



(11) **EP 2 549 028 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**23.01.2013 Bulletin 2013/04**

(51) Int Cl.:  
**E04B 5/18 (2006.01) E04C 3/26 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **12171393.7**

(22) Date de dépôt: **08.06.2012**

(84) Etats contractants désignés:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**

(74) Mandataire: **Lavialle, Bruno François Stéphane et al**  
**Cabinet Boettcher**  
**16, rue Médéric**  
**75017 Paris (FR)**

(30) Priorité: **20.07.2011 FR 1156593**

(71) Demandeur: **Conseil Service Investissement**  
**91300 Massy (FR)**

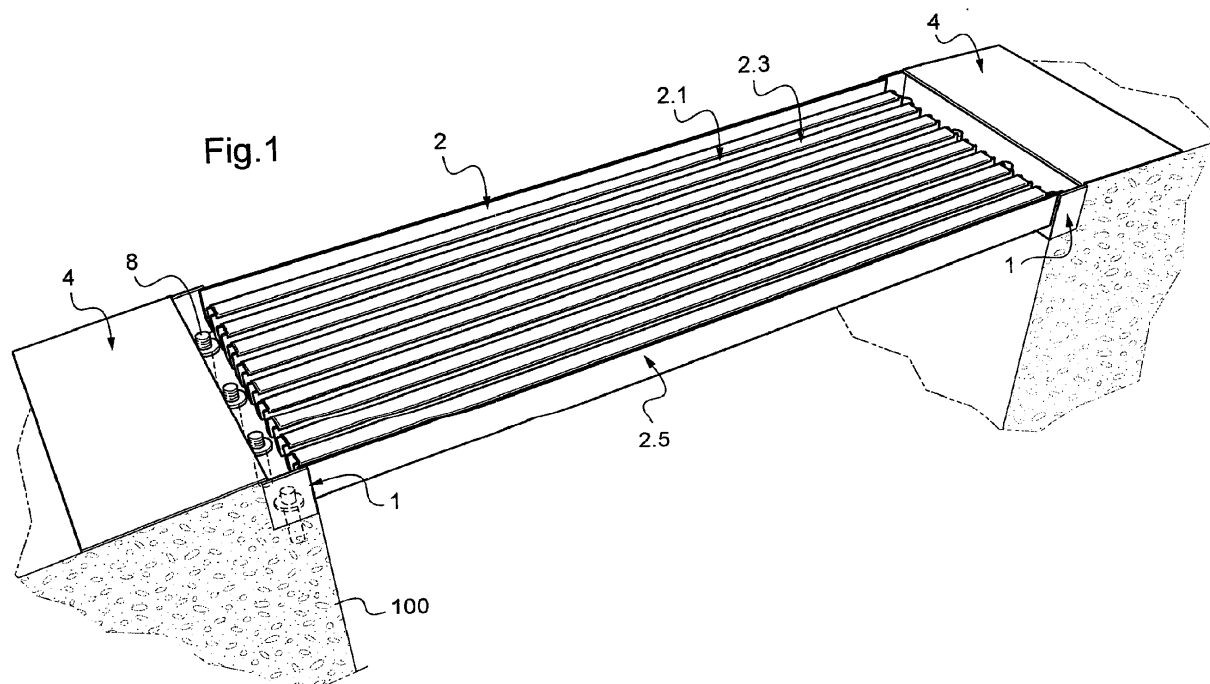
(72) Inventeur: **Brugeaud, Yves**  
**19100 Brive (FR)**

Remarques:

Une requête en rectification de la description a été présentée conformément à la règle 139 CBE. Il sera statué sur cette requête au cours de la procédure engagée devant la division d'examen (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-V, 3.).

(54) **Procédé de réalisation d'un ouvrage soutenu et ensemble de coffrages pour sa mise en ?uvre**

(57) L'invention concerne également les coffrages perdus (1 ; 2.1 ; 2.3 ; 2.5) utiles à la mise en oeuvre d'un tel procédé.



## Description

**[0001]** La présente invention concerne un procédé de construction d'ouvrages soutenus en béton. Le procédé de l'invention a notamment pour objet la construction de ponts, passerelles et planchers de bâtiments. L'invention concerne également un ensemble de coffrages pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

**[0002]** Un ouvrage soutenu est une réalisation sensiblement plane en béton ayant des extrémités reposant sur des appuis. L'ouvrage représentatif de ce type de construction est un plancher de bâtiment ou un tablier de pont ou de passerelle.

**[0003]** On connaît deux modes principaux de construction de ponts à structure béton : le coffrage et coulage sur site et la préfabrication en usine suivie d'un assemblage sur site. Le choix du mode de construction est déterminé en considérant les exigences spécifiques du chantier qui peuvent être de nature technique (sujétions de réalisation : accessibilité, conditions météorologiques), économique (coût des opérations), structurelles (compétences/ressources disponibles).

**[0004]** Les ponts à structure béton comprennent généralement des éléments de ferrailage formant des armatures destinées à reprendre les efforts en traction, cisaillement et en flexion.

**[0005]** Le coffrage des éléments en béton consiste en la réalisation de « moules » à la forme de l'élément souhaité. Ils sont réalisés à partir de matériaux spécifiques notamment capables de supporter le comportement exothermique du béton lors de sa prise, et reçoivent les ferrillages destinés à renforcer les éléments en béton.

**[0006]** Une précaution particulière doit être apportée dans leur réalisation et leur montage car :

- les coffrages doivent être rigoureusement étanches ;
- ils doivent être capables de reprendre les charges de coulage (poids du béton et pression d'injection) sans se déformer afin de respecter la géométrie de l'ouvrage fini ;
- les ferrillages doivent comprendre un enrobage minimum de béton afin d'être préservés de la corrosion. Ainsi il est nécessaire de disposer des cales entre les fers des armatures et le coffrage afin de réaliser l'épaisseur d'enrobage requise (exceptionnellement inférieure à 2 cm).

**[0007]** Ces coffrages sont montés sur site à l'exacte implantation de l'élément dont ils définissent les contours. Les panneaux verticaux sont fréquemment traversés de profilés métalliques cylindriques reliant les éléments se faisant face et passant dans des fourrures, souvent en matière plastique, afin d'éviter leur scellement lors de la prise du béton. Ces profilés sont destinés à reprendre la pression exercée sur les parois verticales par le béton. Une fois montés, réglés et leur géométrie contrôlée, les coffrages sont remplis de béton et éven-

tuellement vibrés. A l'issue d'une période de prise de plusieurs jours, les coffrages sont soigneusement déposés et les éléments en béton ainsi obtenus sont vérifiés. C'est alors que peuvent être constatées les caractéristiques suivantes : recouvrement de la totalité du ferrailage par le béton, intégrité du revêtement, bullage, aspect du béton fini. Les trous de passage des fourrures sont alors rebouchés.

**[0008]** On distingue essentiellement 3 types de coffrages :

- coffrage à usage unique (tubes de cartons, planches de bois) ;
- coffrage réutilisable (lors de la réalisation de plusieurs éléments identiques comme des piles de pont architecturaux ou des panneaux de béton ouvragés) ;
- coffrage modulaire (essentiellement utilisé pour la réalisation d'éléments droits ou plans) comportant des éléments assemblables composés d'une structure métallique sur laquelle sont fixés des peaux de coffrage métalliques destinées à être en contact avec le béton.

**[0009]** Les avantages de ces solutions résident dans le fait que les éléments étant coulés sur place, aucun transport de grand poids/grande longueur n'est nécessaire. Un tablier de 12 mètres par 4 mètres, qui correspond à un tablier de pont de circulation routière à 2 voies, peut être coulé par l'approvisionnement continu de toupies et ainsi ne nécessite que des transports dont la charge unitaire permet le passage sur tout type de route ou pont, sans autorisation administrative préalable ou escorte particulière.

**[0010]** Ce type de réalisation nécessite cependant l'intervention de coffreurs qui sont des ouvriers et techniciens hautement qualifiés formant une main d'oeuvre rare et coûteuse. Des moyens de manutention permettant de mettre à poste les matériels de coffrages sont requis, ces moyens sont également nécessaires lors de la dépose des coffrages, une fois le béton pris. La conformité de l'enrobage des fers ne se découvre qu'à l'usage ou par contrôle non destructif. Ces coffrages sont chers : ils représentent environ 40 à 60% du prix du béton armé et l'utilisation de coffrages réutilisables augmente le poids de ceux-ci et impacte donc les moyens de manutention. La phase de dépose des coffrages pénalise le planning. Le parement à obtenir (aspect du béton fini) nécessite beaucoup de soin lors de la mise en place du coffrage, spécialement pour les rendus architecturaux. Les structures comportent les traces de rebouchage des trous de fourrures qui demeurent visibles, inesthétiques et peuvent être source de défaut d'étanchéité (ouvrages fluviaux). Un décoffrage correct oblige à l'application de produits décoffrants toxiques préalablement aux opérations de bétonnage, ce qui pose notamment des difficultés pour les ouvrages fluviaux. La réutilisation de coffrages sur un même ouvrage, afin d'en réduire l'impact fi-

nancier, oblige à un phasage des travaux qui pèse lourdement sur le planning. Parfois, la configuration même des lieux exclut le recours à des coffrages pour des raisons d'encombrement des pieds de banches ou d'environnement.

