



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.09.2016 Bulletin 2016/37

(51) Int Cl.:
E01B 1/00 (2006.01) E01B 3/38 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16305252.5**

(22) Date de dépôt: **07.03.2016**

(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
Etats de validation désignés:
MA MD

(71) Demandeur: **Colas Rail**
78600 Maisons Laffitte (FR)

(72) Inventeurs:
• **MALOD PANISSET, Jacques**
78960 VOISINS LE BRETONNEUX (FR)
• **VIALLET, Vincent**
78270 MERICOURT (FR)

(30) Priorité: **13.03.2015 FR 1500489**

(74) Mandataire: **Jacobacci Coralys Harle**
14-16 Rue Ballu
75009 Paris (FR)

(54) **VOIE FERRÉE SUR LONGRINES LONGITUDINALES, PROCÉDÉ DE RÉALISATION**

(57) Voie ferrée (1) à appui continu et procédé de réalisation, la voie comportant une paire de rails (7) de roulement parallèles entre eux suivant une direction longitudinale et fixés sur des supports (6), les supports reposant sur une assise (3, 4) étendue sous la voie et disposée sur une plateforme (2). Les supports sont des longrines (6) longitudinales allongées sous chacun des rails (7) et l'assise comporte au moins une couche (3, 4) de

granulats bituminés, et en ce que chacun des rails (7) repose par son patin sur les longrines (6) avec interposition d'une semelle (10) filante d'amortissement, les rails (7) étant fixés (8) aux longrines, les longrines étant collées par une résine (12) synthétique polymérisable sur ladite au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés de l'assise.

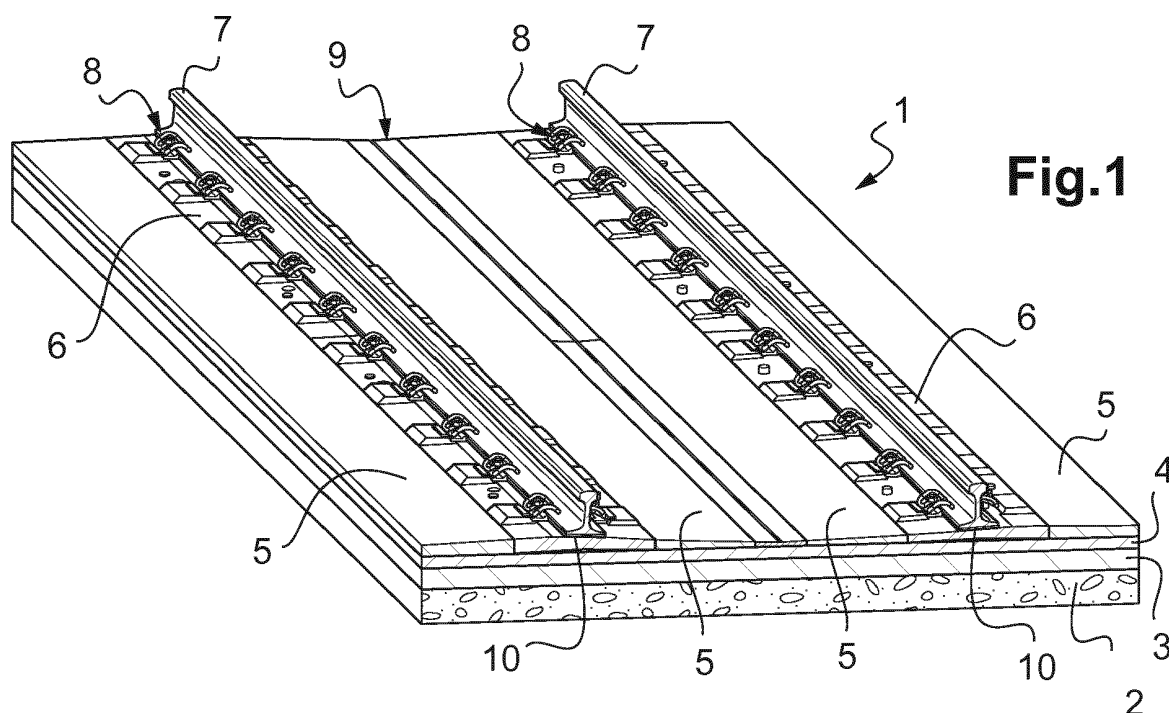


Fig.1

Description

[0001] La présente invention concerne une voie ferrée sur longrines longitudinales ainsi qu'un procédé pour sa réalisation. Elle a notamment des applications dans le domaine du Génie Civil et de la construction ou de la remise en état des voies ferrées pour des circulations ferroviaires ou même des tramways ou des métros.

[0002] On peut classer les voies ferrées en deux grandes catégories : les voies ballastées et les voies sans ballast. L'alternative à la voie ballastée est la voie sur dalle pour laquelle le ballast est remplacé par des couches d'assise constituées de dalles en béton ou d'enrobés. Les voies ferrées sur dalle sont intéressantes du fait de leur plus grande stabilité structurelle et de leur cycle de vie plus long. Les voies ferrées sur dalle béton souffrent toutefois de certains inconvénients : coût de construction plus élevé, en particulier lorsque le sol du site a une capacité de portance faible, épaisseur élevée de la voie ferrée voisine de celle sur ballast, sensibilité élevée aux défauts de construction (le drainage de l'eau et le terrassement doivent être parfaits au risque de détériorer plus rapidement le béton), un temps de construction plus long avec un temps de durcissement très élevé pour les dalles coulées sur place, un dimensionnement plus exigeant selon la capacité de portance par rapport aux voies ballastées, elle est plus bruyante et, enfin, elle conduit à générer des émissions de CO₂ très importantes en raison de l'usage du béton.

