-caissons qui sont elles-mêmes légèrement variables au faîtage, ainsi que cela est classique dans le domaine. Chaque poutrelle métallique 5 est alors fixée en tête sur un des tympans de la poutre-caisson par un tire-fond approprié. L'écartement entre chaque poutrelle 5 sera variable en fonction de l'épaisseur du bac de couverture que l'on souhaite utiliser en couverture.

[0048] Ainsi, l'agencement de la structure porteuse selon l'invention se caractérise par la notion de mobilisation des forces en extrémité des poutres horizontales fixées non plus en encastrement sur les poteaux, ni par des articulations passives, mais par des articulations actives qui reportent en compression dans les poutres les charges et les surcharges appliquées dans le plan horizontal ainsi créé, et ceci grâce à l'utilisation d'éléments métalliques. Ainsi, au lieu de lutter contre le poids, celui-ci est utilisé pour renforcer l'énergie dépensée usuellement en déformation des encastresments de fixation des poutres sur les poteaux, jusqu'à obtention de l'équilibre final de l'élément horizontal. Cette énergie potentielle des forces de pesanteur n'est donc pas utilisée en déformation d'encastrement ou de flexion des poutres, mais en compression, grâce aux bielles articulées agencées à chaque extrémité des poutres, et au câble passif intégré à chaque poutre-caisson et fixé en tête de poteau.

[0049] La performance économique d'un tel agencement réside entre autres dans l'équilibre entre le dimensionnement du plan horizontal et celui du plan vertical, sachant que dans tous les cas de figure la réaction du sol reste un paramètre important dans le coût global d'une superstructure.

[0050] Pour le montage de chaque poutre-caisson, on commencera par réaliser les perçages sur un tympan posé à plat, puis on positionnera les fourrures et deux plaques d'extrémité collées sur la face supérieure du tympan. Une fois le deuxième tympan alors rapporté, on redressera l'ensemble ainsi constitué afin de positionner les différents goujons, d'une part les goujons associés à l'appui du câble passif, et d'autre part les goujons de fixation des plaques d'extrémité. Tous ces différents goujons seront naturellement serrés à la clé dynamométrique afin d'éviter un fissurage indésirable du bois.

[0051] Il est important de noter que tous les éléments critiques de la structure sont parfaitement protégés : il en est ainsi du câble passif, des plaques d'extrémité avec leurs zones d'appui sur les têtes de bielle, et aussi des bielles obliques de contreventement dans la mesure où celles-ci sont revêtues d'une couche de vernis anti-corrosion et/ou anti-feu.

[0052] Dans tous les modes de réalisation précédemment décrits, la surface inférieure, ou d'intrados, des deux tympans juxtaposés d'une poutre de longue portée était essentiellement plane, c'est-à-dire à profil rectiligne.

[0053] Il est cependant possible de prévoir en variante que ces deux tympans juxtaposés présentent une surface d'intrados incurvée en vue de former une contre-flèche.

[0054] Une telle variante est illustrée aux figures 10 et 11.

[0055] Sur ces figures, on a repris les mêmes références qu'aux figures 6 et 7.

[0056] On constate en effet que la surface d'intrados,

notée 28 est incurvée, de sorte que la poutre de longue portée 10 présente une contre-flèche (c) qui est maximale à mi-longueur de la poutre. En particulier, on pourra prévoir que la contre-flèche maximale (c) est donnée par la relation $c = 0,013 \times (\frac{1}{2} L)$, où L est la longueur de la poutre 10. Ceci correspond alors à une contre-flèche de 1,3 %. Dans le cas particulier d'une poutre de 36 mètres de longueur, cette valeur maximale de la contre-flèche est de 0,234 mètre.

[0057] La présence d'une telle contre-flèche permet de mieux maîtriser les efforts des moments fléchissants, et aussi de favoriser les écoulements des eaux en toiture grâce à la déclivité ainsi formée qui guide les eaux de pluie en direction des extrémités des poutres de longue portée.

[0058] La formule précitée $c = 0,013 \times (\frac{1}{2} L)$ correspond à une optimisation du bras de levier quelle que soit la longueur de la poutre de longue portée reposant sur ses appuis articulés.

[0059] L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, mais englobe au contraire toute variante reprenant, avec des moyens équivalents, les caractéristiques essentielles énoncées plus haut.

