



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
03.08.2011 Bulletin 2011/31

(51) Int Cl.:
E01B 3/38 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **11305016.5**

(22) Date de dépôt: **07.01.2011**

(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

(30) Priorité: **08.01.2010 FR 1050111**

(71) Demandeur: **COLAS**
92100 Boulogne-Billancourt (FR)

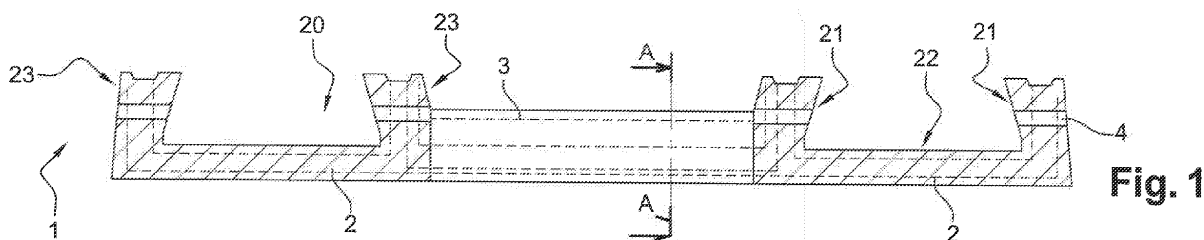
(72) Inventeur: **Montel, Patrick**
91580 VILLECONIN (FR)

(74) Mandataire: **Michelet, Alain et al**
Cabinet HARLE et PHELIP
14-16, rue Ballu
75009 Paris (FR)

(54) **Module support de voie ferrée préfabriqué, voie ferrée, section et procédé de montage des voies ferrées**

(57) Module (1) support de voie ferrée (8), le module comportant latéralement des augets (2) et dans l'espace transversal entre les augets des jambages (31) les reliant, l'auget étant destiné à recevoir une longrine (5,6,7) de béton armé comportant des tiges filetées et sur laquelle est posé et fixé le rail, ledit module permettant un engazonnement en surface de la voie ferrée; le module est en béton armé monobloc préfabriqué, chaque auget (2) est en forme de canal (20) ouvert vers le haut et latéralement à ses deux extrémités axiales, et les jamba-

ges (31) sont séparés axialement afin que l'espace transversal comporte au moins une ouverture (30) pour communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous dudit module, et les bases des deux augets (2) et des jambages (31) du module sont dans un même plan, et les deux faces d'extrémités axiales (24) des deux augets à une même extrémité axiale du module sont verticales et dans un même plan afin que lorsque les modules sont accolés ensembles en alignement, il n'y ait pas de discontinuité sensible entre les faces internes latérales des canaux (20) d'augets alignés.



Description

[0001] La présente invention concerne un module préfabriqué support de voie ferrée, une voie ferrée comportant de tels modules, une section préfabriquée de voie ferrée ainsi qu'un procédé de montage d'une telle voie ferrée. Elle a des applications dans le domaine du génie civil et plus particulièrement pour la construction de voies ferrées engazonnées en surface, notamment pour des réseaux urbains de tramway.

[0002] Les réseaux de tramways urbains connaissent à nouveau un certain regain d'intérêt dans les espaces urbains. Ils nécessitent cependant la réalisation d'une infrastructure relativement lourde par rapport à d'autres systèmes plus légers comme le trolleybus car ils nécessitent la construction d'une voie ferrée spécifique pour y circuler. Dans ces environnements urbains, la présence d'une voie ferrée nue, bien qu'elle ne nécessite pas un entretien très fréquent, n'est pas toujours apprécié du point de vue esthétique. On a donc été conduit à camoufler ces voies ferrées par un engazonnement de surface. Or, du fait des modes de construction des ces voies ferrées, des dalles de béton sont réalisées sous la voie. Il en résulte un compartimentage en hauteur de la voie ferrée et la partie haute de la voie qui est engazonnée se retrouve isolée du terrain naturel ou préparée sur lequel repose la voie. Il est donc nécessaire de prévoir des moyens d'évacuation de l'eau, notamment de pluie ou d'arrosage, sous forme de moyens de drainage adéquats, pour éviter sa stagnation. De plus, du fait de la faible hauteur disponible sur la voie pour l'engazonnement, la quantité de substrat pour la culture du gazon est relativement faible. L'entretien du gazon est donc relativement complexe notamment en ce qui concerne l'obtention d'un niveau d'humidité suffisant et suffisamment stable au cours du temps dans le substrat. Il en résulte un plus grand risque de voir le gazon soumis à des stress environnementaux pouvant conduire à sa perte.

[0003] Un des buts de la présente invention parmi d'autres est de proposer un moyen de réaliser une voie ferrée qui, dans le cas d'un engazonnement de surface, assure des conditions de développement plus naturelles au gazon en évitant le compartimentage en hauteur de ladite voie ferrée et en permettant au substrat engazonné de surface de pouvoir venir au contact du sol sous la voie ferrée. D'autres buts et avantages apparaîtront à la lecture de la suite de ce document.

[0004] Ainsi, l'invention concerne un module support de voie ferrée, le module comportant latéralement par rapport à l'axe central de la voie, deux éléments de support des deux rails de la voie et, dans l'espace transversal entre les deux éléments de support, un moyen de liaison transversal les reliant, l'élément de support étant destiné à recevoir une longrine de béton armé comportant des tiges filetées et sur laquelle sont posées des selles d'ancrage soutenant le rail par boulonnage de patins sur les tiges filetées qui traversent verticalement les selles, ledit module permettant un engazonnement en surface de la

voie ferrée.

[0005] Selon l'invention, le module est en béton armé monobloc préfabriqué, et chaque élément de support est un auget en forme de canal ouvert vers le haut et latéralement à ses deux extrémités axiales, le long de l'axe du rail de la voie, et le moyen de liaison transversal comporte au moins deux jambages séparés axialement et étendus entre les deux augets afin que l'espace transversal comporte au moins une ouverture pour communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous dudit module, et les bases (=faces inférieures des deux augets et des jambages) des deux augets et des jambages du module sont dans un même plan, et les deux faces d'extrémités axiales des deux augets à une même extrémité axiale du module sont verticales et dans un même plan afin que lorsque les modules sont accolés ensembles en alignement, il n'y ait pas de discontinuité sensible entre les faces internes latérales des canaux d'augets alignés.