[0003] L'utilisation d'enrobés bitumineux dans la superstructure ou dans la couche sous ballast répond bien aux exigences modernes des voies ferrées. En faisant varier la composition de l'enrobé, le rapport des différents constituants ainsi que la distribution de la taille des particules granulaires, les propriétés du mélange final peuvent être adaptées en fonction des besoins spécifiques de la construction. En outre, la production d'enrobés bitumineux a lieu dans les usines mobiles ou statiques maintenant bien maîtrisées.

[0004] D'une manière générale, les voies ferrées sont des équipements connus qui peuvent pour certains avoir été réalisés depuis de très nombreuses années avec, à l'époque, des contraintes qui n'ont plus rien à voir avec celles de nos jours présents. C'est en particulier le cas pour les souterrains/tunnels ou les passages de voies ferroviaires sous des ouvrages du type pont.

[0005] En France, par exemple, 1532 tunnels représentant 640 km de voies ferrées ont été recensés mais seuls 1300 tunnels sont actuellement en exploitation. Près de la moitié de ces tunnels ont été construits dans la seconde moitié du XIX^e siècle.

[0006] Il peut donc se poser au niveau de ces équipements anciens des problèmes de gabarit empêchant le passage du matériel roulant moderne dont les dimensions augmentent avec les besoins de transports massifiés.

[0007] La solution générale consiste à dégager le plus de volume possible dans le tunnel en réduisant les vo-

lumes de chacun des équipements de la voie ferroviaire. Jusqu'à présent beaucoup de travaux ont porté sur la modification de la voute avec réduction de son épaisseur ou sur la caténaire avec maintenant une solution jugée optimale : la caténaire rigide.

[0008] La solution proposée ici s'intéresse à la réduction de la hauteur/épaisseur de la voie ferrée en elle-même et prenant en compte notamment l'environnement particulier des souterrains (température, hydrométrie, ...). La solution proposée permet en outre une meilleure tenue dans le temps et aux charges supportées, ce qui permet de réduire la maintenance. Bien qu'elle soit particulièrement adaptée à une mise en oeuvre dans les tunnels, l'invention peut cependant être appliquée à d'autres domaines, voies sous des ponts ou même voies libres.

[0009] Ainsi, l'invention concerne une voie ferrée comportant une paire de rails de roulement parallèles entre eux suivant une direction longitudinale et fixés sur des supports, les supports reposant sur une assise étendue sous la voie et disposée sur une plateforme.

[0010] Selon l'invention, les supports offrent un appui continu aux rails et sont formés de longrines longitudinales allongées, mises bout à bout et disposées sous chacun des rails,

l'assise comporte au moins une couche de granulats bituminés, et

chacun des rails repose par son patin sur les longrines avec interposition d'une semelle filante d'amortissement, les rails étant fixés aux longrines, les longrines étant collées par une résine synthétique polymérisable sur ladite au moins une couche de granulats bituminés de l'assise.

[0011] 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 :

- les granulats bituminés sont de l'enrobé bitumineux,
- la voie ferrée est de hauteur réduite, la hauteur entre la face inférieure du patin du rail et la plateforme étant inférieure ou égale à 25 cm, de préférence d'environ 20 cm,
- l'épaisseur de la longrine au niveau de l'âme du rail est inférieure ou égale à 5 cm, de préférence comprise entre 3 cm et 5 cm,
- la résine synthétique est sensiblement souple une fois polymérisée afin de former un étage amortisseur entre les longrines et ladite au moins une couche de granulats bituminés de l'assise,
- avant installation et collage des longrines, ladite au moins une couche de granulats bituminés de l'assise est fraisée en surface au moins sous les longrines afin de mettre à nu la surface des granulats et d'améliorer le collage des longrines sur ladite au moins une couche de granulats bituminés de l'assise,
- la voie ferrée comporte en outre des moyens d'ancrage des longrines dans l'assise, lesdits moyens d'ancrage traversant lesdites longrines et au moins