Revendications

1. Structure porteuse modulaire, comportant une pluralité de poteaux verticaux de support (1) reliés entre eux par des poutres horizontales de longue portée (2, 10), certaines au moins de ces poutres (10) étant en appui, au voisinage de leurs extrémités (11), sur des bielles obliques d'arc-boutement (12) qui sont articulées inférieurement sur les poteaux (1) correspondants, **caractérisée en ce que** les poutres horizontales de longue portée (10) qui sont en appui sur des bielles obliques d'arc-boutement (12) sont constituées par deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) en lamellé-collé reliés entre eux par des entretoises (17, 18), lesdites entretoises délimitant un espace central (19) dans lequel passe librement un câble passif (20) qui est accroché à ses deux extrémités sur les poteaux correspondants (1), l'appui sur lesdites bielles obliques d'arc-boutement (12) étant assuré par des plaques d'extrémité (21) agencées entre les tympans juxtaposés (16.1, 16.2) et rigidement solidaires de ceux-ci.
2. Structure porteuse selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les entretoises reliant les deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) d'une poutre horizontale de longue portée (10) sont réalisées sous la forme d'une fourrure haute (17) et d'une fourrure basse (18) s'étendant dans la direction longitudinale de ladite poutre.
3. Structure porteuse selon la revendication 2, **carac-**

térisée en ce que les fourrures haute et basse (17, 18) sont en bois, et sont reliées par collage aux tympans adjacents (16.1, 16.2).

- 5 4. Structure porteuse selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** le câble passif (20) agencé entre les deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) d'une poutre horizontale de longue portée (10) présente une tête élargie (26) à chacune de ses deux extrémités, chaque tête élargie (26) étant reçue dans une boîte d'encastrement (30) ménagée en tête de poteau ou étant en appui contre une plaque fixée en tête de poteau.
- 10 5. Structure porteuse selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** le câble passif (20) agencé entre les deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) d'une poutre horizontale de longue portée (10) passe sous des goujons transversaux (25) reliant lesdits tympans, lesdits goujons (25) étant positionnés suivant une courbe d'implantation prédéterminée pour former des appuis ponctuels pour le câble (20) lorsque ledit câble se tend.
- 15 6. Structure porteuse selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** les deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) se terminent par des facettes d'extrémité (27.1, 27.2) qui sont au voisinage direct des poteaux correspondants (1), lesdits poteaux étant de préférence équipés d'équerres de sécurité (34.1, 34.2) anti-déversement.
- 20 7. Structure porteuse selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** les plaques d'extrémité (21) agencées entre les deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) pour l'appui sur les bielles obliques d'arc-boutement (12) concernées sont solidarisées auxdits tympans par des boulons traversants (24).
- 25 8. Structure porteuse selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** les plaques d'extrémité (21) sont en acier, et elles se terminent, du côté des bielles correspondantes (12), par deux facettes d'appui (22.1, 22.2) dont l'une est horizontale et l'autre verticale.
- 30 9. Structure porteuse selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** les bielles obliques d'arc-boutement (12) présentent supérieurement une tête bilobée (15), avec un lobe inférieur (15.1) pour l'appui horizontal et un lobe supérieur (15.2) pour l'appui vertical.
- 35 10. Structure porteuse selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** les bielles obliques d'arc-boutement (12) présentent un amincissement au niveau de la tête bilobée (15), de façon que ladite tête
- 40
- 45
- 50
- 55

passee entre les tympans juxtaposés (16.1, 16.2), la zone d'appui étant alors dans l'espace central (19) délimitée par lesdits tympans.

11. Structure porteuse selon la revendication 9 ou la revendication 10, **caractérisée en ce que** les bielles obliques d'arc-boutement (12) présentent un pied cylindrique (13) qui est reçu dans un sabot associé (14) fixé au poteau correspondant (1), ledit sabot présentant à cet effet un berceau cylindrique (14.1) d'axe horizontal. 5 10
12. Structure porteuse selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisée en ce que** les bielles obliques d'arc-boutement (12) sont réalisées en acier, sous la forme d'un élément plat s'étendant dans un plan vertical. 15
13. Structure porteuse selon l'une des revendications 9 à 12, **caractérisée en ce que** les bielles obliques d'arc-boutement (12) sont revêtues d'un matériau anti-corrosion et/ou anti-feu. 20
14. Structure porteuse selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** les deux tympans juxtaposés (16.1, 16.2) d'une poutre horizontale de longue portée (10) présentent une surface d'intrados (28) qui est incurvée, de façon que ladite poutre présente une contre-flèche (c) qui est maximale à mi-longueur de la poutre. 25 30
15. Structure porteuse selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** la contre-flèche maximale (c) est donnée par la relation $c = 0,013 \times (\frac{1}{2} L)$, où L est la longueur de la poutre de longue portée (10). 35