**[0011]** La préfabrication consiste à diviser l'ouvrage en sous-éléments, fabriquer ces derniers en usine et les acheminer sur site où ils seront assemblés pour reconstituer ainsi l'ouvrage final. Les sous-éléments disposent de systèmes permettant leur solidarisation. Il s'agit, habituellement, d'armatures disposées en saillie des sous-éléments préfabriqués et destinées à être noyées dans un béton de jonction. Les sous éléments sont usuellement réalisés dans des usines spécialisées mettant en oeuvre des coffrages réutilisables dans des conditions environnementales maîtrisées avec des quantités de béton moins importantes. La faculté de couler l'élément dans une position qui n'est pas nécessairement celle qu'il occupera dans l'ouvrage permet en outre de mieux maîtriser les divers paramètres de bétonnage. Ceci résout les problèmes de disponibilité des compétences sur site, raccourcit les délais d'intervention sur site en supprimant les temps de coffrage et décoffrage, et les contraintes d'amenée de béton sur site. Cependant, la préfabrication, pour être économique, oblige à la réalisation, au transport et à la manutention d'éléments massifs. Il en résultent des coûts élevés de transports (transports exceptionnels grandes dimensions/grandes charges) et de manutention (besoin de puissances de levage plus importantes). Il subsiste en outre des parties d'ouvrage qu'il est impossible de préfabriquer, notamment les massifs d'ancrage du tablier, qui solidarisent celui-ci avec les pieux de fondation.

**[0012]** Les ponts à structure métallique peuvent apparaître comme une solution permettant un gain de poids. En effet, l'acier est comparativement plus léger que le béton pour des reprises d'efforts similaires. Ainsi, pour une même reprise de charge par un élément préfabriqué, la masse à manipuler est moindre pour le sous-élément en acier. La structure métallique à réaliser est divisée en sous-éléments. Ces éléments métalliques sont préfabriqués et peints avant d'être acheminés sur site. Ils sont alors mis en place et assemblés, le plus souvent par boulonnage ou soudage. Cependant, l'acier reste une matière première bien plus onéreuse que le béton. L'acier nécessite une protection anti-corrosion coûteuse et une maintenance suivie qui, dans la pratique, est bien souvent négligée.

**[0013]** Des problèmes similaires à ceux précédemment décrits peuvent se poser pour la fabrication des ouvrages soutenus de grandes dimensions dans d'autres applications et notamment dans le bâtiment.

**[0014]** Les passerelles représentent une catégorie particulière de pont soumis à des charges de passage ne comprenant pas de charges routières ou ferroviaires. La circulation s'effectue généralement sur un platelage s'étendant entre deux poutres longitudinales. Ce platelage est fréquemment constitué d'éléments transversaux

en bois ou en métal espacés les uns des autres afin de pouvoir évacuer l'eau de pluie et de proposer une perception agréable du vide sous la passerelle. De tels platelages présentent cependant plusieurs inconvénients :

- au contact de l'eau, ceux-ci deviennent glissants et nécessitent donc l'application de revêtement antidérapant par collage ou réalisation d'aspérités ;
- les platelages en bois grisent avec le temps et sont l'objet de déformations (vrillage, flambement, flèche) provoquées par les changements d'hygrométrie, l'exposition aux UV, l'alternance des cycles de gel/dégel et l'utilisation des sels de déverglaçage ;
- les platelages métalliques sont moins sensibles aux variations géométriques mais demandent la mise en oeuvre de matériaux coûteux (inox) afin d'assurer une durabilité suffisante.

**[0015]** Un but de l'invention est de proposer un procédé de réalisation d'ouvrages soutenus simple et économique, pouvant être mis en oeuvre par une main d'oeuvre normalement qualifiée et utilisant des moyens de manutention légers.

**[0016]** A cet effet, on prévoit, selon l'invention, un procédé de réalisation d'un ouvrage soutenu reposant localement sur des appuis. Le procédé comprend les étapes de :

- a) installer sur les appuis un coffrage d'appui destiné à recevoir d'une part les extrémités des attentes d'appui et d'autre part des extrémités de coffrages de poutres de structure, chaque coffrage d'appui comportant une série d'encoches destinées à recevoir et entretoiser des poutres de structure,
- b) couler du béton dans les coffrages d'appui pour solidariser les coffrages d'appui et les attentes d'appui,
- c) mettre en place les coffrages de poutres de structure et un ferrailage,

**[0017]** Selon un premier mode de réalisation, le procédé comprend également, à la suite de ces premières étapes, les étapes de :

- d) mettre en place un profilé d'étanchéité entre chaque paire de poutres de structure adjacentes,
- e) couler du béton pour remplir les coffrages les coffrages d'appui, les coffrages de poutres de structure et les profilés d'étanchéité étant des coffrages perdus en BFUP.

**[0018]** Selon un mode de réalisation particulier, les coffrages des poutres de structure comportant, sur au moins une aile, des encoches destinées à recevoir et entretoiser des éléments transversaux, le procédé comprend également à la suite de ces premières étapes, les étapes de :

- d') mettre en place les éléments transversaux;
- e') couler du béton pour remplir les coffrages; les coffrages d'appuis, les coffrages de poutres de structure et les éléments transversaux étant en BFUP ;
- f') poser un chaperon de protection sur la partie supérieure du coffrage de la poutre de structure.

**[0019]** Les coffrages sont des coffrages perdus en béton fibré ultra haute performance (BFUP) dont les caractéristiques mécaniques viennent s'ajouter à celles du béton et du ferrailage pour constituer celles de l'ouvrage fini. Ils sont avantageusement préfabriqués en usine. Ces coffrages sont de préférence autoporteurs dans la mesure où ils ne nécessitent pas de soutènement, leur structure étant alors agencée pour permettre la reprise des efforts dus au ferrailage, et au coulage.

**[0020]** Cette solution présente les avantages suivants :

- les coffrages sont aisément manutentionnables car ils ne représentent que l'enveloppe des poutres dont ils ont la forme. Ainsi les manutentions peuvent être réalisées avec des moyens légers usuels voire manuels ;
- dans le cas particulier des ouvrages soutenus dont la portée est de l'ordre de 12 mètres ou inférieure, tous les éléments sont transportables par des semi-remorques standard, sans besoin d'autorisation ou d'escorte particulière ;
- les coffrages préfabriqués ne nécessitent que peu de compétences pour être mis en place, le système de coffrage pouvant intégrer des dispositions constructives destinées à assurer le positionnement des éléments les uns par rapport aux autres ;
- l'utilisation de coffrages perdus en BFUP élimine la phase de décoffrage et les matériels nécessaires à celle-ci. L'avantage d'une maintenance réduite par rapport à l'emploi de structures métalliques est conservé.

**[0021]** Les coffrages d'appui seront avantageusement pourvus d'un système de lumières et rondelles qui permet d'absorber les tolérances de pose et de verticalité des attentes de la structure de soutènement: pieux d'ancrage ou ferrailage de tête de poteaux ou de maçonnerie.

**[0022]** En fonction des moyens de manutention disponibles, les coffrages en BFUP pourront recevoir, dès leur préfabrication, les ferrailages internes des poutres dont ils définissent les contours. Ces armatures pourront être partiellement solidarisiées par un premier bétonnage limité lors de la préfabrication. Ces armatures pourront être précontraintes, permettant d'éviter la réalisation de ces coûteuses opérations sur le site après montage. Enfin, des torons longitudinaux, précontraints ou non, sont de préférence noyés dans le talon en BFUP des poutres et leur assurent une résistance suffisante pour permettre de reprendre des efforts relativement importants.

**[0023]** L'invention permet alors de réaliser, à moindre

coût, un ouvrage soutenu dont la fabrication ne met en oeuvre aucun transport exceptionnel ni moyen de levage particulier. Les opérations nécessitant une main d'oeuvre qualifiée voire hautement qualifiée (coffrage, précontrainte) sont éliminées du chantier. Le parement de l'ouvrage est maîtrisé, la quantité de béton à amener sur site est réduite, la présence de produits toxiques nulle. Enfin l'ouvrage réalisé dispose des facilités de maintenance d'un ouvrage exempt d'éléments métalliques extérieurs. L'enrobage conforme des armatures est également garanti.

**[0024]** L'invention a également pour objet un ensemble de coffrages perdus en BFUP pour la mise en oeuvre de ce procédé.

**[0025]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

**[0026]** Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi desquels :

- la figure 1 est une vue d'ensemble, selon un premier mode de réalisation de l'invention, des coffrages avant bétonnage pour la réalisation d'un tablier de pont ;
- la figure 2 est une vue du coffrage d'appui pour la réalisation d'un tablier de pont selon le mode de réalisation de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue représentant un coffrage de poutre de structure lié par un profilé d'étanchéité en C à un coffrage de rive pour la réalisation d'un tablier de pont ou un plancher selon le mode de réalisation de la figure 1 ;
- la figure 4 est une vue d'ensemble des coffrages avant bétonnage d'un deuxième mode de réalisation de l'invention pour la confection d'un plancher ;
- La figure 5 est une vue représentant un coffrage de poutre de structure lié par un profilé d'étanchéité en I à un coffrage de rive pour la réalisation d'un tablier de pont ou d'un plancher ;
- la figure 6 est une vue d'ensemble, en perspective partiellement écorchée, des coffrages avant bétonnage pour la réalisation d'une passerelle conformément à un troisième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 7 est une vue du coffrage d'appui pour la réalisation d'une passerelle selon le mode de réalisation de la figure 6 ;
- la figure 8 est une vue en coupe représentant un coffrage de poutre de structure lié par un élément transversal à un autre coffrage de poutre de structure pour la réalisation d'une passerelle selon le mode de réalisation de la figure 6 ;
- la figure 9 est une vue en coupe d'une poutre de structure munie d'un chaperon de protection, selon le mode de réalisation de la figure 6 ;
- la figure 10 est une vue d'ensemble représentant un élément transversal, selon le mode de réalisation de

la figure 6.