- une partie de l'assise,
- chaque longrine comporte une table universelle de réception de patin de rail et de fixation de rail,
- les longrines comportent des moyens de fixation universels d'attaches de rails,
- les longrines comportent à travers leur épaisseur des trous de coulée et des événements pour injection à travers la longrine de la résine de collage, en sous-longrine,
- chaque longrine comporte à sa face inférieure tournée vers l'assise, des canaux de répartition pour la résine de collage,
- chaque longrine a une face inférieure tournée vers l'assise qui est structurée de manière à augmenter l'efficacité du collage par la résine de collage de la longrine sur l'assise,
- chaque longrine est un élément allongé droit comportant deux extrémités longitudinales opposées,
- les deux extrémités longitudinales opposées de chaque longrine sont planes et perpendiculaires à la direction principale de la longrine,
- les deux extrémités longitudinales opposées de chaque longrine sont respectivement concave et convexe,
- la concavité et la convexité sont selon un axe respectif,
- la concavité et la convexité sont selon deux axes perpendiculaires respectifs,
- l'assise comporte vers le haut une couche supérieure de granulats bituminés armée et vers le bas une couche inférieure de granulats bituminés non armée, ladite couche inférieure de granulats bituminés non armée étant disposée entre la couche supérieure de granulats bituminés armée et la plateforme,
- la voie ferrée comporte en outre une couche superficielle de granulats bituminés répandue de part et d'autre des longrines sur ladite au moins une couche de granulats bituminés d'assise sur laquelle sont collées les longrines,
- la couche superficielle est répandue après le collage des longrines à ladite au moins une couche de granulats bituminés d'assise,
- de préférence les compositions de ladite au moins une couche de granulats bituminés d'assise sur laquelle sont collées les longrines et de la couche superficielle sont identiques,
- ladite au moins une couche de granulats bituminés d'assise sur laquelle sont collées les longrines, notamment la couche supérieure dans le cas d'une couche inférieure et d'une couche supérieure dans l'assise, et la couche superficielle sont toutes deux armées,
- l'armement de la ou des couches de granulats bituminés est constitué d'une armature métallique tridimensionnelle à structure alvéolaire en nid d'abeilles,
- ladite au moins une couche de granulats bituminés d'assise sur laquelle sont collées les longrines, notamment la couche supérieure dans le cas d'une couche inférieure et d'une couche supérieure dans

l'assise, et la couche superficielle sont toutes deux non armées,

- ladite au moins une couche de granulats bituminés d'assise sur laquelle sont collées les longrines, notamment la couche supérieure dans le cas d'une couche inférieure et d'une couche supérieure dans l'assise, et la couche superficielle sont pour l'une armée et pour l'autre non armée,
- la couche superficielle est amenée à la hauteur de la face supérieure de la longrine,
- la couche superficielle est amenée à la hauteur de la face supérieure du rail, ledit rail étant un rail à gorge ou un moyen de réservation d'espace de circulation de boudin de roue étant installé parallèlement au bord interne du rail,
- la zone médiane de la voie entre les deux rails de la paire comporte des caniveaux,
- la zone médiane de la voie entre les deux rails de la paire ne comporte pas de couche superficielle de granulats bituminés afin de former une rigole centrale d'écoulement d'eaux de pluie,
- la zone médiane de la voie entre les deux rails de la paire comporte des caniveaux,
- l'armement de la/des couches de granulats bituminés armée est métallique ou non métallique, et dans le cas d'un armement métallique, ledit armement métallique ne permettant pas la circulation de courants vagabonds,
- la longrine est armée par des fers d'armement, au moins une partie desdits fers débordant latéralement/transversalement de ladite longrine,
- la longrine armée comporte au moins un fer longitudinal ainsi que des fers transversaux,
- les longrines sont dans un matériau à hautes performances choisi parmi un béton fibré, un béton armé de préférence anti courant vagabond, un composite à base de résine synthétique extrudé,
- les longrines comportent des moyens de fixation universels d'attaches de rails.

[0012] L'invention concerne également un procédé de réalisation d'une voie ferrée, la voie ferrée s'étendant selon la longueur et comportant une paire de rails de roulement parallèles entre eux et reposant sur des supports, les supports reposants sur une assise étendue sous la voie et disposée sur une plateforme.

[0013] Selon le procédé, pour réaliser la voie ferrée de l'invention :

- on prépare une plateforme destinée à recevoir l'assise,
- on répand sur la plateforme une couche inférieure de granulats bituminés non armée,
- on répand sur la couche inférieure de granulats bituminés non armée une couche supérieure de granulats bituminés armée,
- on fraise en surface la couche supérieure de granulats bituminés armée au moins le long des deux axes

d'installation de longrines longitudinales destinées à supporter la paire de rails,

- on installe en surface la couche supérieure de granulats bituminés armée, sur la zone fraisée, des longrines longitudinales destinées à supporter les rails et mises bout à bout,
- on installe sur les longrines les rails avec interposition d'une semelle filante d'amortissement entre les rails et les longrines, puis fixation des rails sur les longrines,
- on règle la voie,
- on injecte en sous-longrine une résine synthétique polymérisable destinée à coller les longrines à la couche supérieure de granulats bituminés armée.

[0014] Avantageusement, dans ledit procédé, après au moins installation des longrines et leur collage, on répand en outre en surface de la couche supérieure de granulats bituminés armée une couche superficielle de granulats bituminés étant de préférence armée.

[0015] Toujours avantageusement, dans ledit procédé, on ancre en outre les longrines à l'assise par des moyens d'ancrage, lesdits moyens d'ancrage étant amenés à traverser les longrines et au moins une partie de l'assise.