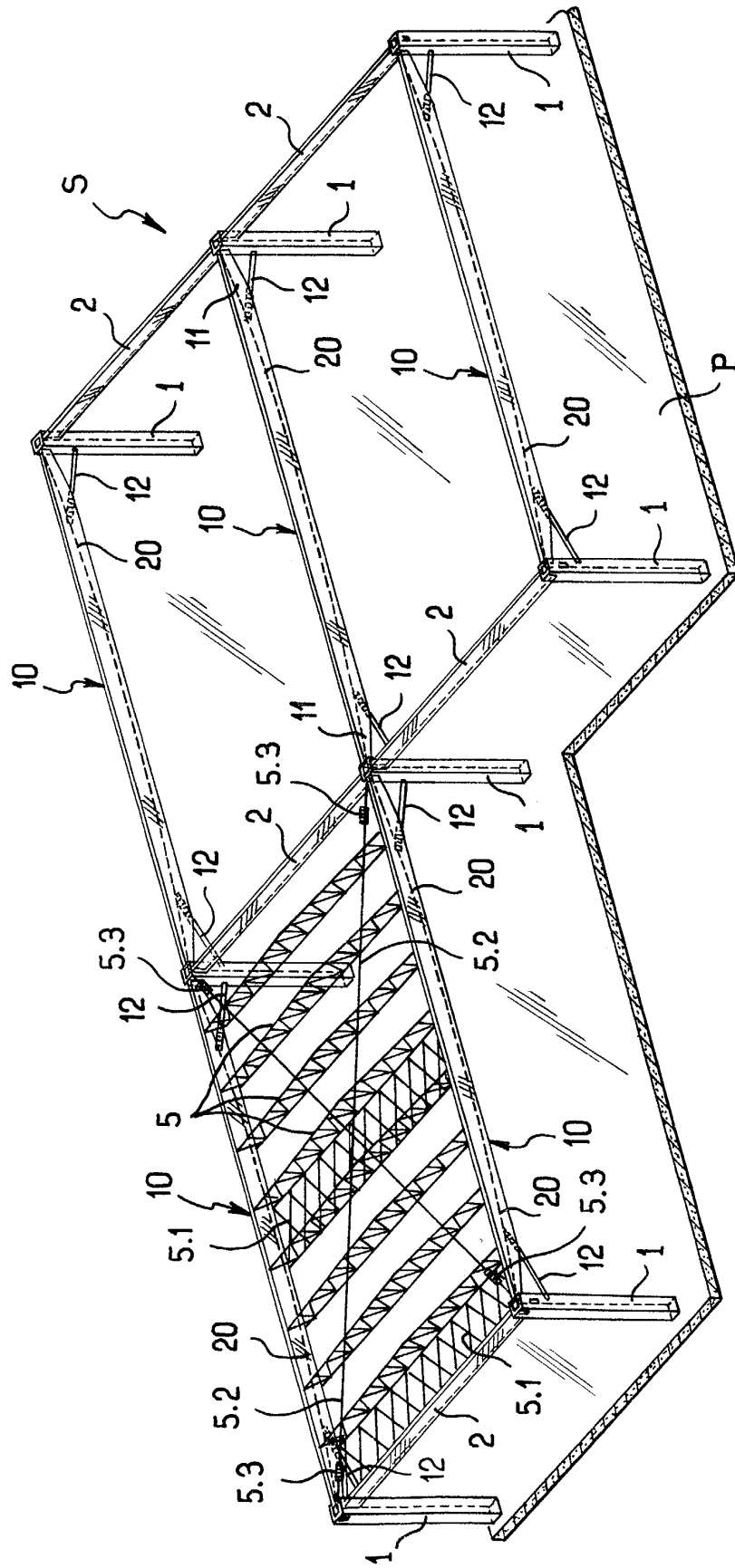
40

45

50

55

FIG. 1



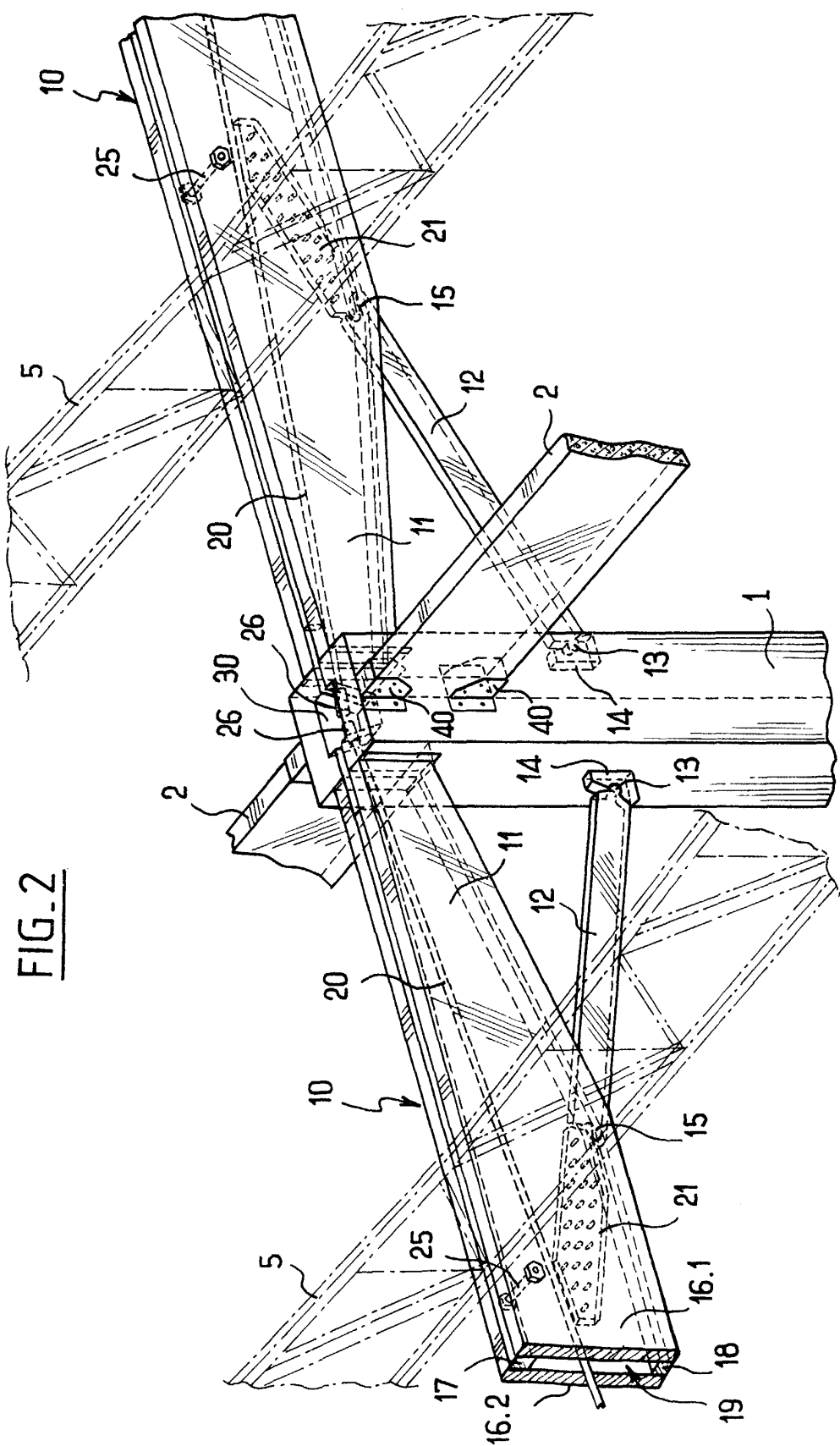


FIG. 2

FIG. 3

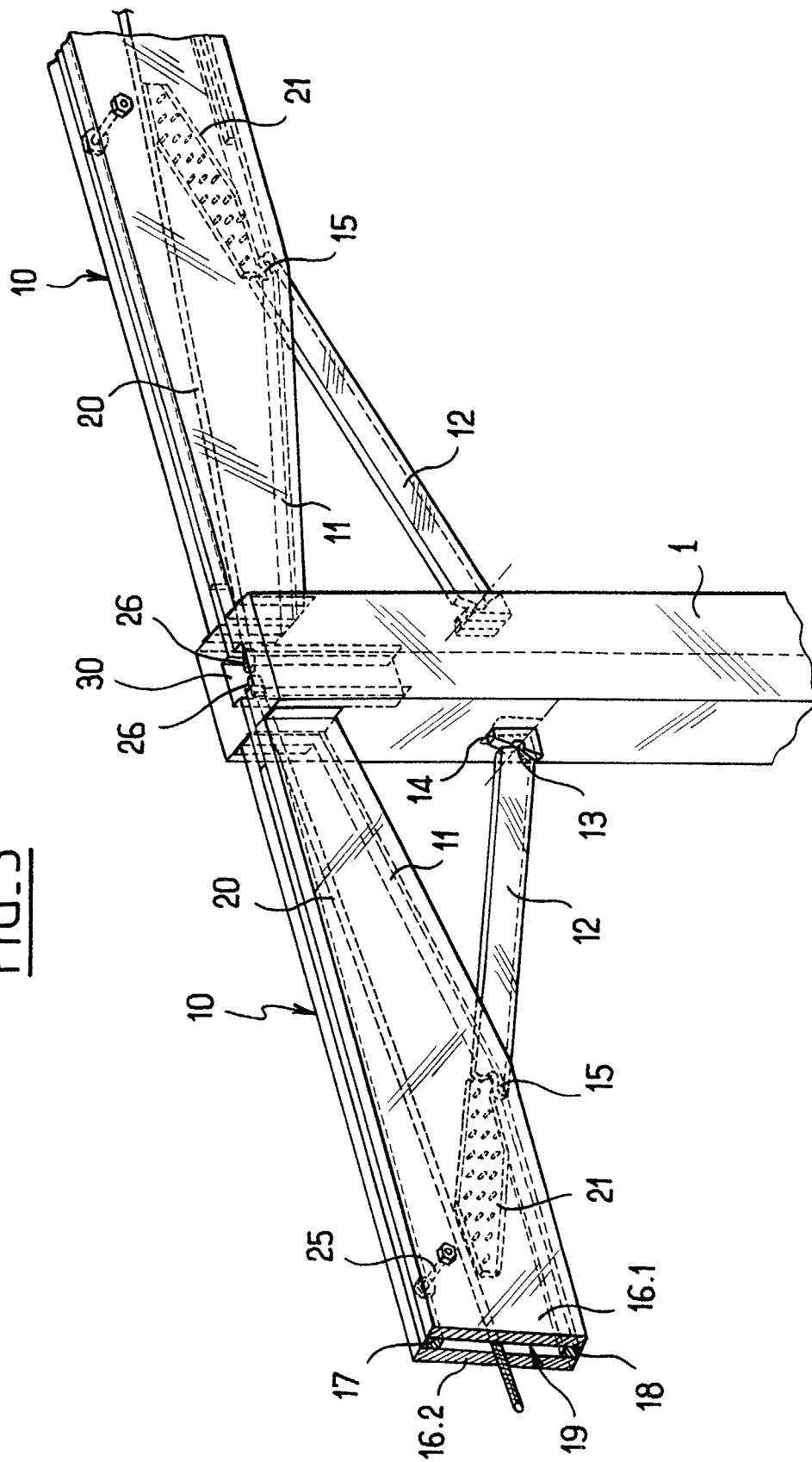
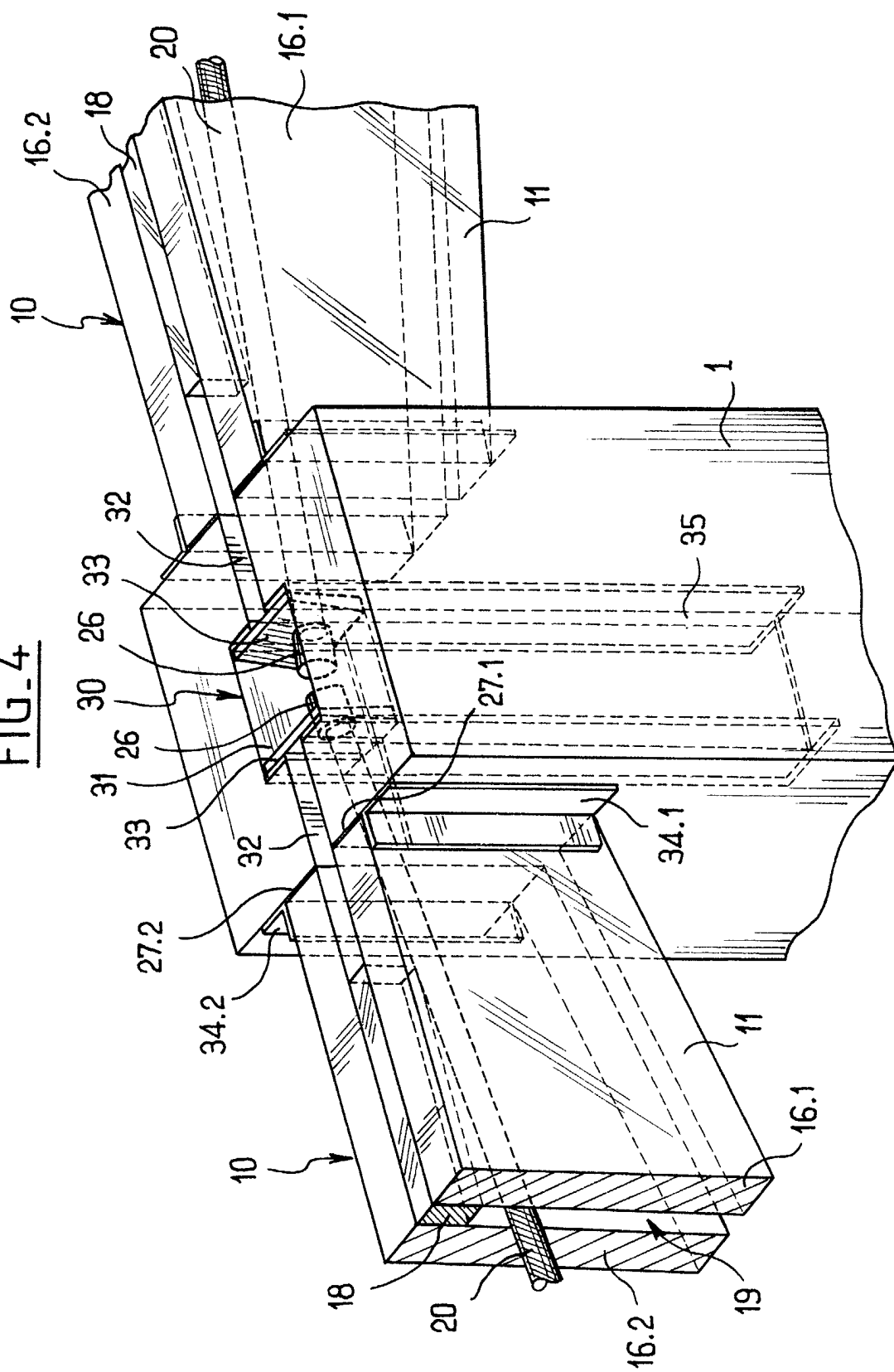
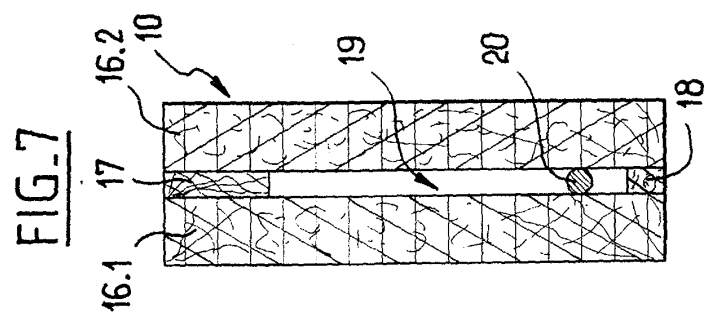