- la figure 11 est une vue représentant la section de l'élément transversal de la figure 10.

**[0027]** L'invention concerne un procédé de fabrication d'un ouvrage soutenu et un ensemble de coffrages à cet effet.

**[0028]** Un premier mode de réalisation consiste en la construction d'un pont pour le franchissement d'une brèche d'environ douze mètres. Le pont est constitué de deux massifs désignés 100 et d'un tablier, généralement désigné 2, relié aux massifs 100 par ses extrémités. Dans ce premier mode de réalisation, les poutres de structure 2.1 sont des poutres de tablier 2.1.

**[0029]** L'ensemble de coffrages comprend plusieurs coffrages perdus en BFUP. Il comprend ainsi deux coffrages d'appui généralement désignés en 1, des coffrages de poutres de tablier 2.1 et des profilés d'étanchéité 2.3. Les surfaces intérieures des coffrages sont indentées de manière à assurer une bonne prise du béton coulé dans les coffrages perdus tandis que leurs surfaces extérieures destinées à être apparentes sont ici lisses pour conférer à l'ouvrage terminé son état de surface final.

**[0030]** Les coffrages de poutres de tablier 2.1 comprennent des plaques de BFUP assemblées les unes aux autres pour former deux âmes et un talon agencés selon un profil en U. Deux des coffrages de poutres de tablier sont destinés à former des rives du tablier, lesdits deux coffrages comportant des âmes de hauteurs différentes, l'âme la plus haute étant destinée à former un bord latéral du tablier. Les coffrages de poutres de tablier 2.1 comprennent, ici, des torons précontraints 2.4 s'étendant longitudinalement dans leur talon. Ces torons 2.4 renforcent la résistance longitudinale des coffrages de poutres de tablier 2.1 et sont dimensionnés pour permettre aux coffrages de poutres de tablier 2.1 de résister à la charge de ferrailage, de bétonnage et d'autoriser la circulation du personnel intervenant notamment pour réaliser des ferrailages transversaux.

**[0031]** Chaque profilé d'étanchéité 2.3 est agencé de manière à réaliser l'étanchéité entre deux poutres de tablier 2.1 adjacentes. Chaque profilé d'étanchéité 2.3 a ainsi une forme de plaque pourvue de rebords latéraux et destinée à s'étendre à cheval sur les âmes en regard de deux poutres adjacentes, chaque rebord étant reçu entre les âmes d'une même poutre pour assurer le maintien latéral en position du profil d'étanchéité.

**[0032]** Le coffrage du tablier de pont 2 est ainsi constitué de coffrages de poutres de tablier 2.1 recevant des armatures 2.2 et chapeautés avec les coffrages adjacents par des profilés d'étanchéité 2.3. La hauteur finie du tablier est déterminée par la hauteur des âmes extérieures des coffrages de poutres de rives 2.5 qui est idéalement au même niveau que la hauteur des flancs des coffrages d'appui 1.

**[0033]** Les deux coffrages d'appui 1 sont de forme parallélépipédique et comportent, sur leurs parois se faisant

face de part et d'autre de la brèche à franchir, une série d'encoches destinées à accueillir les coffrages des poutres de tablier 2.1 et à les entretoiser. Le fond des coffrages d'appui est percé de plusieurs ouvertures 1.2 destinées à recevoir les attentes saillant des appuis. Avantageusement, les ouvertures 1.2 auront des dimensions permettant d'absorber les tolérances d'implantation et de verticalité des pieux 8. Des rondelles d'étanchéité 1.3, dont le diamètre intérieur permet d'engager la rondelle autour du pieu, sont positionnées avant l'implantation du coffrage d'appui 1. Le contour extérieur de ces rondelles 1.3 est adapté à la réalisation d'une étanchéité avec l'ouverture 1.2 qui peut être circulaire, carrée ou de forme quelconque et par exemple oblongue. Les rondelles d'étanchéité ont des dimensions externes supérieures à celles des ouvertures 1.2. Cette disposition évite des relevés sur site préalables. Ces coffrages de massifs 1 reçoivent avant bétonnage des cages d'armatures 1.4 positionnées à distance d'enrobage suffisante.

**[0034]** Dans un premier temps, les rondelles 1.3 sont implantées sur les attentes d'appui de part et d'autre de la brèche. Les coffrages 1 sont alors positionnés sur les têtes des pieux 8, les ouvertures 1.2 autorisant le passage des têtes de pieux et leur présence à l'intérieur du parallélépipède défini par chaque coffrage d'appui 1. Les rondelles 1.3 arrivent en recouvrement avec le fond du coffrage d'appui 1 et assurent une étanchéité pour le bétonnage futur. Un cordon de mastic de type adapté peut être posé à l'interface de ces 2 éléments le cas échéant.

**[0035]** Les encoches 1.1 pratiquées dans le coffrage d'appui 1 sont orientées vers la brèche et se font face. Les axes des encoches seront idéalement alignés. Une cage d'armature 1.4 est ensuite disposée en fond de coffrage d'appui 1, à distance suffisante d'enrobage. Une première couche de béton est alors coulée, solidarissant le coffrage et la base de la cage de ferrailage avec les têtes des pieux. Le niveau de cette première couche est idéalement situé en dessous de la base des encoches 1.1.

**[0036]** Une fois ce béton en cours de prise, les coffrages de poutres de tablier 2.1 sont disposés entre les deux coffrages d'appui 1 dans les encoches 1.1 se faisant face. Leur implantation ne nécessite aucun contrôle particulier, les encoches définissant d'elles-mêmes la position des coffrages de poutres de tablier 2.1. Ainsi, une implantation rigoureuse des coffrages d'appui permet d'implanter sans précaution particulière les coffrages de poutres de tablier 2.1. La rigidité de ces coffrages permet le déplacement du personnel sur ces poutres et ainsi autorise la pose des armatures longitudinales 2.2 dans les coffrages de poutres de tablier 2.1 à la main, permettant d'éviter l'utilisation de moyens de manutention puissants. Les âmes extérieures des coffrages des poutres de rives 2.5 du tablier 2 comprennent une surlongueur correspondant à l'épaisseur additionnelle du hourdis et de la voie de roulement. Un éventuel ferrailage complémentaire des coffrages d'appui 1 peut être ensuite réalisé.

**[0037]** Les profilés d'étanchéité 2.3 sont positionnés de manière à relier les âmes adjacentes des coffrages de 2.1. Le coffrage du pont est alors complet. Les ferraillements transversaux peuvent alors être posés et le coulage du tablier commencer.

**[0038]** Ce bétonnage a lieu idéalement en une seule phase et comble les coffrages d'appui 1 avec leurs armatures 1.4, les coffrages de poutres 2.1 avec leurs armatures 2.2. Les profilés d'étanchéité 2.3 permettent au béton de s'élever jusqu'au niveau final défini par la hauteur des flancs du coffrage d'appui 1 et des poutres de rive 2.5 du tablier 2. Une réserve peut être prévue pour la mise en place, après prise du béton, d'un revêtement de roulement tel que du bitume ou du macadam.

**[0039]** Des dalles de transition 4 préfabriquées en BFUP et soutenues par un remblais compacté sont posées en appui entre le pont et le remblais routier. Elles seront ensuite revêtues de la couche de roulement commune à la route et au pont. Pour des ouvrages de la portée du pont objet de ce mode de réalisation, les joints de chaussée et appuis néoprènes ne sont pas utiles.

**[0040]** Une fois que la prise du béton coulé lors de la seconde et dernière opération de bétonnage est achevée, le pont peut recevoir ses accessoires (garde-corps, couche de roulement, peinture de signalisation au sol, etc....).

**[0041]** Un second mode de réalisation consiste en la construction de planchers de bâtiments. Le plancher repose par ses extrémités sur des appuis maçonneries : poteaux, poutres ou murs porteurs en saillie desquelles s'étendent des attentes métalliques. Dans ce second mode de réalisation les poutres de structures 2.1 sont des poutrelles 6.1. Le plancher 2 est constitué de deux coffrages d'appui 1 reliés par des poutrelles 6.1 et supportant un hourdis.

**[0042]** Les coffrages nécessaires à cette réalisation sont :

- des coffrages d'appui 1,
- des coffrages de poutrelles 6.1,
- des profilés d'étanchéité. 2.3,

**[0043]** Tous ces éléments sont réalisés en BFUP et comportent les mêmes dispositions constructives que les coffrages du mode de réalisation précédent notamment : surface intérieure indentée ou nervurée, torons longitudinaux précontraints 2.4, perçages 1.1 offrant la possibilité d'inclure le ferraillement des poutrelles 6.1 dans le coffrage...

**[0044]** Dans cette application particulière, la réalisation d'un plancher soutenu par plusieurs appuis comme représenté en fig.4 rend nécessaire la mise en oeuvre d'un coffrage d'appui intermédiaire 1.5 disposant d'encoches 1.1 sur deux de ses faces.