[0016] La voie ferrée de l'invention est particulièrement intéressante en reprise d'ouvrage ancien sur ballast avec l'élimination du ballast et des traverse au profit d'un assemblage rail sur longrine et sur enrobé bitumineux, en appui continu, possédant l'avantage d'une mise en oeuvre économique et rapide avec un temps de séchage réduit et d'une bonne durabilité. La voie ferrée de l'invention permet en particulier :

- la réalisation d'une infrastructure de faible hauteur, la hauteur de l'infrastructure depuis la plateforme jusqu'au niveau 0 du rail (surface de roulement) n'excède pas environ 380 mm, dans le cas d'un rail de 172 mm de hauteur,
- la voie permet la circulation de tout type de train classique et peut être déclinée dans une version compatible avec un usage urbain,
- la création d'un appui continu pour le rail,
- l'utilisation de plusieurs types d'attaches et de rails grâce à une table universelle pour les longrines,
- l'utilisation d'inserts extra-courts ou d'ancrages spéciaux,
- une mise en oeuvre simple et rapide sans équipement lourd ni d'engin spécialisé,
- une maintenance adaptée et rapide ne nécessitant pas de bourrage ou de régalaage,
- la possibilité d'effectuer des corrections mineures à la voie sans avoir à la démolir et à la reconstruire,
- un coût réduit du fait de la moindre utilisation de granulats en raison de la faible épaisseur de la voie,
- la mise en oeuvre de produit ne nécessitant pas de délai long de séchage ou de prise, en pratique aucun

temps de séchage/collage ou autre polymérisation de produit ne sera supérieur à une heure, ce qui permet une mise en circulation quasi-immédiate dès la fin de la construction ou de la maintenance,

- on peut estimer des rendements de l'ordre de 700 ml par jour,
- un accès aux véhicules routiers de secours sans dispositifs supplémentaires,
- une évacuation des passagers qui n'est pas gênée par des traverses,
- une réduction du bruit et des nuisances vibratoires.

[0017] La présente invention va maintenant être exemplifiée sans pour autant en être limitée avec la description qui suit en relation avec la figure suivante:

- la Figure 1 qui représente une vue en perspective d'un segment de voie ferrée selon l'invention avec un premier type d'attache utilisable, le segment de voie se terminant au niveau d'extrémités longitudinales des longrines, à l'avant de la Figure,
- la Figure 2 qui représente une vue en perspective d'une partie de la voie ferrée selon l'invention avec un deuxième type d'attache utilisable, l'extrémité longitudinale de la longrine étant vue à l'avant de la Figure,
- la Figure 3 qui représente une vue en coupe transversale de la voie ferrée selon l'invention, la coupe passant au niveau des extrémités longitudinales des longrines,
- la Figure 4 qui représente une vue en perspective d'une longrine avec ferrailage additionnel et comportant une semelle filante d'amortissement installée sur la table,
- la Figure 5 qui représente une vue en perspective d'une longrine sans ferrailage et comportant une semelle filante d'amortissement installée sur la table,
- la Figure 6 qui représente une vue en perspective d'une longrine sans ferrailage,
- les Figures 7 et 8 qui représentent des inserts et ancrages installés dans la longrine selon des vues respectivement en perspective à partir d'une extrémité longitudinale de longrine et en coupe transversale, et
- les Figures 9 et 10 qui représentent un exemple de possibilité de réglage de la voie selon des vues respectivement en perspective et en coupe transversale de la voie ferrée passant par les moyens d'ancrage.

[0018] Comme visible sur les Figures 1 à 3, la voie ferrée 1 de l'invention est sans ballast et comporte une structure multicouche avec une rigidité des couches qui diminue de haut en bas, la couche du bas assurant en outre la protection contre le gel. Les rails 7 de la voie ont un appui continu sur des longrines 6 longitudinales en béton à base de ciment, les longrines pouvant comporter un ferrailage débordant 14. Cet appui continu permet

d'améliorer la transmission des efforts en diminuant les pics de charge à travers les différentes couches. Cet appui continu permet en outre de diminuer la fatigue dans le rail et permet ainsi d'augmenter la durée de vie du rail. Ces différentes couches sont posées sur une plateforme 2 de résistance minimum à 120 MPa.

[0019] On trouve du bas vers le haut, depuis la plateforme :

- une couche inférieure 3 de granulats bituminés de type GB 4 d'environ 80 mm d'épaisseur minimum suivant l'application envisagée,
- une couche supérieure 4 d'environ 50 mm d'épaisseur de granulats bituminés renforcée avec un armement ou, alors, un matériau composite, l'armement peut être classique ou être une structure « METALFLEX® » de la société COLAS@,
- des longrines 6 disposées longitudinalement, bout à bout, et collées sur la couche supérieure 4 armée/renforcée par une résine 12 synthétique polymérisée,
- des semelles 10 filantes d'amortissement disposées sur la table des longrines (= face supérieure des longrines) et destinées à être placées en sous patin de rail, et
- des rails 7 fixés sur les longrines par des moyens de fixation 8 avec interposition des semelles 10 filantes d'amortissement.

[0020] A noter que pour la couche supérieure, dans certaines applications, le renforcement avec un armement classique ou « METALFLEX® » peut être omis.

[0021] Des couches d'accrochage constituées soit d'une émulsion de bitume modifié (bitume-élastomère), soit d'une émulsion de bitume pur peuvent en outre être mises en oeuvre sur la plateforme et/ou entre les couches de l'assise pour améliorer l'accrochage.

[0022] Les couches inférieure 3 et supérieure 4 forment une assise pour la couche constituée des longrines 6 longitudinales. Les granulats bituminés sont typiquement des enrobés à chaud bituminés.

[0023] De préférence, la couche inférieure 3 de granulats bituminés est non armée et comporte des matériaux à granulométrie plus élevée que celle de la couche supérieure 4 qui est, elle, armée. Il est également possible d'utiliser un/de liants végétaux dans les granulats bituminés.