[0006] Dans divers modes de mise en oeuvre de l'invention, les moyens suivants pouvant être utilisés seuls ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, sont employés :

- la voie ferrée est une voie de tramway,
- le module présente une symétrie selon un plan axial (axe de la voie),
- le module présente une symétrie selon un plan transversal,
- un jambage est étendu entre les deux augets à chacune des deux extrémités axiales du module afin que le moyen de liaison transversal comporte une ouverture à sa partie médiane pour communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous dudit module,
- le bord d'extrémité axiale du jambage d'extrémité axiale du module est dans le même plan que les deux faces axiales des deux augets de la même extrémité axiale du module afin que lorsque les modules sont accolés ensembles, il n'y ait pas de discontinuité sensible entre les bords d'extrémités axiales de deux jambages accolés, en d'autres termes : les jambages d'extrémités sont en contact entre eux entre deux modules adjacents,
- le bord d'extrémité axiale du jambage d'extrémité axiale du module est en retrait du plan passant par les deux faces axiales des deux augets de la même extrémité axiale du module afin que lorsque les modules sont accolés ensembles, il y ait une discontinuité sensible entre les bords d'extrémités axiales de deux jambages adjacents et donc une communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous desdits modules accolés, en d'autres termes : les jambages d'extrémités ne sont pas en contact entre eux entre deux modules accolés,
- les deux faces internes latérales du canal de l'auget sont inclinées en forme de queue d'aronde, le fond du canal de l'auget étant plus large que l'ouverture

- supérieure vers le haut du canal de l'auget,
- les deux faces latérales externes de l'auget sont verticales, l'auget étant d'un gabarit externe sensiblement parallélépipédique,
- les deux faces latérales externes de l'auget sont inclinées, la base de l'auget étant plus large que le sommet, en haut, de l'auget, l'auget ayant un gabarit externe sensiblement pyramidal tronqué en coupe transversale,
- l'épaisseur des parois latérales du canal de l'auget est sensiblement constante sur sa hauteur,
- la hauteur de l'auget est supérieure à la hauteur du jambage,
- la hauteur de l'auget est égale à la hauteur du jambage,
- le module comporte des moyens de prise pour manipulation par un outil de levage,
- le moyen de prise est un orifice dans le module,
- le moyen de prise est une boucle de fer à béton dépassant d'une paroi du module,
- le moyen de prise est un organe de prise spécifique,
- la longrine résulte, soit du coulage de béton fluide dans la totalité du canal de l'auget, soit de l'installation dans les canaux des augets de blochets de support et fixation des rails, lesdits blochets étant maintenus dans lesdits canaux par un béton de calage,
- le blochet a une forme sensiblement pyramidale tronquée en coupe transversale,
- la surface de la communication représente entre 50% et 90% de la surface totale de l'espace transversal entre les deux augets.

[0007] L'invention concerne également une voie ferrée à deux rails, engazonnée en surface, telle qu'elle comporte un ensemble de modules selon une ou plusieurs des caractéristiques décrites, lesdits modules étant accolées et alignées ensemble, chaque rail étant posé et fixé sur et dans une longrine en béton armée réalisée par coulage de béton dans le canal des augets correspondants en alignement, lesdits modules étant posés sur un sol préparé et une composition végétalisable engazonnée étant répandue sur la voie.

[0008] Dans des variantes possiblement combinées, la voie ferrée est telle que :

- la composition végétalisée est au contact du sol par les ouvertures des modules entre les jambages,
- la composition végétalisée est au contact du sol par l'intermédiaire d'une couche de remplissage,
- la composition végétalisée est au contact du sol par l'intermédiaire d'un géotextile.

[0009] L'invention concerne également une section préfabriquée de voie ferrée à deux rails, de longueur déterminée, telle qu'elle comporte un ensemble de modules selon l'une ou plusieurs des caractéristiques décrites, lesdits modules étant alignés et accolés ensembles, deux longrines en béton armées réalisées par coulage

de béton dans les canaux alignés des augets, lesdites longrines comportant en outre des tiges filetées, des selles d'ancrage et patins étant disposés sur les longrines, les rails étant disposés sur les selles et étant maintenus par boulonnage des patins sur les tiges filetées.

[0010] L'invention concerne également un procédé de réalisation d'une voie ferrée à deux rails, engazonnée en surface, tel que :

- on prépare un sol pour obtenir une surface portante,
- on place sur le sol préparé un alignement cote à cote de modules selon l'une ou plusieurs des caractéristiques décrites,
- on installe un ferrailage dans les canaux des augets des modules,
- on installe des tiges filetées, selles, patins et rails,
- on positionne les rails le long des canaux alignés des augets,
- on coule un béton fluide dans les canaux des augets des modules afin d'obtenir les longrines disposées dans les augets et prenant les tiges filetées.

[0011] Dans des variantes possiblement combinées, le procédé est tel que :

- pour le placement des modules sur le sol, un gabarit d'alignement de la voie est mis en oeuvre,
- pour l'installation et le positionnement des rails, un gabarit d'écartement et d'alignement des rails est mis en oeuvre,
- le gabarit est un organe rigide,
- le gabarit est un moyen optique (faisceau laser, topographe optique...),
- le gabarit est un appareil mécanique de placement,
- la préparation du sol consiste à obtenir une surface portante ayant des caractéristiques de planéité et de portance déterminées,
- la préparation du sol consiste à obtenir une surface portante ayant des caractéristiques de drainage déterminées, par exemple en mettant en oeuvre des matériaux et/ou des équipements adaptés.

[0012] L'utilisation de modules préfabriqués servant à constituer des longrines porteuses de la voie ferrée, permet de préserver entre chaque rails et entre chaque voies des contacts terre (sol sur lequel repose la voie)/terre (substrat engazonné de surface) qui permettent un allègement de la structure et une meilleure tenue des gazons fondés sur un substrat recevant les échanges hygrométriques. De plus, parmi les avantages de l'utilisation des modules préfabriqués, autres que ceux liés aux bénéfices pour le développement du gazon et son entretien sur une voie ferrée engazonnée, on peut citer à titre d'exemple les suivants.

[0013] L'invention, par utilisation de modules préfabriqués simplifie la réalisation des voies ferrées en milieu urbain où l'on connaît les inconvénients d'une emprise trop importante et/ou longue sur le domaine urbain. Les

modules sont relativement simples à réaliser par moulage de béton dans un/des moules contenant un ferrailage.