**[0045]** Les coffrages d'appui 1 sont disposés sur des poteaux 7. Les appuis extrêmes reçoivent des coffrages 1, les appuis des travées intermédiaires reçoivent des coffrages d'appui 1.5. Tous ces coffrages d'appui sont

pourvus en leur fond de découpes 1.2 permettant le passage des attentes 7.1 émergeant des poteaux 7. Ces coffrages positionnés, ils reçoivent les armatures 1.4 et sont partiellement bétonnés. Les coffrages de poutrelles 6.1 sont alors positionnés dans les encoches 1.1 et relient les coffrages 1 et 1.5. Les profilés d'étanchéités 2.3 sont mis en place entre les âmes adjacentes de deux poutrelles 6.1. Les éventuels ferraillements transversaux peuvent alors être installés. On notera que les âmes en surlongueur des coffrages de rives 2.5 peuvent être avantageusement remplacées par les parois des murs délimitant le bâtiment. L'ensemble des coffrages 1, 1.5, 6.1, 2.3, 2.5 ou les murs du bâtiment réalise un volume fermé dans lequel sont coulés simultanément le hourdis et les poutrelles du plancher.

**[0046]** Une fois la prise de cette phase de bétonnage achevée, le plancher est terminé.

**[0047]** Les éléments identiques ou analogues à ceux précédemment décrits porteront une référence numérique identique à ceux-ci dans la description qui suit d'un troisième mode de réalisation.

**[0048]** En référence aux figures 6 à 11, ce troisième mode de réalisation porte sur la construction d'une passerelle 10 comportant un platelage 11 composé d'éléments transversaux 12 dont seule une partie est représentée en figure 6. La passerelle 10 repose par ses extrémités sur des massifs 100 en saillie desquels s'étendent des pieux 8. Dans ce mode de réalisation particulier, les coffrages d'appui 1 sont identiques à ceux précédemment décrits mais ne comportent que deux encoches 1.2 orientées vers la brèche et situées aux extrémités du plus grand bord du coffrage d'appui 1. Les encoches 1.2 de chaque coffrage d'appui 1 se font face et reçoivent des coffrages de poutre de structure qui sont, ici, des coffrages de nervure longitudinale 13.1 représentés en traits interrompus en figure 7. Ces coffrages de nervure longitudinale 13.1 ont une structure identique aux poutres de structure 2.1 précédemment décrites et comprennent chacune, sur leurs ailes se faisant face, des encoches 14 en forme de T destinées à accueillir les éléments transversaux 12. En référence aux figures 10 et 11, chaque élément transversal 12 est préfabriqué en BFUP et possède une section en forme de T comprenant une partie supérieure horizontale 12.1 sur laquelle s'effectue la circulation et une partie inférieure 12.2. Une armature longitudinale 15 noyée dans la partie inférieure 12.2 de l'élément transversal 12 assure la résistance au cisaillement et à la flexion de celui-ci. L'élément transversal 12 comporte deux attentes de ferraillement 12.3 constituées chacune par une saillie de l'armature 15 de part et d'autre de l'élément transversal 12.

**[0049]** La réalisation de la passerelle 10 débute par la pose des rondelles d'étanchéité 1.3 sur les têtes des pieux 8. Les coffrages d'appui 1 sont ensuite positionnés sur les têtes de pieux 8 de manière à ce que les encoches 1.2 pratiquées dans chaque coffrage d'appui 1 soient orientées vers la brèche et que leurs axes soient alignés. Une cage d'armature 1.4 est ensuite disposée en fond

de coffrage d'appui 1, à distance suffisante d'enrobage. Une première couche de béton est alors coulée, solidarisant le coffrage d'appui 1 et la base de la cage de ferrailage 1.4 avec les têtes des pieux 8. Le niveau supérieur de cette première couche est idéalement situé en dessous de la base des encoches 1.2.

**[0050]** Une fois ce béton en cours de prise, les coffrages de nervure longitudinale 13.1 sont disposés entre les deux coffrages d'appui 1 dans les encoches 1.2 se faisant face. Leur implantation ne nécessite aucun contrôle particulier, les encoches 1.2 définissant d'elles-mêmes la position des coffrages de nervure longitudinale 13.1. Ainsi, une implantation rigoureuse des coffrages d'appui 1 permet d'implanter sans précaution particulière les coffrages de nervure longitudinale 13.1. La rigidité de ces coffrages permet le déplacement du personnel sur ceux-ci et ainsi autorise la pose des armatures longitudinales 2.2 dans les coffrages de nervures longitudinales 13.1 à la main, permettant d'éviter l'utilisation de moyens de manutention puissants. Une seconde phase de bétonnage est alors réalisée afin de remplir les coffrages de nervure longitudinale 13.1 jusqu'à l'arase de la partie inférieure de l'encoche 14. Les éléments transversaux 12 sont ensuite posés dans les encoches 14 correspondantes. Les attentes de ferrailage 12.3 viennent alors en saillie dans chaque coffrage de nervure longitudinale 13.1 un peu au dessus du niveau du béton précédemment coulé. La pose de ces éléments transversaux 12 peut se faire à l'avancement à partir d'un cadre mobile équipé d'un filet de sécurité et reposant sur les deux nervures longitudinales 13.1.

**[0051]** Une fois l'ensemble des éléments transversaux 12 posés dans les encoches 14, une dernière phase de bétonnage vient recouvrir les attentes de ferrailage 12.3 et achève de remplir les coffrages de nervure longitudinale 13.1 et les coffrages d'appui 1. Cette phase de bétonnage permet de sceller les éléments constitutifs de la passerelle 10 et leurs phases de bétonnage respectives: têtes de pieux 8, coffrages d'appui 1, coffrages de nervure longitudinale 13.1, éléments transversaux 12. En référence à la figure 9, un chaperon de protection 16, sous la forme d'une plaque de longueur et de largeur identiques à celles de la nervure longitudinale 13.1 et pourvue d'une languette centrale 17 saillante vers l'intérieur de la nervure longitudinale 13.1, est alors posé au contact du béton frais. Ce chaperon ferme ainsi les coffrages de la passerelle 10 qui ne présente alors que des surfaces en BFUP, les coffrages d'appui recevant des dalles de transitions 4 préfabriquées en BFUP. La languette 17 permet d'assurer un scellement efficace du chaperon de protection 16 avec le béton des coffrages de nervure longitudinale 13.1. Un garde-corps 18 est ensuite fixé à l'aplomb de chaque nervure longitudinale 13.1 à l'aide de chevilles mécaniques 19 traversant le chaperon de protection 16. Ce chaperon de protection 16 possède un retour sur l'un de ses bords longitudinaux venant au contact de la face extérieure de la nervure longitudinale 13.1.

**[0052]** On obtient ainsi une passerelle 10 dont le platelage 11 présente une résistance et une durabilité supérieures aux solutions de passerelle existantes.

**[0053]** Avantagusement, la partie supérieure 12.1 des éléments transversaux 12 comprend une surface supérieure 12.4 moulée sur matrice bois, donnant ainsi à l'élément transversal 12 l'aspect d'un platelage en bois. Le BFUP dans lequel est composé l'élément transversal 12.1 peut également être teinté afin de souligner encore l'aspect « bois » de celui-ci.

**[0054]** Ainsi, l'invention permet de réaliser, sans l'intervention de main d'oeuvre qualifiée ni moyens de levage lourds, des ouvrages soutenus en béton d'une manière rapide et économique. Ces ouvrages possèdent la caractéristique supplémentaire de permettre des coûts de maintenance quasi nuls, les armatures étant protégées par une peau en BFUP très durable. La résistance au feu est majorée par la peau en BFUP.

**[0055]** Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

**[0056]** En particulier :

- les coffrages peuvent intégrer des protrusions sur leurs faces internes destinées à caler les ferrillages à la distance d'enrobage minimale requise ainsi qu'à bloquer en position les armatures dans le coffrage ;
- les coffrages de poutres de structure 2.1 peuvent être moulés ou extrudés ;
- les coffrages de poutres de structure 2.1 ou d'appuis 1 peuvent intégrer, dès la préfabrication leurs armatures ;
- les coffrages de poutres de structure 2.1 peuvent intégrer les profils d'étanchéité : une des deux âmes comporte un élément saillant perpendiculaire à l'âme et dirigé vers l'extérieur du coffrage. Cet élément est implanté de manière tangente à la partie supérieure de l'âme et a une longueur lui permettant de reposer sur une autre protrusion destinée à le recevoir et implantée sur l'âme de l'élément suivant ;
- les coffrages peuvent intégrer des oreilles ou poignées de manutention ou de levage, renforcées ou non d'armatures ;
- la section des coffrages de poutres de structure 2.1 peut être en I en T ou en TT avec l'intégration de tout ou partie du ferrailage nécessaire ;
- les coffrages peuvent ne pas contenir d'éléments de précontrainte ;
- les armatures peuvent être actives ou passives, éventuellement précontraintes lors de la préfabrication ou après bétonnage sur site ;
- l'espacement des coffrages de poutres de structure 2.1 peut être réalisé à l'aide de peignes de positionnement ;
- les plaques en BFUP peuvent recevoir, dès la préfabrication la finition définitive requise : enduite, lasuree, engravée ;

- les profilés d'étanchéité 2.3 peuvent avoir une section en  $\Pi$  (figure 5) ;
- bien que, ici, les encoches 14 reçoivent des éléments transversaux 12 dont la section est en T, l'invention s'applique également à d'autres formes d'encoche et de section de poutres correspondantes comme par exemple des sections rectangulaires, en L, en I ;
- bien qu'ici, la passerelle 10 ne comprenne que deux nervures longitudinales 13.1, l'invention s'applique également à une passerelle comprenant plus de deux nervures longitudinales, les nervures additionnelles étant pourvues sur leurs deux faces d'encoches accueillant des éléments transversaux 12 ;
- bien que, ici, les éléments transversaux 12 soient réalisés en BFUP, l'invention s'applique également à des éléments transversaux réalisés en d'autres matières comme par exemple la pierre, le bois, le métal, le béton standard ;
- bien que, ici, une face supérieure 12.4 de l'élément transversal 12.1 soit moulée sur matrice bois, l'invention s'applique également à des éléments transversaux n'ayant aucun moulage en partie supérieure ou portant d'autres types de moulages tels que indentations, larmes, rainures, ergots anti-dérapants ;
- bien que, ici, le chaperon de protection 16 soit fixé au béton remplissant les nervures longitudinales 13.1 par scellement, l'invention s'applique également à d'autres modes de fixation comme le chevillage mécanique ou chimique ;
- bien que, ici, un béton est coulé dans les nervures longitudinales 13.1 avant la pose des éléments transversaux 12, l'invention s'applique également à une unique phase de bétonnage solidarissant les armatures longitudinales 2.2, le coffrage de nervure longitudinale 13.1 et les éléments transversaux 12 avec les coffrages d'appui 1 et les massif 100.