[0024] Le METALFLEX® est un composite d'enrobé bitumineux généralement modifié et d'une armature métallique tridimensionnelle à structure alvéolaire. Le procédé METALFLEX® permet d'obtenir un matériau composé d'enrobés armés et confinés présentant une résistance exceptionnellement élevée à l'orniérage et à la fissuration. Si nécessaire, le détail de ce procédé peut être retrouvé dans les demandes de brevets français FR88/16265 et FR99/12968. L'armature tridimensionnelle a une structure alvéolaire en nid d'abeilles. Elle est fabriquée à partir de feuillards ou tôles d'acier. La fixation

de l'armature sur la couche inférieure peut être envisagée et elle est alors réalisée avec des cavaliers spéciaux, en acier, cloués (« spittés ») dans le support.

[0025] Les granulats bituminés des couches présentent une rigidité relativement élevée ainsi qu'une bonne résistance aux forces de traction et à la déformation verticale. L'imperméabilité des couches de granulats bituminés empêche l'infiltration de la pluie ou des eaux de ruissellement et les effets délétères des changements thermiques extrêmes (gel et dégel). Cette imperméabilité empêche également le transport hydraulique vertical de boues et de particules fines. En raison des modules mécaniques élevés des couches de granulats bituminés, on obtient une réduction des contraintes de traction et de cisaillement à l'intérieur de la voie. La voie subit alors moins de fatigue, moins d'usure et par conséquent nécessite moins d'entretien. Des fissures sont moins susceptibles d'apparaître. Les corrections nécessaires dans la position de la voie, notamment suite au tassement d'un remblai, peuvent être rapidement et facilement effectuées.

[0026] En outre, les propriétés mécaniques des couches de granulats bituminés conduisent à une réduction des vibrations et du bruit au passage des trains. Dans certaines variantes, l'utilisation de bitume modifié avec des polymères, et/ou du caoutchouc ou équivalents, pour les granulats bituminés peut encore améliorer l'effet d'amortissement. Enfin, la charge peut être mise sur l'enrobé bitumineux pratiquement immédiatement après son refroidissement, le temps de construction de la voie est ainsi plus court que dans les autres méthodes de construction, notamment celles sur dalle.

[0027] La plateforme 2 peut être un sol préparé ou alors un radier, ce dernier cas notamment dans une mise en oeuvre en tunnel. Dans certaines applications, on installe un tapis anti-vibratile entre la plateforme et l'assise.

[0028] De préférence, après collage des longrines, on rajoute en outre une couche superficielle 5 de granulats bituminés en surface de la couche supérieure 4 armée/renforcée, de part et d'autre des deux rails 7 et des longrines 6 de la voie 1. Cette couche superficielle 5 peut également être armée/renforcée et dans ce cas de la même manière que celle de la couche supérieure 4. La couche superficielle 5 peut être, en alternative, un matériau composite autre. La face supérieure de la couche superficielle 5 est amenée au niveau de la face supérieure de la longrine.

[0029] Cette couche superficielle 5 renforce le maintien latéral des longrines 6 en complément de la fixation par la résine 12 et de l'encrage des longrines 6 dans l'assise 3, 4 par des moyens d'ancrage 13 traversant les longrines et l'assise. Du fait de leurs positions le long des longrines, les moyens d'ancrage traversent également la couche de résine 12 de collage comme visible sur les Figures 7 et 8. Les longrines sont donc en outre ancrées dans l'assise de granulats bituminés et à cette fin, l'utilisation de vis coniques pour l'ancrage permet d'éviter le travail en cisaillement de la résine 12 polymérisée de

collage. La couche superficielle permet également le drainage qui est assuré par la réalisation de pentes sur le profil de la voie orientant les eaux dans des caniveaux ou rigoles 9. Les eaux drainées sont évacuées au moyen de regards placés régulièrement dans l'axe de la voie. Cette couche superficielle 5 qui assure la finition superficielle de la voie est particulièrement utile en milieu urbain ou en zone de quai et/ou pour permettre le roulage de véhicules automobiles à roues pneumatiques.

[0030] Les granulats bituminés de l'assise 3, 4 et de l'éventuelle couche superficielle 5 peuvent être confinées latéralement par des moyens de confinement afin d'éviter tout fluage des matériaux. Les moyens de confinement peuvent correspondre pour au moins une partie d'entre eux aux piédroits des tunnels.

[0031] Les longrines 6 disposées longitudinalement, dans le sens de la voie ferrée 1, sous les patins plats des rails 7, sont mises bout à bout afin d'assurer un appui continu du rail. Les longrines sont des éléments allongés droits et les deux extrémités longitudinales de chaque longrine peuvent être planes, perpendiculaire à la direction principale de la longrine, ou avoir une forme courbée. La forme plane des extrémités de longrine est utilisée de préférence pour les parties de voies en alignement (droites) car, dans les courbes, du fait du décalage angulaire entre deux longrines successives, il se crée une ouverture en coin à la jonction entre les deux longrines successives. Pour éviter cet inconvénient, on réalise des longrines dont les deux extrémités opposées de chaque longrine est respectivement concave et convexe et peuvent s'emboîter entre longrines successives : l'emboîtement restant pratiquement sans ouverture quel que soit le décalage angulaire que l'on peut rencontrer le long de la voie entre les deux longrines successives. Ce concept permet de traiter les tracés de voie en courbe.