[0014] Elle permet également de limiter les travaux à réaliser et les délais d'obtention d'une voie ferrée utilisable puisque l'on évite d'avoir à réaliser une ou plusieurs dalles de béton in situ pour supporter la voie ferrée. De plus, par la mise en oeuvre de modules servant par les canaux de leurs augets de réceptacle à un coulage de béton fluide pour réalisation de longrines, on met en oeuvre une technique qui s'apparente au coffrage perdu et, ainsi, le béton est coulé le long de la voie seulement là où il est nécessaire (les longrines) et, ceci, en faible quantité par rapport à la technique traditionnelle. La voie réalisée est également allégée par rapport à la technique traditionnelle.

[0015] L'invention modifie également les modalités d'écoulement de l'eau au sein de la voie ferrée. Ainsi, outre l'intérêt du module pour la réalisation de voies ferrées engazonnées, la présence d'ouvertures de communications entre les deux faces/espaces supérieur et inférieur du module peut également être utile dans le cas où le sol est naturellement drainant car l'eau, par exemple de pluie, arrivant par le dessus de la voie ferrée, peut traverser cette dernière et atteindre le sol où elle est évacuée, contrairement aux dispositifs traditionnels dans lesquels il existe une barrière s'opposant à l'écoulement de l'eau à travers la voie ferrée (due par exemple à la mise en oeuvre d'un radier en béton ou d'éléments de support et fixation des rails continus sans communication) et où il est alors nécessaire de prévoir un drainage spécifique.

[0016] L'invention sera mieux comprise, grâce à la description ci-après, qui se rapporte à un mode de réalisation préféré, donné à titre d'exemple non limitatif, et expliqué avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

La figure 1 est une vue axiale (selon l'axe de la voie donc), d'une coupe transversale d'un module selon l'invention,

La figure 2 est une vue de dessus du module,

La figure 3 est une vue latérale (transversale/perpendiculaire à l'axe de la voie donc), d'une coupe axiale du module,

La figure 4 est une vue axiale, d'une coupe transversale d'une voie double réalisée avec les modules de l'invention,

La figure 5 est une vue de dessus d'une voie ferrée constituée par l'assemblage de modules juxtaposés et en alignement,

La figure 6 est une vue axiale, en coupe transversale, d'un auget du module d'une voie montée avec son rail, dans le cas d'une longrine obtenue par coulage d'un béton fluide, et

La figure 7 est une vue axiale, en coupe transversale, d'un auget du module d'une voie montée avec son rail, dans le cas d'une longrine comportant un blocet maintenu par un béton de calage.

[0017] Sur les Figures 1 à 3, le module 1 de support de rails de voie ferrée qui est un élément monobloc en béton armé (les fers sont schématisés en pointillés épais sur la Figure 1) préfabriqué, comporte latéralement par rapport à l'axe central de la voie deux éléments appelés augets 2 pour support et fixation des deux rails de la voie et dans l'espace transversal entre les deux augets un moyen de liaison transversal 3 reliant les deux augets 2.

[0018] L'auget 2 est en forme de canal 20 ouvert vers le haut et latéralement à ses deux extrémités axiales (dans la longueur du rail de la voie). Le canal 20 de l'auget 2 est donc limité latéralement par deux faces internes latérales 21 et un fond 22. Dans cet exemple de réalisation, les deux faces internes latérales 21 du canal de l'auget sont inclinées pour réaliser une forme globale de canal d'auget en queue d'aronde en vue axiale, le fond 22 du canal de l'auget étant plus large que l'ouverture supérieure vers le haut du canal 20 de l'auget 2. Cette forme en queue d'aronde assure une meilleure tenue à l'arrachement de la longrine qui est réalisée dans le canal 20. Dans une variante, les deux faces internes latérales 21 du canal de l'auget sont verticales. L'auget comporte en outre des orifices 4 (diamètre approximatif 40 mm) destinées à permettre la prise du module pour sa manipulation.

[0019] Dans cet exemple de réalisation, la forme générale du gabarit externe de l'auget 2 en vue axiale (Figure 1) est sensiblement pyramidale tronquée, les faces externes latérales 23 de l'auget étant sensiblement inclinées (sauf en partie basse coté central du module sur la Figure 1). Dans une variante la forme générale est parallélépipédique, les faces externes latérales 23 étant verticales. La forme générale externe du module 1 en vue de dessus (Figure 2) est globalement rectangulaire et est plus particulièrement adaptée à une voie linéaire droite, les modules s'accrochant parfaitement entre eux le long de la voie. On verra plus loin que des formes à bords axiaux non parallèles sont possibles pour des voies courbes.

[0020] Les dimensions typiques d'un module sont pour le gabarit externe : longueur (le long de l'axe de la voie) 750 mm, largeur (perpendiculairement à l'axe de la voie) à la base 2130 mm, largeur au sommet 2110 mm, hauteur 300 mm. Largeur du canal de l'auget à son sommet ouvert étroit 400 mm, à sa base large 480 mm et hauteur 200 mm. Distance de séparation des deux augets (= longueur du jambage) 720 mm. Largeur du jambage à la base 125 mm et au sommet 110 mm, le bord du jambage coté ouverture centrale étant incliné, la hauteur du jambage 200 mm. Il en résulte que l'ouverture mesure axialement (le long de l'axe de la voie) à la base du module 500 mm. La distance transversale séparant le sommet des deux augets est de 790 mm. Orifices 4 de prise du module de diamètre approximatif 40 mm. On comprend bien que ces dimensions sont approximatives et indicatives.

[0021] Le moyen de liaison transversal 3 comporte ici deux jambages 31 séparés axialement par une ouverture

30 de communication. Les jambages 31 sont donc étendus entre les deux augets 2 afin que l'espace transversal comporte l'ouverture 30 pour communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous du module. Les deux jambages sont aux deux extrémités axiales (axe de la voie) du module. On peut remarquer Figure 2 et Figure 3 que le bord d'extrémité axiale 32 du jambage d'extrémité axiale du module est dans le même plan que les deux faces axiales 24 des deux augets 2 de même extrémité axiale du module afin que lorsque les modules sont accolés ensemble, il n'y ait pas de discontinuité sensible entre les bords d'extrémités axiales 32 de deux jambages adjacents et entre les deux faces axiales 24 de deux augets 2 adjacents. Il en résulte, au moins en section droite de voie, que le canal allongé formé de la mise bout à bout des canaux 20 d'un assemblage de modules accolés et alignés est sensiblement continu et ne présente pas de discontinuité dans l'alignement de ses faces internes latérales 21. Le béton fluide qui est coulé dans ces canaux alignés ne peut donc pas s'en échapper (sous la réserve de la présence d'orifices de prise 4).