## Revendications

1. Procédé de réalisation d'un ouvrage soutenu (2) reposant localement sur des appuis (100; 7), comprenant les étapes de :

- a) installer sur les appuis (100 ;7) un coffrage d'appui (1) destiné à recevoir d'une part les extrémités des attentes d'appui (7.1; 8) et d'autre part des extrémités de coffrages de poutres de structure (2.1), chaque coffrage d'appui (1) comportant une série d'encoches (1.1) destinées à recevoir et entretoiser des poutres de structure (2.1),
- b) couler du béton dans les coffrages d'appui (1) pour solidariser les coffrages d'appui (1) et les attentes d'appui (7.1; 8),
- c) mettre en place les coffrages de poutres de structure (2.1) et un ferrailage (2.2).

2. Procédé selon la revendication 1, comprenant également les étapes de :

- d) mettre en place un profilé d'étanchéité (2.3) entre chaque paire de poutres de structure (2.1) adjacentes,
- e) couler du béton pour remplir les coffrages, les coffrages d'appui (1), les coffrages de poutres de structure (2.1, 2.5) et les profilés d'étanchéité (2.3) étant des coffrages perdus en BFUP.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les coffrages des poutres de structure (2.1) comportent, sur au moins une aile, des encoches (14) destinées à recevoir et entretoiser des éléments transversaux (12), le procédé comprenant également les étapes de :

- d') mettre en place les éléments transversaux (12) ;
- e') couler du béton pour remplir les coffrages, les coffrages d'appuis (1), les coffrages de poutres de structure (2.1) et les éléments transversaux (12) étant en BFUP;
- f') poser un chaperon de protection (16) sur la partie supérieure du coffrage de la poutre de structure (2.1).

4. Procédé selon la revendication 1, comprenant, préalablement à l'installation des coffrages d'appui (1) sur les appuis (100 ;7), une étape de mise en place, autour de chaque attente d'appui (7.1; 8), d'une rondelle d'étanchéité (1.3) en BFUP, les coffrages d'appui (1) ayant un fond percé d'ouvertures (1.2) pour le passage des attentes d'appui (7.1; 8) avec un jeu destiné à compenser une tolérance d'implantation des attentes d'appui (7.1; 8), les rondelles d'étanchéité (1.3) ayant des dimensions externes supérieures à celles des ouvertures.

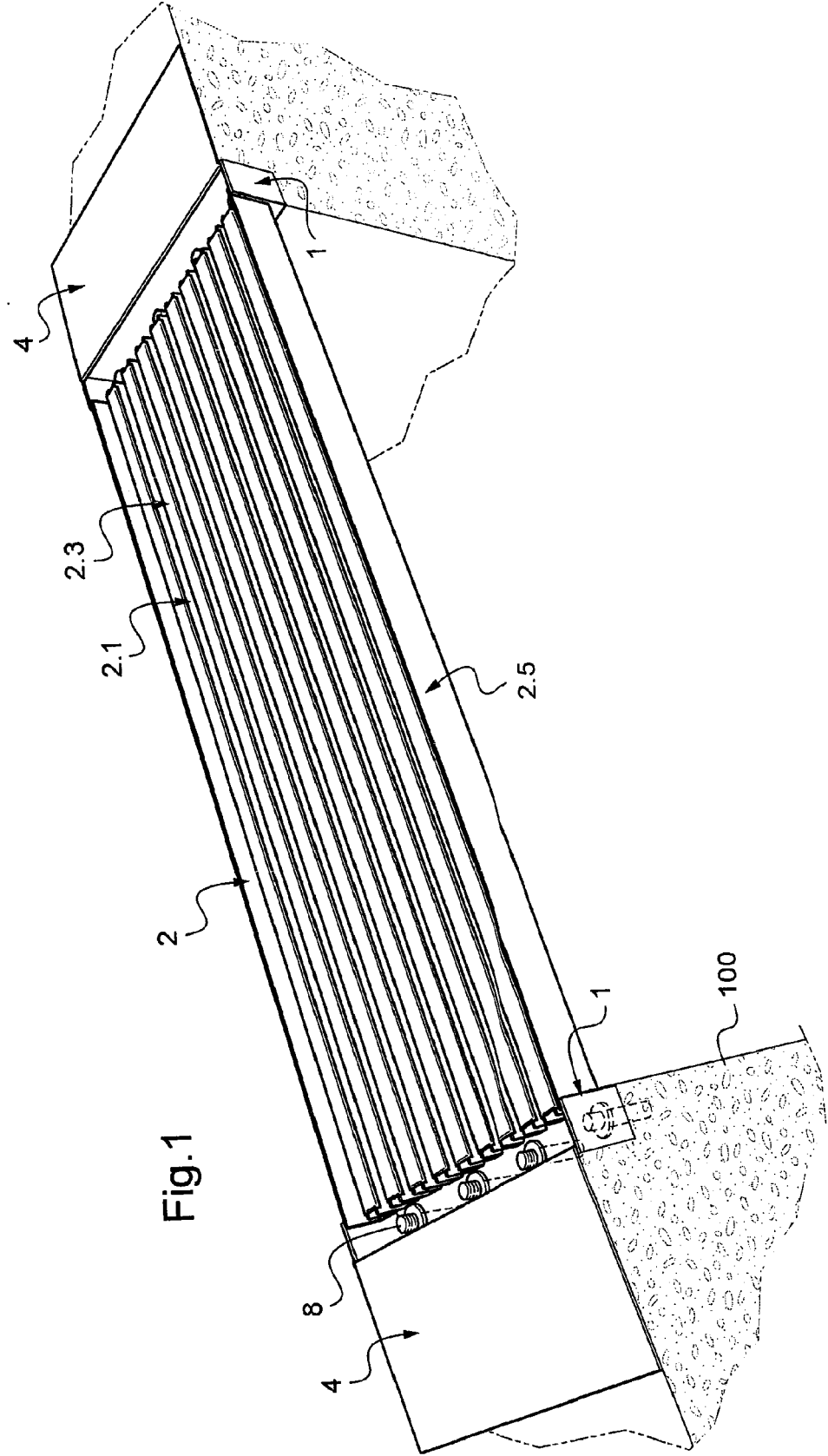
5. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les appuis (100) sont des ouvrages maçonnés ou des poteaux (7), les poutres de structures (2.1) sont des poutrelles (6.1) et l'ouvrage soutenu (2) est un plancher.

6. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les appuis (100) sont des pieux ou des massifs de fondations, les poutres de structures (2.1) sont des poutres de tablier et l'ouvrage soutenu (2) est alors un tablier de pont.

7. Procédé selon la revendication 3, dans lequel les appuis (100) sont des pieux ou des massifs de fondations, les poutres de structures (2.1) sont des nervures longitudinales (13.1) et l'ouvrage soutenu (10) comprend alors un platelage (12) de passerelle (10).



8. Procédé selon la revendication 1, dans lequel un coffrage d'appui intermédiaire (1.5) reposant sur un appui intermédiaire (100 ; 7) assure la liaison de deux ouvrages soutenus (2) adjacents
9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel au moins une partie du ferrailage (2.2) est prémontée dans les coffrages de poutres de structure (2.1).
10. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les coffrages de poutres de structure (2.1) ou les coffrages d'appui (1) incorporent au moins un élément de précontrainte longitudinale (2.4) noyé dans le BFUP.
11. Ensemble de coffrages perdus en BFUP pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant au moins un coffrage d'appui (1) et des coffrages de poutres de structure (2.1).
12. Ensemble selon la revendication 11 comprenant également des profilés d'étanchéité (2.3).
13. Ensemble selon la revendication 11, dans lequel le coffrage d'appui (1) est substantiellement parallélépipédique et a un fond percé d'ouvertures (1.2) afin d'accueillir des attentes d'appui (7.1 ; 8) et une paroi latérale percée d'encoches (1.1) pour recevoir et entretoiser les coffrages de poutres de structure (2.1), le coffrage d'appui (1) étant agencé pour recevoir le ferrailage (1.4) de l'élément dont il constitue l'enveloppe.
14. Ensemble selon la revendication 11, dans lequel chaque coffrage de poutre de structure (2.1) est agencé de manière à recevoir le ferrailage (2.2) de la poutre dont il constitue l'enveloppe.
15. Ensemble selon la revendication 11, dans lequel chaque coffrage de poutres de structure (2.1) comprend deux âmes s'étendant de part et d'autre d'un talon, deux des coffrages de poutres de structure (2.1) étant destinés à former des rives (2.5) de l'ouvrage soutenu (2), lesdits deux coffrages de poutres de structure (2.1) comportant des âmes de hauteurs différentes, l'âme la plus haute étant destinée à former un bord latéral de l'ouvrage soutenu (2).
16. Ensemble selon la revendication 11, dans lequel le profilé d'étanchéité (2.3) est agencé de manière à réaliser l'étanchéité entre deux poutres de structure (2.1) adjacentes.
17. Élément selon la revendication 11, dans lequel la face intérieure des coffrages de BFUP a un état de surface facilitant la reprise de bétonnage.
18. Ensemble selon la revendication 11, dans lequel un coffrage d'appui (1) dispose de deux séries d'encoches (1.1) agencées de manière à accueillir des poutres de structure (2.1) s'élançant depuis deux appuis différents.
19. Procédé selon la revendication 1 à 3, dans lequel les coffrages de poutres de structure (2.1) sont constitués de plaques en BFUP assemblées pour former de préférence une section transversale en U.
20. Procédé selon la revendication 2, dans lequel les profilés d'étanchéité (2.3) sont constitués de plaques en BFUP assemblées pour former une section transversale en C retourné ou en  $\Pi$  de manière à chevaucher des âmes en regard des coffrages de poutres de structure (2.1).
21. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le chaperon de protection (16) est en BFUP.
22. Procédé selon la revendication 3, dans lequel les encoches (114) des poutres de structures (2.1) sont en forme de T.
23. Procédé selon la revendication 3, dans lequel au moins un élément transversal de platelage (12) présente une face (12.4) moulée sur matrice bois.