[0032] Les longrines 6 comportent une table universelle de réception et fixation du rail. Cette table universelle peut par exemple être d'un type qui autorise l'emploi de trois types d'attaches compatibles et de tout type de rails à patin plat. Dans certaines applications, on utilise un rail de hauteur plus faible que les rails classiquement utilisés en raison de l'avantage de l'appui continu qui n'impose pas un module d'inertie verticale important.

[0033] Les longrines 6 sont des modules préfabriqués en béton à hautes performances de type DUCTAL® ou en matériau composite coulé ou extrudé ou encore un béton classique comportant des armatures métalliques. Elles sont armées ou non armées, fibrées ou non fibrées. Les longrines ont des formes et tailles qui peuvent être adaptées aux besoins : notamment en longueur afin de prendre en compte les courbes et les alignements sur les deux files de rails, permettre un appui continu du rail, intégrer une table universelle, assurer le réglage géométrique de la voie avant fixation par collage, permettre le coulage de la résine de fixation grâce à des trous de coulée 11 et des événements à travers la longrine, d'assurer l'intégrité de la longrine lors des manutentions et permettre une manutention avec des moyens légers.

[0034] Les longrines 6, après réglage et calage précis de la voie en X,Y,Z avec des gabarits spécifiques, sont donc fixées par collage sur la couche supérieure 4 au moyen d'une résine 12 polymérisable. La résine 12 de collage permet une liaison parfaite et pérenne entre la couche de granulats bituminés armée/renforcée de la couche supérieure 4 et le béton de la longrine 6. Afin d'assurer au mieux l'accroche de la résine, un fraisage superficiel de la couche supérieure 4 de l'assise est effectué dans la zone de pose des longrines. Ce fraisage permet de mettre à nu les agrégats de la couche supérieure. Une fois cette opération de collage réalisée, des ancrages de conception adaptée au matériau grave bitume de la couche supérieure 4 de l'assise sont vissés dans cette dernière.

[0035] De préférence, le collage des longrines à l'assise n'a lieu qu'après l'installation et la fixation des rails sur les longrines afin de bénéficier de l'inertie du rail pour obtenir un nivellement de grande qualité lors du réglage de la voie.

[0036] On peut avantageusement mettre en oeuvre des longrines brochées provisoirement pour permettre une pose en parallèle, deux par deux, des longrines et ainsi faciliter le réglage précis de l'écartement des rails de la voie.

[0037] Sur les Figures 4 à 6 on a détaillé plus particulièrement la longrine 6 qui est un élément allongé, ici en béton. Sur la Figure 4 on a représenté un schéma en transparence partielle de la version en béton armé avec un ferrailage 14, 15 de la longrine, la transparence laissant voir la disposition des fers 14, 15 dans la longrine. Ces fers sont de deux grands types : des fers longitudinaux 15 courants sur la longueur de la longrine et confinés à l'intérieur de la longrine et des fers transversaux 14 débordants des deux côtés latéraux/longitudinaux interne et externe à la voie de la longrine. Les parties débordantes des fers transversaux 14 sont destinées à être pris dans la couche superficielle 5.

[0038] Sur les Figure 5 et 6 on a représenté ce que l'on peut considérer soit comme étant un schéma simplifié de la longrine de la Figure 4, simplifié du fait qu'on a pas représenté les fers 14, 15, soit d'une version de longrine en un matériau non armé de fers. A ce sujet, les Figures 8, 10 de coupes passant par les longrines peuvent être considérées selon ces deux points de vue : soit des longrines armées mais avec des fers non rendus visibles, soit en un matériau non armé.

[0039] La longrine 6 de forme allongée globalement rectangulaire est en section transversale en forme de coin tronqué, son côté latéral extérieur à la voie étant plus haut que son côté latéral intérieur à la voie. Sa face supérieure comporte une table de réception et fixation du rail et sa face inférieure est destinée à être collée par de la résine 12 sur la couche supérieure 4. La longrine 6 comporte des trous de coulée 11 pour passage de la résine non polymérisée, ces trous pouvant également servir au dégazage. Des moyens d'ancrage 13 sont pré-montés sur les longrines 6 tout comme des attaches 8

de rail. Le pré-montage de ces accessoires peut concerner tout ou partie desdits accessoires, par exemple les vis coniques dont la forme est adaptée afin de faciliter la pose et permettre l'ancrage 13 peuvent être installées ultérieurement dans des inserts pré-montés.

[0040] Sur les Figures 1 et 2 notamment on peut voir que les extrémités longitudinales des longrines 6 sont planes et perpendiculaires à l'axe principal de la longrine. Cette configuration est utilisable en alignement de voie. Par contre, dans les courbes, afin d'éviter la création d'espaces vides en coins entre deux extrémités longitudinales de longrines successives, on utilise des longrines dont les extrémités longitudinales sont complémentaires : respectivement concave et convexe afin de pouvoir s'emboîter l'une dans l'autre sans laisser d'espace entre les deux quelle que soit la différence de direction générale entre deux longrines successives. Ces extrémités longitudinales contournées sont bien entendu aussi utilisables dans les alignements de la voie.