[0022] Le canal 20 de l'auget 2 est destiné à recevoir une longrine de béton armé 5 obtenue par coulage d'un béton fluide et comportant des tiges filetées et sur laquelle est posé et fixé le rail 8 correspondant par boulonnage sur les tiges filetées et utilisation de selles et patins 9 comme représenté Figure 6. Dans une variante représentée Figure 7, la longrine comporte un blochet 6 en béton armé fixé dans le canal par un béton de calage 7 et sur lequel est posé et fixé le rail 8 correspondant. Le rail 8 est fixé à la longrine ou au blochet par boulonnage sur des tiges filetées avec interposition de selles et utilisation de patins identifiés par la référence numérique commune 9 sur les Figures.

[0023] Figure 4, une voie ferrée double engazonnée a été réalisée. Elle repose sur un sol 10 préparé pour avoir une portance suffisante. Des réseaux 14, par exemple, électricité, signalisation, arrosage... ont également été réalisés. Des moyens de drainage 13 type drain agricole D80 ont également été réalisés. Les faces inférieures (bases) des deux augets 2 et des jambages 31 sont dans un même plan et le module repose donc uniformément sur le sol 10 formant la plate-forme. Le sol est soit un sol naturel, soit un sol rapporté et qui, dans les deux cas, est travaillé et sur lequel une couche de réglage peut être déposées pour un nivellement à +/- 1 cm. Dans cet exemple, un géotextile 15 posé sur la surface du sol est interposé entre le sol et les modules. Un remplissage adéquat formant une couche de remplissage 11 de hauteur correspondant sensiblement à la hauteur d'un module a été effectué. Sur cette couche de remplissage 11 est disposée la couche d'engazonnage 12 arrivant jusqu'au niveau supérieur des rails 8.

[0024] Les dimensions typiques en hauteur des différentes couches de la voie à partir du sol à la cote approximative - 490 mm jusqu'à l'air libre, coté engazonné, sont : couche de remplissage 300 mm, couche d'enga-

zonnage 170 mm, hauteur libre de rail 20 mm au dessus de la couche d'engazonnage. On comprend bien que ces dimensions sont approximatives et indicatives, d'autant plus que la couche d'engazonnage comporte un élément vivant qui se développe.

[0025] Figure 5 on peut voir la disposition cote à cote, en alignement, des modules le long de la voie ferrée, en l'absence de la couche de remplissage et de l'engazonnage. De préférence, le ferrailage de la longrine s'effectue sur une longueur supérieure à la longueur (axiale) d'un module afin qu'un même fer passe à travers plusieurs augets de modules.

[0026] Le principe général de pose des voies ferrées mettant en oeuvre les modules de l'invention est maintenant décrit. Sur la base (directement ou non, par exemple avec interposition d'un géotextile) d'une plate-forme terrassée et réglée avec une profondeur d'environ 50 cm par rapport au niveau fini du rail, des modules préfabriqués comportant des augets sont posés au contact les uns des autres, en alignement, pour permettre la constitution de deux alignements de canaux d'augets destinés à la réalisation de deux longrines parallèles par voie. Les rails équipés de blochets ou de selles de maintien sont ensuite positionnés sur les longrines réalisées à l'intérieur de ces augets et sont réglés en altimétrie et planimétrie de façon conventionnelle à l'aide de gabarits et de tiges de relevage. Un béton très plastique ou fluide est mis en oeuvre pour assurer le calage des rails à l'intérieur de chacun des augets, constituant ainsi deux longrines cohésives qui maintiendront les rails en place. Dans le cas d'utilisation de selles de maintien avec tiges d'ancrages, un ferrailage du béton de calage sera prévu sous forme de filants en acier ligaturés entre eux et de section adaptée. Dans le cas d'utilisation de blochets, ces derniers sont fixés dans les canaux des augets par la prise du béton qui y est coulé.

[0027] Une fois les voies montées de la sorte, un remplissage en grave D2 ou calcaire de granulométrie adaptée par rapport au substrat végétal devant être mis en place, est réalisé sur les rives de la plate-forme, entre les rails et entre les voies, formant la couche de remplissage.

[0028] A noter que dans l'intervalle, il aura été mis en place tous les réseaux nécessaires (secs et humides) au dispositif d'arrosage automatique, dans l'épaisseur de la structure de la voie.

[0029] Typiquement, dans le cas de deux voies parallèles, l'écartement entre les deux voies de circulation (à l'entraxe) est de 3,4 m et peut descendre localement à 3,0 m. L'écartement entre les deux rails est de 1,435 m. L'espacement longitudinal des blochets est de 0,75 m.

[0030] En pratique, le dimensionnement des modules préfabriqués et du béton de longrine est déterminé par calcul sur la base de données relatives au matériel roulant qui doit emprunter la voie (charges à l'essieu, entraxe de bogies, contact rail/roue, etc.) et aux conditions de circulation des tramways (vitesse, profil, courbes, freinages, etc.).

[0031] A titre d'exemple, on peut considérer les éléments qui suivent et qui ont servis à effectuer des calculs de résistance pour des modules de structure donnée et une mise en oeuvre avec blochets. La chaussée du tramway repose sur un sol de module fixé à $E = 35 \text{ MPa}$ ou $E = 50 \text{ MPa}$. La plate-forme est constituée de modules à deux augets et deux jambages en béton préfabriqué à l'intérieur desquels sont posés les blochets supportant les rails. Les blochets disposés dans les canaux des augets sont noyés dans un béton de calage. Un ferrailage des augets, jambages et des blochets est réalisé. A titre d'exemple, il est mis en oeuvre des armatures pour le béton armé qui sont des barres à haute adhérence de nuance FeE500 et avec un enrobage minimum de 3 cm.

[0032] Les blochets et les modules sont constitués de béton de classe C50 ($f_{c28} = 50 \text{ MPa}$). Le béton de calage est un béton de classe C30 ($f_{c28} = 30 \text{ MPa}$).

[0033] Il a été calculé dans diverses conditions et notamment de charge de la voie, que les tassements et contraintes restaient inférieurs aux limites généralement admises pour les matériaux considérés. De même, la reprise des efforts horizontaux et dus à la dilatation est satisfaisante.

[0034] Plus en détail, la réalisation de la voie ferrée avec les modules de l'invention nécessite que la plate-forme sur laquelle repose la voie soit terrassée, réglée et stabilisée au niveau moins 50 cm par rapport au plan de roulement du rail avec une tolérance de $-1/+2 \text{ cm}$, ou mieux $\pm 1 \text{ cm}$. Cette plate-forme constitue le sol qui est soit d'origine, soit rapporté selon les caractéristiques initiales locales du terrain. La portance de la plate-forme doit permettre d'obtenir un $EV2 > 35 \text{ Mpa}$. De préférence, cette caractéristique doit être vérifiée par un essai de plaque à même la plate-forme ou fond de forme.