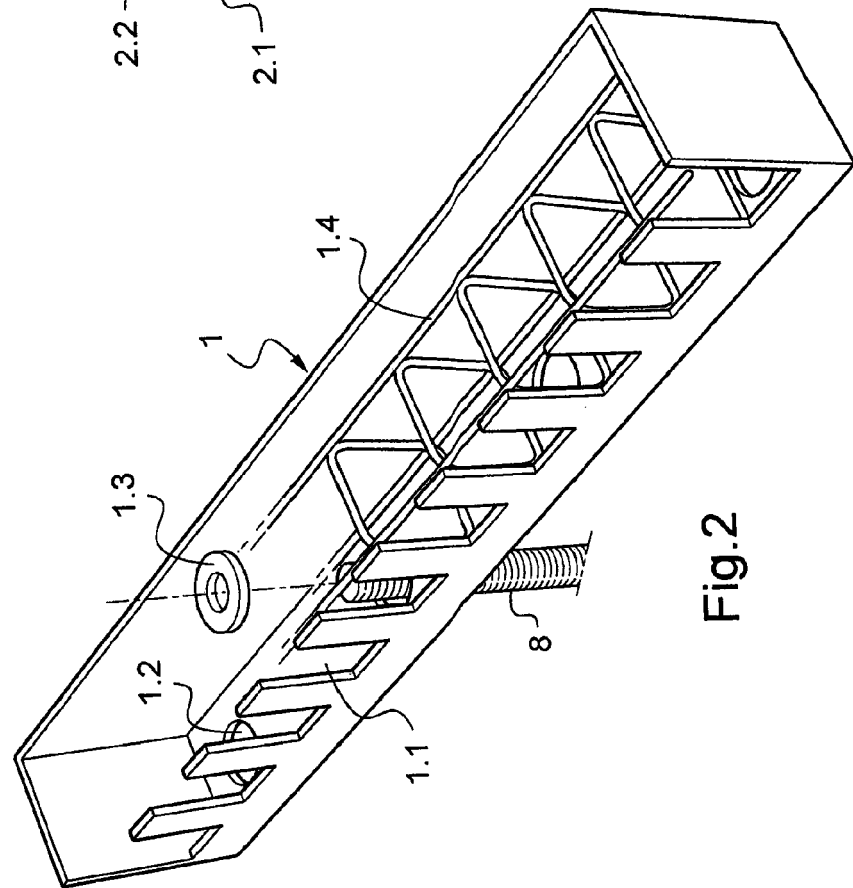


Fig. 2

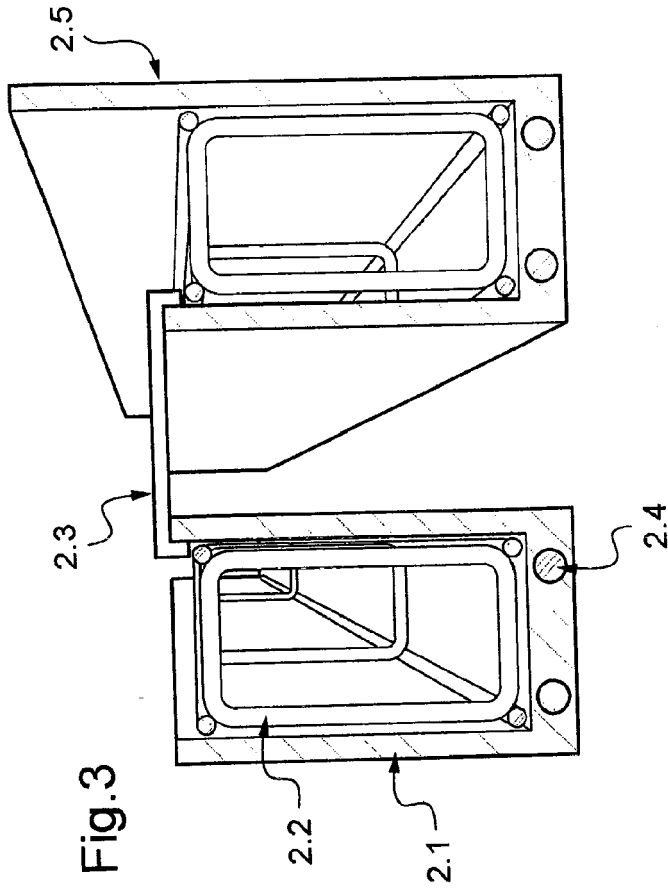


Fig. 3

Fig.4

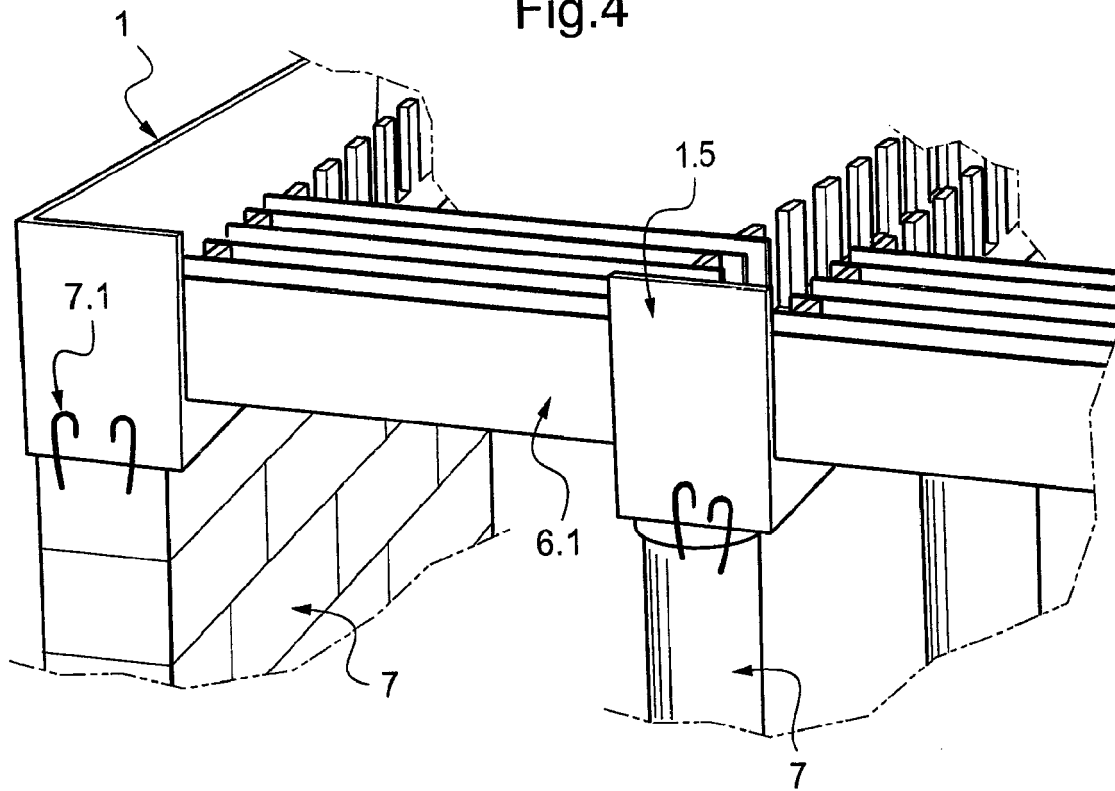
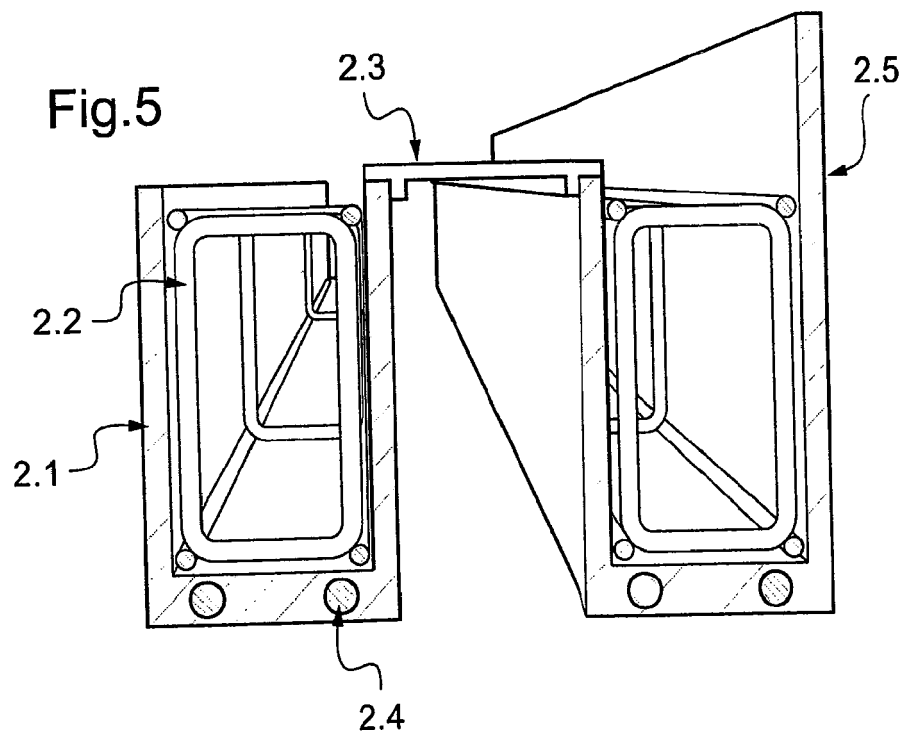