[0041] Les attaches 8 de rail comportent de préférence et comme représenté Figure 5 une plaque de liaison horizontale entre deux tiges filetées verticales se trouvant de part et d'autre du rail.

[0042] La voie de l'invention peut être utilisée avec des rails classiques de type UIC 60 ou avec d'autres types de rail et par exemple des rails bas et des rails à gorge.

[0043] La réalisation de la voie de l'invention fait intervenir des méthodes de construction routières ainsi que des éléments préfabriqués en usine, notamment les longrines qui peuvent être plus ou moins pré-équipées de moyens de fixation universels d'attaches de rails. Ces éléments préfabriqués sont conçus de manière à pouvoir être manutentionnés et posés facilement. Les dimensions et les masses de ces éléments préfabriqués sont au maximum d'environ 6 mètres de long et de 300 kg.

[0044] La voie 1 peut être réalisée de la manière suivante :

- Préparation de la plateforme 2, soit création de novo dans le cas d'une nouvelle voie, soit sa mise à nu dans le cas d'un renouvellement de voie.
- Mise en place de la couche inférieure 3 en granulats bituminés avec mise en oeuvre traditionnelle par des moyens de construction routiers. Cette couche inférieure 3 est de préférence non armée. Cette couche inférieure 3 permet d'assurer l'étanchéité de la plateforme et de contrer l'éventuel comportement viscoélastique du support. Les engins routiers de construction peuvent circuler sur la plateforme 2 et sur la couche inférieure 3 sans risque de détérioration de ces dernières.
- Réalisation de la couche supérieure 4 armée, notamment renforcée de « METALFLEX® » ou constituée d'un autre matériau composite. Cette couche supérieure 4 ainsi armée/renforcée présente des performances accrues et supporte de fortes charges.
- Fraisage en surface de la couche supérieure 4. Le

fraisage augmente l'accroche pour la résine de fixation et permet un ajustement des niveaux et assure la maîtrise de la tolérance de pose. Le fraisage élimine les défauts de nivellement de la couche supérieure de granulats bituminés.

- Approvisionnement des coupons de rails 7 et leur soudure en barres longues. Le déchargement des coupons de rail se fait à partir de moyens routiers et la soudure est classiquement électrique ou aluminothermique.
- Approvisionnement et pose des longrines 6 bout à bout avec utilisation de moyens légers : pelles mécaniques ou dans des espaces plus réduits utilisation de matériel électrique adapté. De préférence, les attaches 8 de rail sont pré-montées en usine sur les longrines 6.
- Montage des rails 7 sur les longrines 6 en ayant prévu un approvisionnement de la semelle 10 filante d'amortissement pour installation entre la longrine et le patin du rail. La mise en place du rail sur les longrines se fait par un lève-rail.
- Réglage de la voie et éventuelle installation d'un coffrage de confinement de la résine pour éviter son étalement trop loin au-delà de la face inférieure des longrines. Le coffrage est de préférence récupérable mais dans une variante, il peut être du type perdu. Dans certaines modalités de mise en oeuvre, la face inférieure des longrines est directement configurée pour limiter les fuites latérales de résine. A cette fin, les deux côtés latéraux de la longrine se terminent en pointes à leurs coins inférieurs, coins en pointe débordant légèrement vers le bas par rapport au plan général de la face inférieure de la longrine. Les coins en pointe s'enfonceront légèrement dans la couche supérieure, ce qui assurera une certaine étanchéité latérale. Le réglage avec géomètre/topographe s'effectue classiquement avec utilisation de gabarits 16. Ces gabarits peuvent prendre appui sur les moyens d'ancrage 13 pré-montés sur les longrines 6 mais non encore insérés/descendus dans l'assise 3, 4 comme visible sur les Figures 9 et 10.
- Coulage de la résine 12 de fixation à travers des trous de coulée 11 des longrines 6 avec utilisation d'une résine à temps de polymérisation réduit.
- Démontage des gabarits 16 pour rendre circulaire la voie.
- Contrôle de la voie et reprise si besoin est.
- Mise en place des rigoles ou caniveaux 9 centraux à la voie.
- Réalisation de la couche superficielle 5 de granulats bituminés armée/renforcée, notamment renforcée de « METALFLEX® » ou constituée d'un autre matériau composite et ajustement des pentes pour l'écoulement.
- Travaux additionnels éventuels pour la libération de la voie, pour des soudures aluminothermiques ou électriques et découpage du bourrelet en cas de soudure aluminothermique, installation des circuits élec-

triques de traction/signalisation...

- Finitions, nettoyage et contrôle qualité pour la reddition de la voie à la circulation.

[0045] L'entretien de la voie obtenue est des plus réduit. Toutefois, étant donné que le rail est à appui continu sur des longrines longitudinales elles-mêmes mises bout à bout, le remplacement d'un rail cassé doit se faire d'une manière particulière. Le rail cassé doit être remplacé par un rail de même usure/hauteur. La consolidation provisoire d'un rail cassé doit se faire par une éclisse montée en place après perçage des trous de fixation d'éclisse compte tenu que l'appui continu n'autorise pas le serrage avec des C de serrage/clampage classiques. A noter qu'il est possible de réaliser une soudure de réparation à n'importe quel endroit en déboulonnant la voie sur une longueur suffisante. On peut envisager que le remplacement d'une longrine ayant été détériorée puisse s'effectuer au cours d'une opération de nuit, de courte durée. L'affaissement de la plateforme peut être traité par injection ou reconstitution de l'infrastructure.