[0035] La plate-forme doit être propre et exempte d'aspérité. Le cas échéant et afin de s'affranchir des éventuelles intempéries qui pourraient dégrader la portance du fond de forme, un traitement de surface par gravillonnage et application d'une couche d'émulsion pourra être préconisé. De même, en cas d'inégalité du fond de forme, une fine couche de sable ou de granulats criblés de granulosités réduite (0/8 mm) pourra être disposée et proprement régalande avant la pose des modules.

[0036] Dans le cas où la voie est totalement construite in situ, les rails sont livrés sur le chantier par camions à remorques extensibles, à raison de 22 rails de 18 m par camion. Ils sont déchargés à l'aide d'une pelle mécanique équipée d'une pince à rail. En cas de besoin, les rails sont élingués pour limiter leur amplitude de mouvement. Les rails sont distribués le long de la plate-forme, de chaque côté de la future voie. Dans une autre modalité de réalisation, les rails sont amenés sur le chantier après la mise en place des modules.

[0037] Les modules à augets et jambages sont ensuite livrés par camions semi-remorques directement depuis leur site de fabrication ou bien depuis un lieu de stockage proche du chantier. Conditionnés sur bois de calage, les augets sont déchargés à l'aide d'une pelle mécanique

équipée de fourches ou à l'aide d'un chariot élévateur. Ils sont disposés directement bord à bord, alignés, pour continuité des canaux des augets, sur la plate-forme, le long de repères d'alignement de voie préalablement mis en place par les géomètres.

[0038] Une fois les modules mis en place, les rails sont positionnés sur des supports en bois en appui sur les faces supérieures des augets. Des selles isolantes équipées d'un système d'attache (Nabla®) sont ensuite montées sur les rails. Une fois l'armement de la voie réalisé, un système de réglage altimétrique et planimétrique est ensuite mis en place sur les rails (gabarits de réglage) afin de permettre le positionnement en X, Y, Z des voies. Les rails sont alors soudés par aluminothermie. Le garnissage des rails est réalisé de façon conventionnelle avant que les rails ne soient calés dans le béton de longrines, pour pouvoir accéder au patin du rail et assurer le meilleur isolement possible.

[0039] A noter que dans le cas de zones difficiles d'accès ou nécessitant un impact chantier limité pour les riverains, les commerçants et les usagers, les rails peuvent être pré montés en atelier avec les selles déjà assemblées et les pièces de garnissage des rails mis en place et livrés sur le chantier directement par des moyens conventionnels (camions semi-remorque et pelles mécaniques). Le montage sur place se trouve alors particulièrement accéléré et le délai global d'intervention peut être considérablement raccourci.

[0040] Dans une variante encore plus rapide à mettre en oeuvre, ce sont des sections préfabriquées de voie ferrée à deux rails, de longueur déterminée qui sont livrées et posées sur la plate-forme. Chacune de ces sections comporte un ensemble de modules alignés et accolés ensembles, deux longrines en béton armées réalisées par coulage de béton dans chacun des deux canaux des augets, lesdites longrines comportant en outre des tiges filetées, des selles et patins étant disposés sur les longrines, les rails étant disposés sur les selles et étant boulonnés avec des patins aux tiges filetées pour fixation. Les divers réseaux éventuels peuvent être installés dans les nombreuses zones réservées.

[0041] Pour le calage de la voie réalisée in situ, le réglage fin est réalisé par les géomètres et une fois les voies correctement positionnées, elles sont calées par coulage d'un béton de granulométrie adaptée (0-16), très plastique ou auto plaçant si la géométrie des voies le permet. Une fois que le béton a fait sa prise, les équipements de réglage sont déposés et évacués, les travaux de nettoyage et de finitions peuvent être alors réalisés.

[0042] Un remplissage de tous les vides de la plate-forme (entre rails, rives et entre voie) peut ensuite être réalisé à l'aide d'une grave calcaire, de tout venant de faible granulométrie (0/10 par exemple) ou de terre végétale alourdie par un mélange de sable et de cailloux (4-16 mm). Ce remblai destiné à former la couche de remplissage 11 subira ensuite un compactage et sera régalande au niveau moins 20 cm approximativement pour réserver le reste de la structure à la pose du substrat à

engazonner et au semis du gazon formant la couche engazonnée 12.

[0043] Les modules sont fabriqués par des méthodes classiques de moulage de béton dans des moules contenant un ferrailage. Cependant, pour la réalisation des canaux des augets en forme de queue d'aronde qui comportent un rentrant, lors du moulage on installe dans le moule une contreforme en acier ou une pièce perdue en plastique par exemple, qui permet de réaliser le rentrant et qui sera enlevée une fois le béton pris. Le ferrailage est étendu aussi bien dans les augets que dans les jambages. Par ailleurs, lors de la réalisation ultérieure des longrines, un ferrailage est également mis en place dans les canaux des augets avant que du béton fluide y soit coulé.

[0044] Les modules tels que décrits jusqu'à présent et qui ont un gabarit externe globalement parallélépipédique sont spécifiquement adaptés à des sections de voie linéaire (=droite) puisqu'il faut éviter des discontinuités entre les parois latérales des canaux alignés des augets et à travers lesquelles le béton fluide qui est coulé pour réaliser la longrine pourrait s'échapper. En effet, ce gabarit assure une continuité des parois des canaux alignés pour une voie linéaire. Dans le cas où une courbe est présente, plusieurs solutions sont possibles. Si la courbe a un grand rayon, le décalage angulaire entre les modules de gabarit parallélépipédique sera faible et les discontinuités entre les parois de canaux successif faible et on peut envisager de combler ces discontinuités avant le coulage du béton fluide de longrine par des bouchons en toute matière adéquate. A titre d'autre exemple, on peut isoler ces discontinuités par une bande de largeur réduite disposée dans les extrémités adjacentes de canaux de deux augets de deux modules adjacents et en pont sur la discontinuité, la bande peut être par exemple souple en caoutchouc vulcanisé ou un clip en matière plastique épousant la forme en queue d'aronde des faces du canal. Dans ce dernier cas, le béton coulé de la longrine ne sera plus au contact des parois et fond du canal vers les extrémités dudit canal d'un auget pour un module donné. Dans une variante une telle bande souple est disposée tout le long des canaux aussi bien en section linéaire que courbe de voie et ainsi, le béton de la longrine est séparé des parois et fonds des canaux des augets par la bande qui peut être résiliente, ce qui peut donner un effet d'amortissement/souplesse/isolation supplémentaire dans la voie.