Fig.5



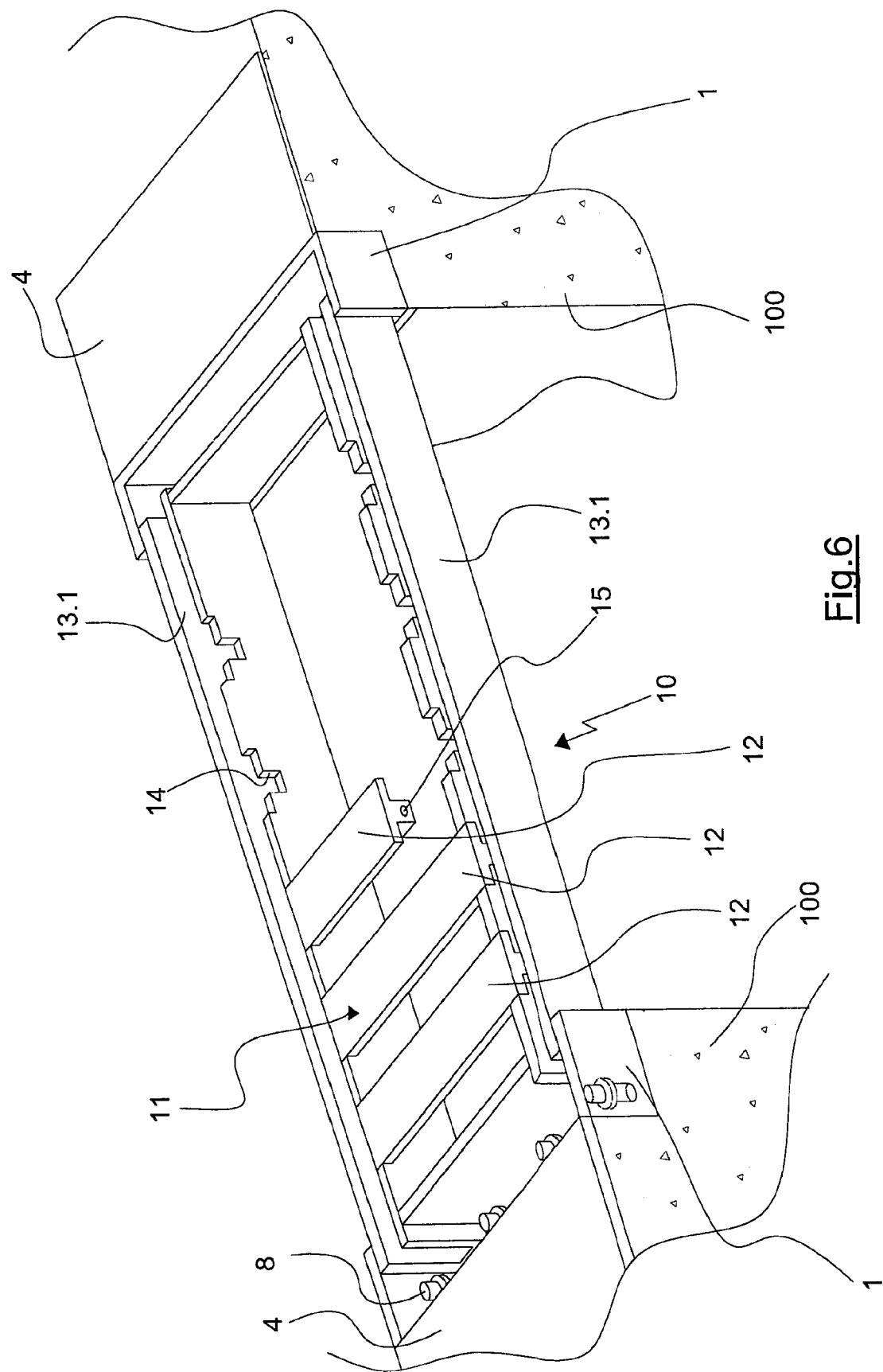


Fig. 6

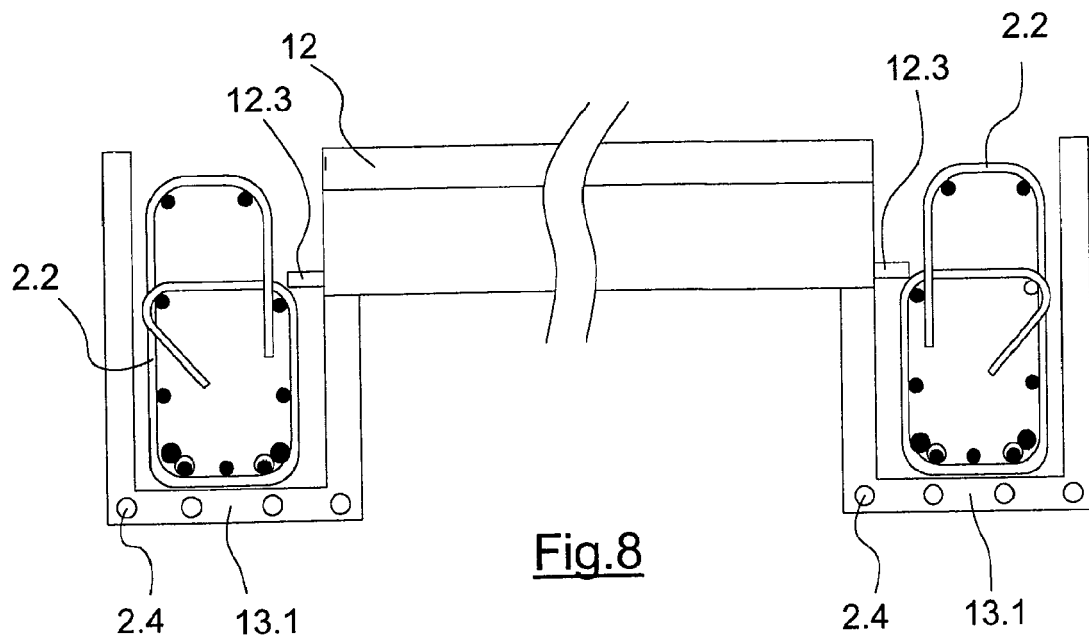
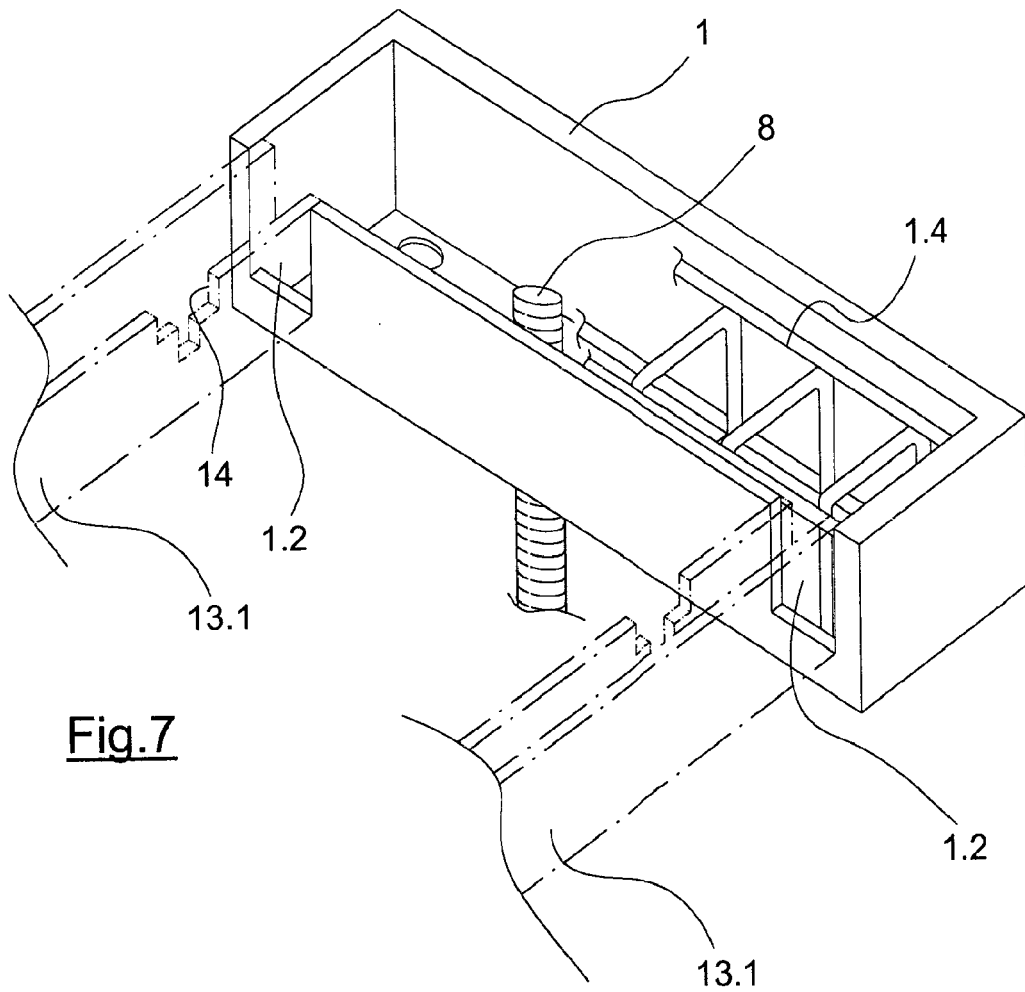