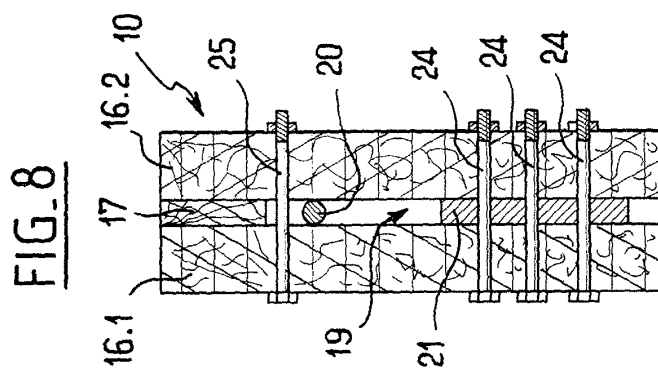
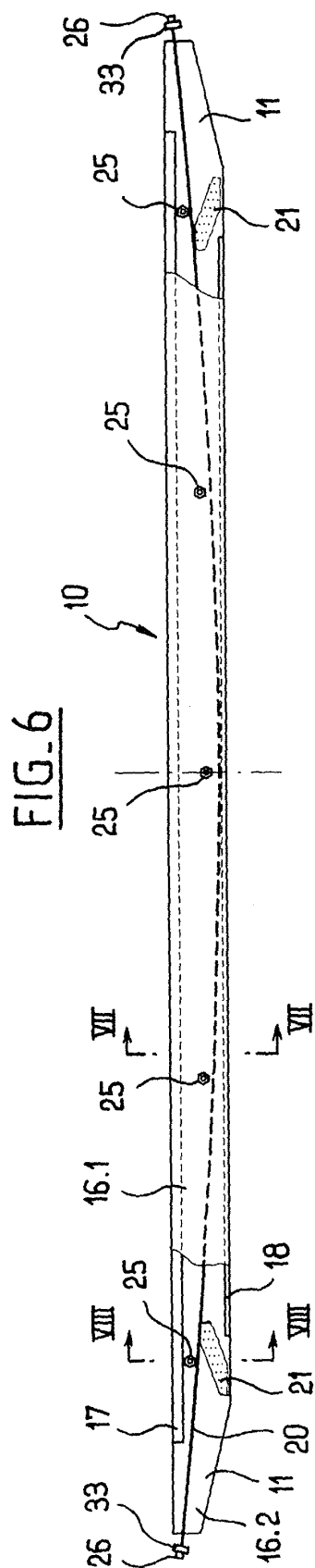
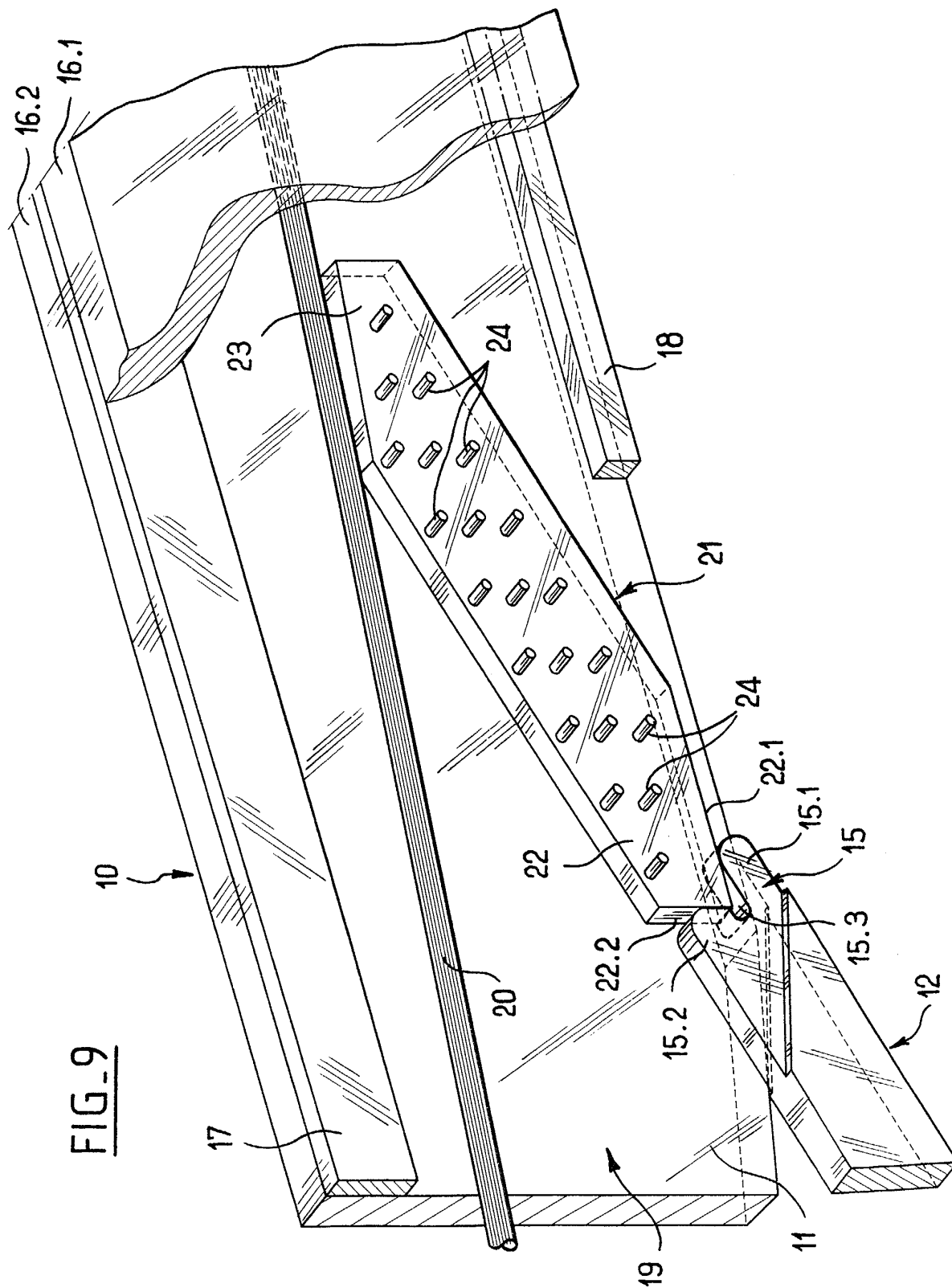
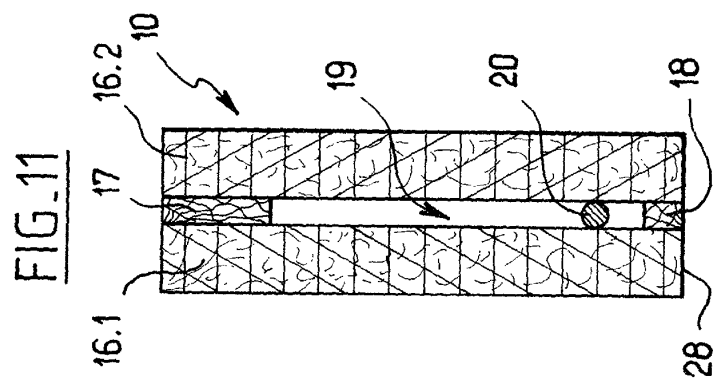
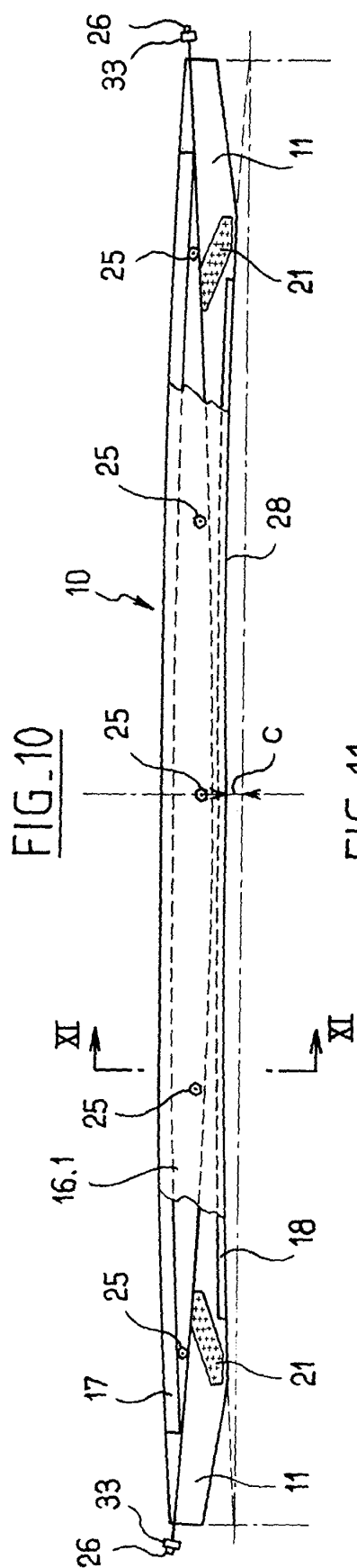


FIG. 4











Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 29 2662

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	BE 516 495 A (LEEMANS) * le document en entier * ---	1	E04B1/36
A,D	FR 2 611 781 A (IRIGOYEN ET AL.) 9 septembre 1988 (1988-09-09) * le document en entier * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			E04B E04C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 3 février 2004	Examineur Clasing, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 03 29 2662

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

03-02-2004

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
BE 516495	A	AUCUN	
FR 2611781	A	09-09-1988	
		FR 2611781 A1	09-09-1988
		AT 57553 T	15-11-1990
		AU 604104 B2	06-12-1990
		AU 1362588 A	14-09-1988
		BR 8805635 A	15-08-1989
		CA 1282572 C	09-04-1991
		CN 88101698 A ,B	07-09-1988
		DE 3860800 D1	22-11-1990
		EP 0280621 A1	31-08-1988
		WO 8806214 A1	25-08-1988
		GR 3001337 T3	31-08-1992
		IN 170363 A1	21-03-1992
		RU 2039143 C1	09-07-1995
		US 4876836 A	31-10-1989

EPO FORM P0460

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