[0045] Une autre solution pour les portions en courbe de la voie est de mettre en oeuvre des modules qui ont une forme non plus à deux faces d'extrémités axiales parallèles entre elles mais qui soient convergentes, vu de dessus le module ayant alors une forme externe en triangle à sommet tronqué. On comprend cependant que cette solution pour que la continuité entre les canaux des augets soit parfaite nécessite la réalisation de modules dont les angles de convergence des faces d'extrémités axiales soient parfaitement adaptés au rayon de courbure de la voie. Si cela n'est pas le cas, il y aura discontinuité

et on se retrouve dans le cas décrit plus haut et les solutions présentées peuvent alors être mises en oeuvre pour combler/isoler les discontinuités et éviter la fuite du béton fluide lors de son coulage pour réalisation de la longrine.

[0046] On comprend bien que l'invention peut être déclinée selon de nombreuses autres possibilités sans pour autant sortir du cadre défini par la description et les revendications.

Revendications

1. Module (1) support (8) de voie ferrée, le module comportant latéralement par rapport à l'axe central de la voie, deux éléments de support des deux rails de la voie et, dans l'espace transversal entre les deux éléments de support, un moyen de liaison transversal (3) les reliant, l'élément de support étant destiné à recevoir une longrine (5) (6, 7) de béton armé comportant des tiges filetées et sur laquelle sont posées des selles d'ancrage soutenant le rail par boulonnage de patins sur les tiges filetées qui traversent verticalement les selles, ledit module permettant un engazonnement en surface de la voie ferrée, **caractérisé en ce que** le module est en béton armé monobloc préfabriqué, et **en ce que** chaque élément de support est un auget (2) en forme de canal (20) ouvert vers le haut et latéralement à ses deux extrémités axiales, le long de l'axe du rail de la voie, et **en ce que** le moyen de liaison transversal comporte au moins deux jambages (31) séparés axialement et étendus entre les deux augets afin que l'espace transversal comporte au moins une ouverture (30) pour communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous dudit module, et **en ce que** les bases des deux augets (2) et des jambages (31) du module sont dans un même plan, et **en ce que** les deux faces d'extrémités axiales (24) des deux augets à une même extrémité axiale du module sont verticales et dans un même plan afin que lorsque les modules sont accolés ensembles en alignement, il n'y ait pas de discontinuité sensible entre les faces internes latérales (21) des canaux (20) d'augets alignés.
2. Module selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** jambage (31) est étendu entre les deux augets (2) à chacune des deux extrémités axiales du module afin que le moyen de liaison transversal comporte une ouverture (30) à sa partie médiane pour communication entre les deux volumes définis au dessus et en dessous dudit module.
3. Module selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le bord d'extrémité axiale (32) du jambage d'extrémité axiale du module est dans le même plan que

les deux faces axiales (24) des deux augets de la même extrémité axiale du module afin que lorsque les modules sont accolés ensemble, il n'y ait pas de discontinuité sensible entre les bords d'extrémités axiales de deux jambages accolés.

4. Module selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux faces internes latérales (21) du canal (20) de l'auget (2) sont inclinées en forme de queue d'aronde, le fond (22) du canal de l'auget étant plus large que l'ouverture supérieure vers le haut du canal de l'auget. 10
5. Module selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les deux faces latérales externes (23) de l'auget sont inclinées, la base de l'auget étant plus large que le sommet, en haut, de l'auget, l'auget ayant un gabarit externe sensiblement pyramidal tronqué en coupe transversale. 15
6. Module selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la hauteur de l'auget (2) est supérieure à la hauteur du jambage (31). 20
7. Module selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la longrine résulte, soit (5) du coulage de béton fluide dans la totalité du canal de l'auget, soit de l'installation dans les canaux des augets de blochets (6) de support et fixation des rails, lesdits blochets étant maintenus dans lesdits canaux par un béton de calage (7). 25
8. Voie ferrée à deux rails, engazonnée en surface, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un ensemble de modules (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, lesdits modules étant accolés et alignés ensemble, chaque rail (8) étant posé et fixé sur et dans une longrine (5) (6, 7) en béton armée réalisée par coulage de béton dans le canal (20) des augets (2) correspondants en alignement, lesdits modules étant posés sur un sol (10) préparé et une composition végétalisable engazonnée (12) étant répandue sur la voie. 30
9. Section préfabriquée de voie ferrée à deux rails (8), de longueur déterminée, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un ensemble de modules selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 alignés et accolés ensemble, deux longrines (5) (6, 7) en béton armées réalisées par coulage de béton dans les canaux (20) alignés des augets (2), lesdites longrines comportant en outre des tiges filetées, des selles d'ancrage et patins (9) étant disposés sur les longrines, les rails étant disposés sur les selles et étant maintenus par boulonnage des patins sur les tiges filetées. 45

10. Procédé de montage d'une voie ferrée à deux rails, engazonnée en surface, **caractérisé en ce que** :

- on prépare un sol (10) pour obtenir une surface portante,
- on place sur le sol préparé un alignement cote à cote de modules (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,
- on installe un ferrailage dans les canaux (20) des augets (2) des modules,
- on installe des tiges filetées, selles, patins (9) et rails (8),
- on positionne les rails le long des canaux alignés des augets,
- on coule un béton fluide dans les canaux des augets des modules afin d'obtenir les longrines (5) (6, 7) disposées dans les augets et prenant les tiges filetées.