Fig.9

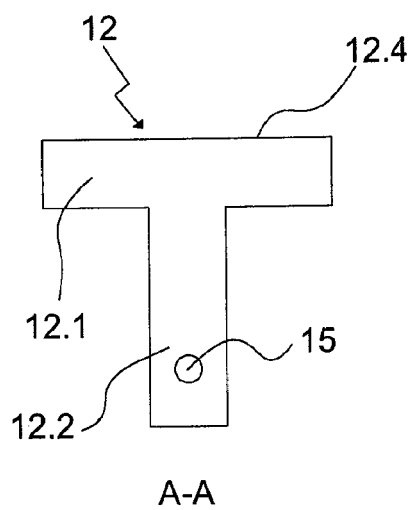
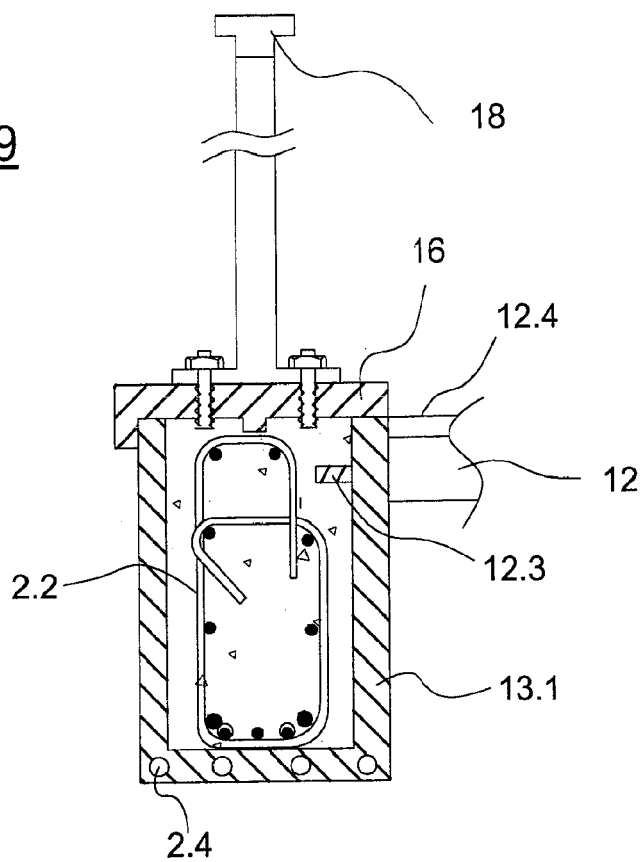


Fig.11

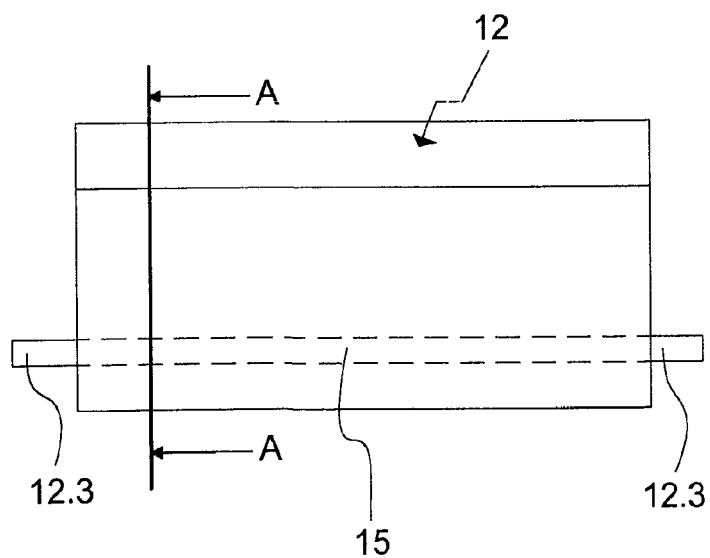
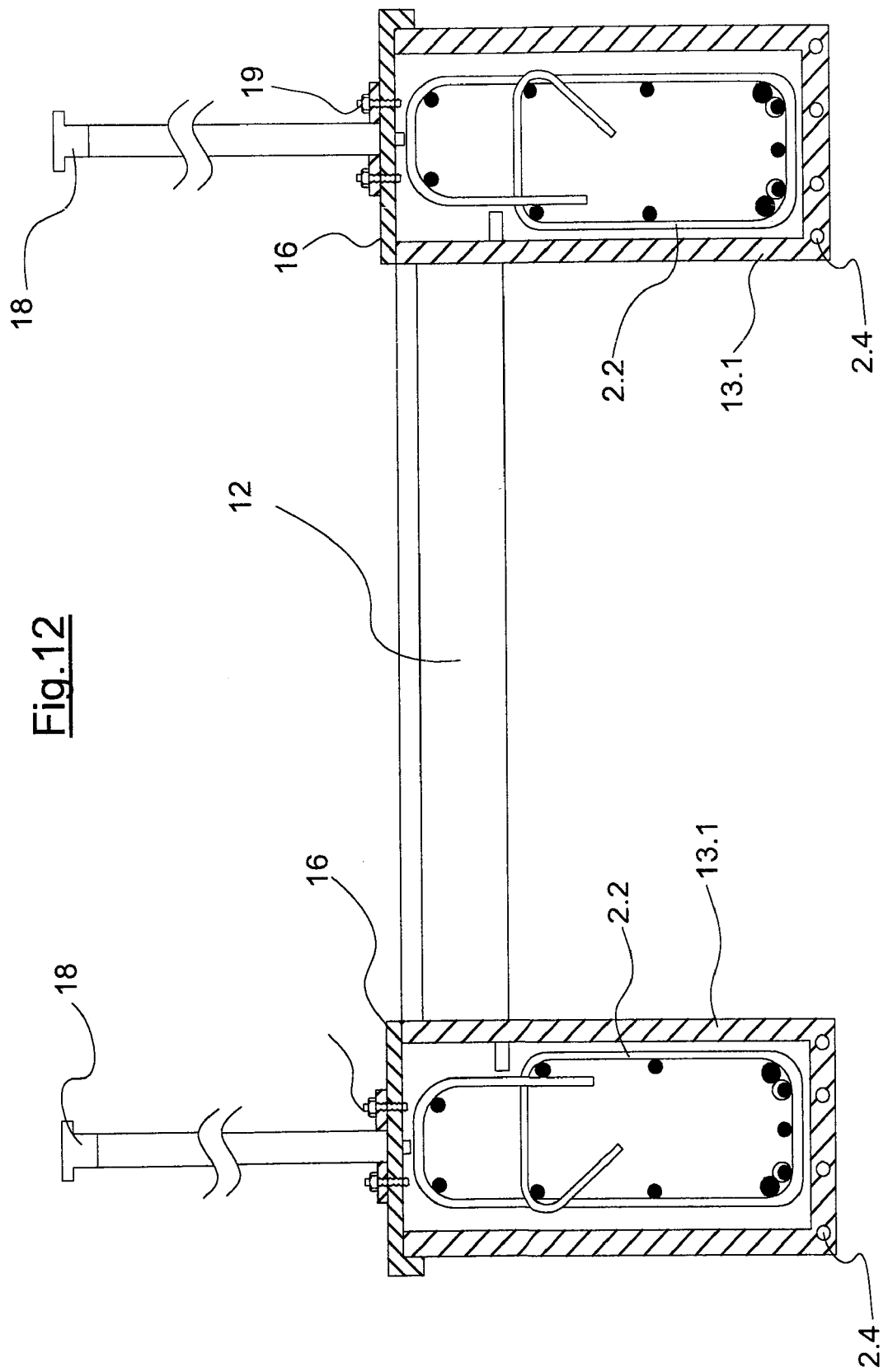


Fig.10







## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 12 17 1393

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 633 832 A (BREV DE CONSTRUCTION S A ET) 4 février 1928 (1928-02-04) * page 1, ligne 1 - page 2, ligne 62; figures 1-7 *	1-23	INV. E04B5/18 E04C3/26
A	DE 25 54 888 A1 (FORREST ESLI JAMES) 8 juin 1977 (1977-06-08) * page 17, alinéa 2 - page 18, alinéa 2; figures 3,4 *	1-23	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E04B E04C E01D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>3 août 2012</b>	Examineur <b>Lopes, Claudia</b>
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	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

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

EP 12 17 1393

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.

03-08-2012

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 633832	A	04-02-1928	AUCUN	
-----				
DE 2554888	A1	08-06-1977	AUCUN	
-----				

EPO FORM P0460

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