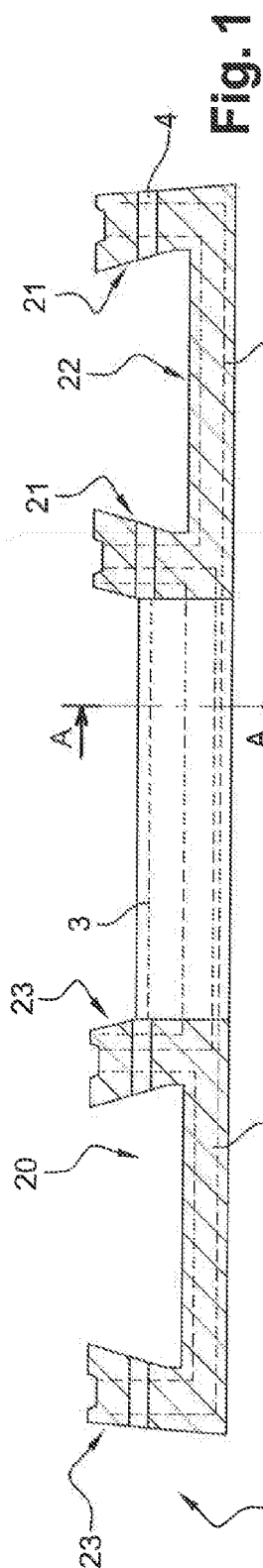


Fig. 2

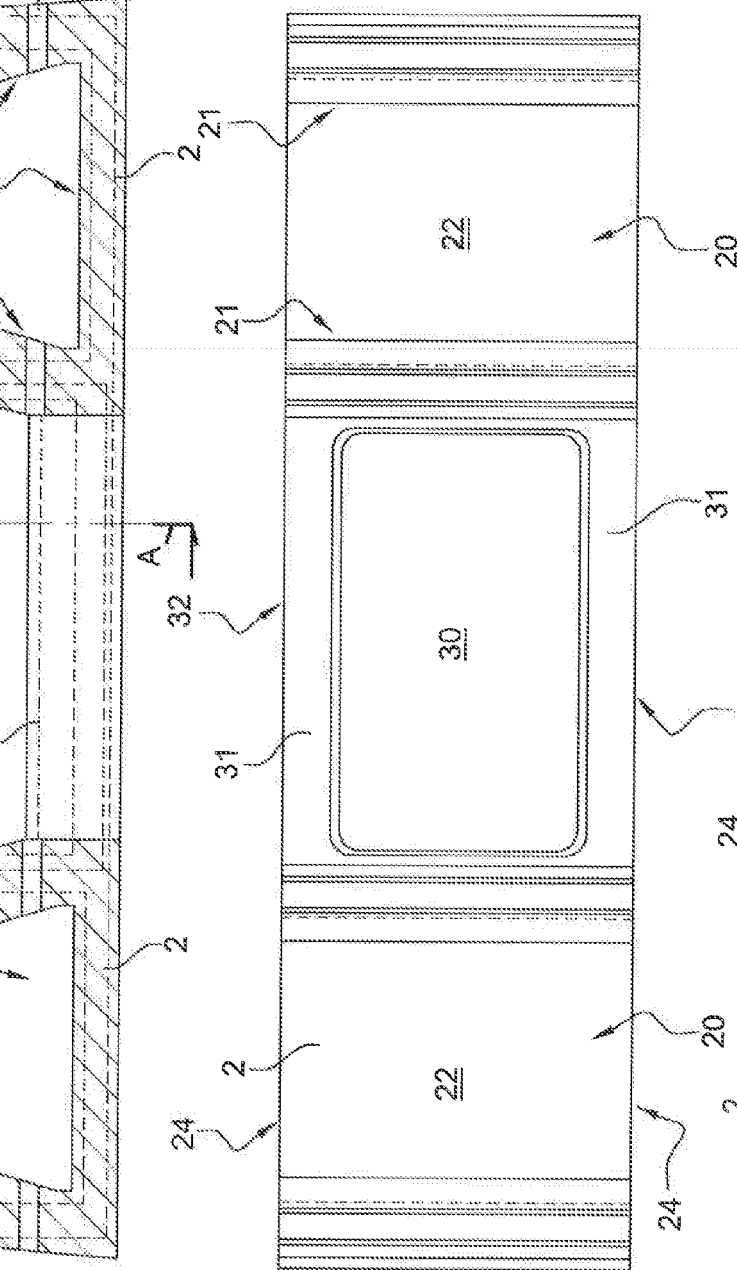
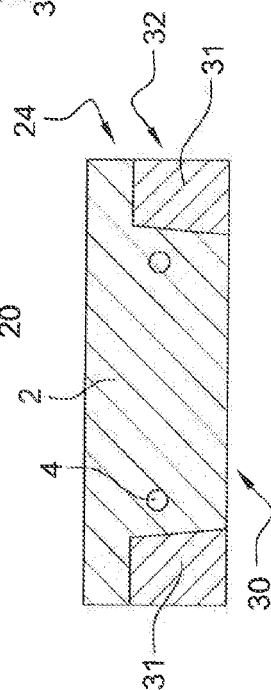


Fig. 3



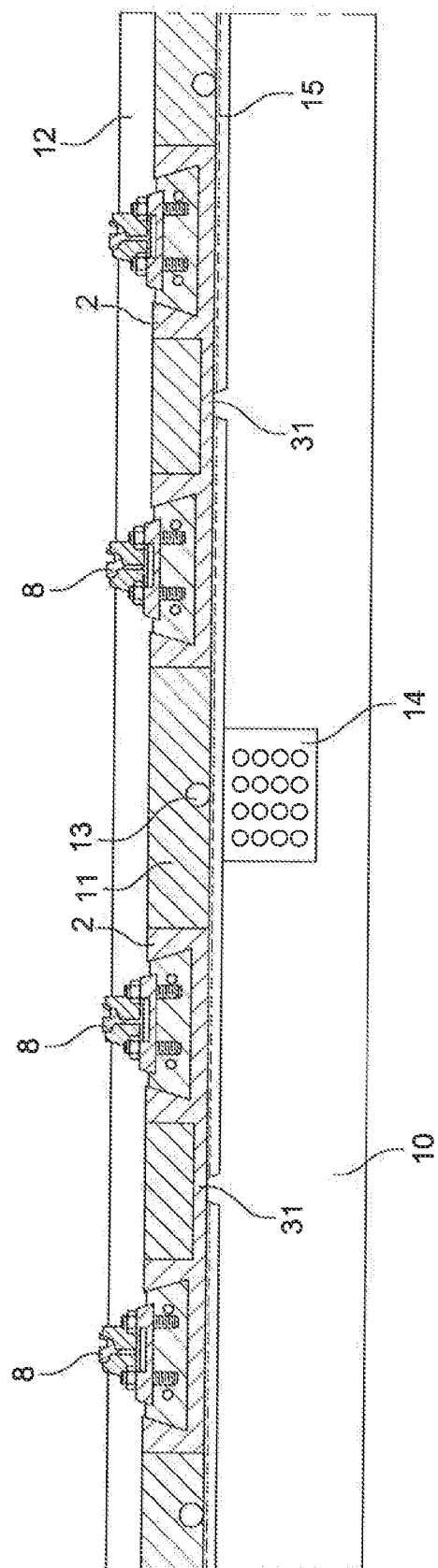


Fig. 4

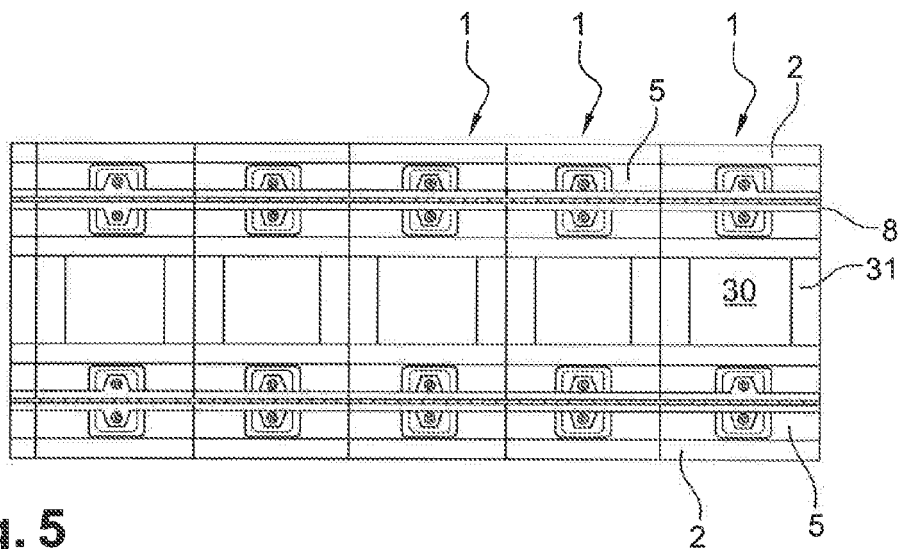


Fig. 5

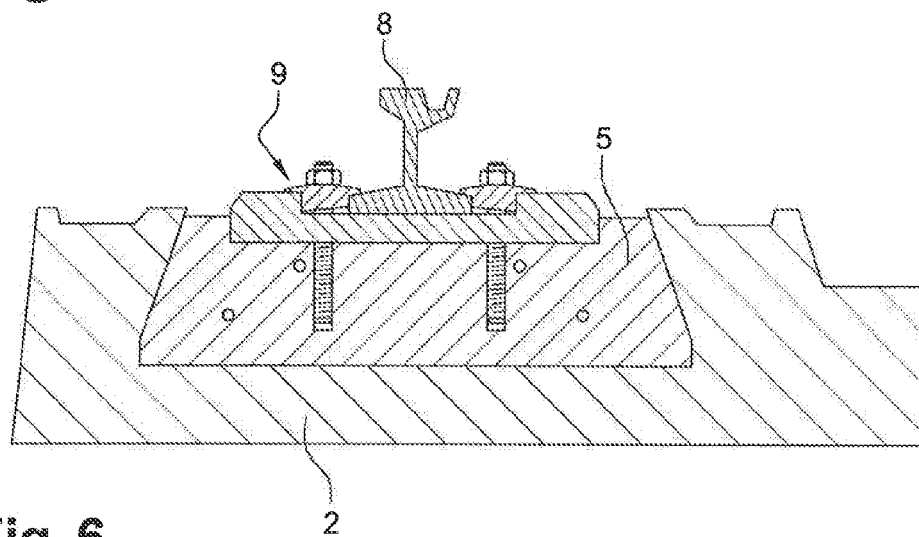


Fig. 6

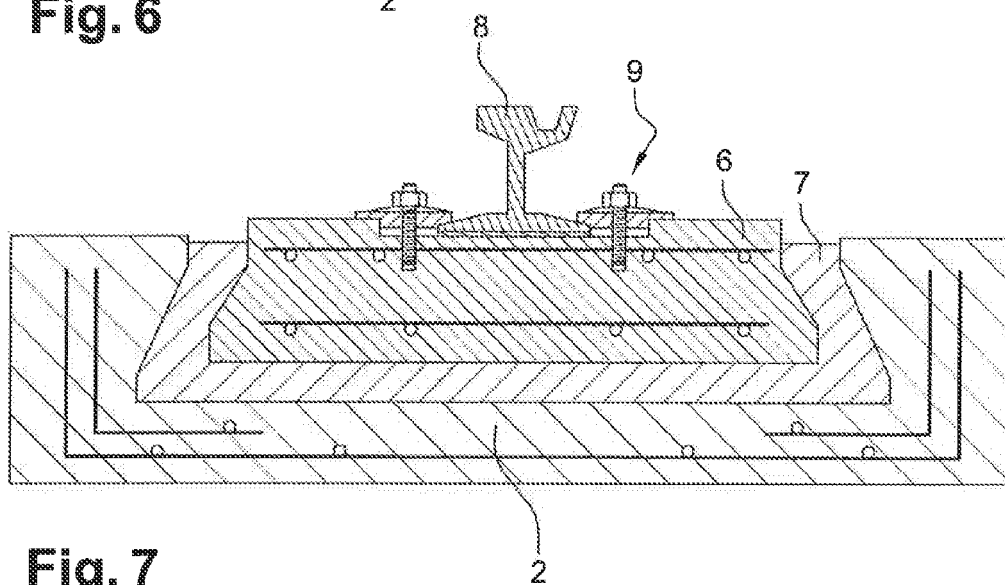


Fig. 7



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 11 30 5016

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 2 901 814 A1 (SATEBA SYSTEME VAGNEUX SA [FR]; STRAIL FRANCE [FR]; FORTIN JEAN PIERRE) 7 décembre 2007 (2007-12-07) * revendications 13,14; figures 9-14 *	1,8-10	INV. E01B3/38
A	EP 1 736 599 A1 (KALIVODA MANFRED T [AT]) 27 décembre 2006 (2006-12-27) * revendication 11; figures 1-8 *	1,8-10	
A	US 4 105 160 A (RAMER JAMES LEROY) 8 août 1978 (1978-08-08) * colonne 2, alinéa 39 - colonne 3, alinéa 24; figures 1,2 *	1	
A	DE 10 2007 046249 A1 (EDILON SEDRA GMBH [DE]) 9 avril 2009 (2009-04-09) * page 3, alinéa 18-22; figures 1-4 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 18 avril 2011	Examineur Fernandez, Eva
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 03.02 (P04C02)

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

EP 11 30 5016

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.

18-04-2011

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2901814 A1	07-12-2007	AUCUN	
EP 1736599 A1	27-12-2006	AT 435334 T ES 2329506 T3	15-07-2009 26-11-2009
US 4105160 A	08-08-1978	AUCUN	
DE 102007046249 A1	09-04-2009	AT 505789 A2	15-04-2009

EPO FORM P0460

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