Revendications

1. Voie ferrée (1) comportant une paire de rails (7) de roulement parallèles entre eux suivant une direction longitudinale et fixés sur des supports (6), les supports reposant sur une assise (3, 4) étendue sous la voie et disposée sur une plateforme (2), **caractérisée en ce que** les supports (6) offrent un appui continu aux rails (7) et sont formés de longrines (6) longitudinales allongées, mises bout à bout et disposées sous chacun des rails (7), **en ce que** l'assise comporte au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés, et **en ce que** chacun des rails (7) repose par son patin sur les longrines (6) avec interposition d'une semelle (10) filante d'amortissement, les rails (7) étant fixés (8) aux longrines, les longrines étant collées par une résine (12) synthétique polymérisable sur ladite au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés de l'assise.
2. Voie ferrée selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'elle** est de hauteur réduite, la hauteur entre la face inférieure du patin du rail (7) et la plateforme (2) étant inférieure ou égale à 25 cm, de préférence d'environ 20 cm.
3. Voie ferrée selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'épaisseur de la longrine (6) au niveau de l'âme du rail (7) est inférieure ou égale à 5 cm, de préférence comprise entre 3 cm et 5 cm.
4. Voie ferrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la résine (12) synthétique est sensiblement souple une fois polymérisée afin de former un étage amortisseur en-

tre les longrines (6) et ladite au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés de l'assise.

5. Voie ferrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ladite au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés de l'assise comporte des granulats mis à nu par fraisage en surface au moins sous les longrines (6) afin d'améliorer le collage des longrines sur ladite au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés de l'assise.
6. Voie ferrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre des moyens d'ancrage (13) des longrines (6) dans l'assise (3, 4), lesdits moyens d'ancrage (13) traversant lesdites longrines (6) et au moins une partie de l'assise (3, 4).
7. Voie ferrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'assise (3, 4) comporte vers le haut une couche supérieure (4) de granulats bituminés armée et vers le bas une couche inférieure (3) de granulats bituminés non armée, ladite couche inférieure (3) de granulats bituminés non armée étant disposée entre la couche supérieure (4) de granulats bituminés armée et la plateforme (2).
8. Voie ferrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre une couche superficielle (5) de granulats bituminés répandue de part et d'autre des longrines (6) sur ladite au moins une couche (3, 4) de granulats bituminés d'assise sur laquelle sont collées les longrines.
9. Voie ferrée selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les longrines (6) comportent des moyens de fixation (8) universels d'attaches de rails (7).
10. Procédé de réalisation d'une voie ferrée (1), la voie ferrée s'étendant selon la longueur et comportant une paire de rails (7) de roulement parallèles entre eux et reposant sur des supports (6), les supports reposants sur une assise (3, 4) étendue sous la voie et disposée sur une plateforme (2), **caractérisé en ce que** pour réaliser la voie ferrée de l'une quelconque des revendications précédentes :
 - on prépare une plateforme (2) destinée à recevoir l'assise (3, 4),
 - on répand sur la plateforme (2) une couche inférieure (3) de granulats bituminés non armée,
 - on répand sur la couche inférieure (3) de granulats bituminés non armée une couche supérieure (4) de granulats bituminés armée,

- on fraise en surface la couche supérieure (4) de granulats bituminés armée au moins le long des deux axes d'installation de longrines (6) longitudinales destinées à supporter la paire de rails (7), 5
- on installe en surface la couche supérieure (4) de granulats bituminés armée, sur la zone fraisée, des longrines (6) longitudinales destinées à supporter les rails et mises bout à bout, 10
- on installe sur les longrines (6) les rails (7) avec interposition d'une semelle (10) filante d'amortissement entre les rails (7) et les longrines (6), puis fixation (8) des rails sur les longrines (6),
- on règle la voie,
- on injecte en sous-longrine une résine (12) synthétique polymérisable destinée à coller les longrines (6) à la couche supérieure (4) de granulats bituminés armée. 15

20

25

30

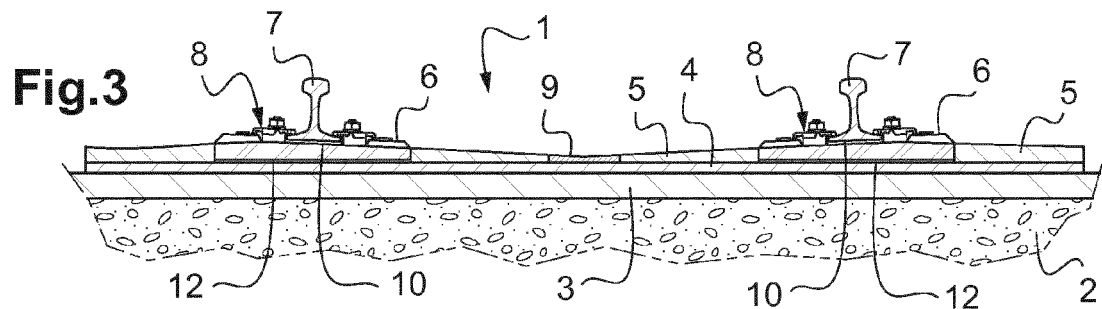
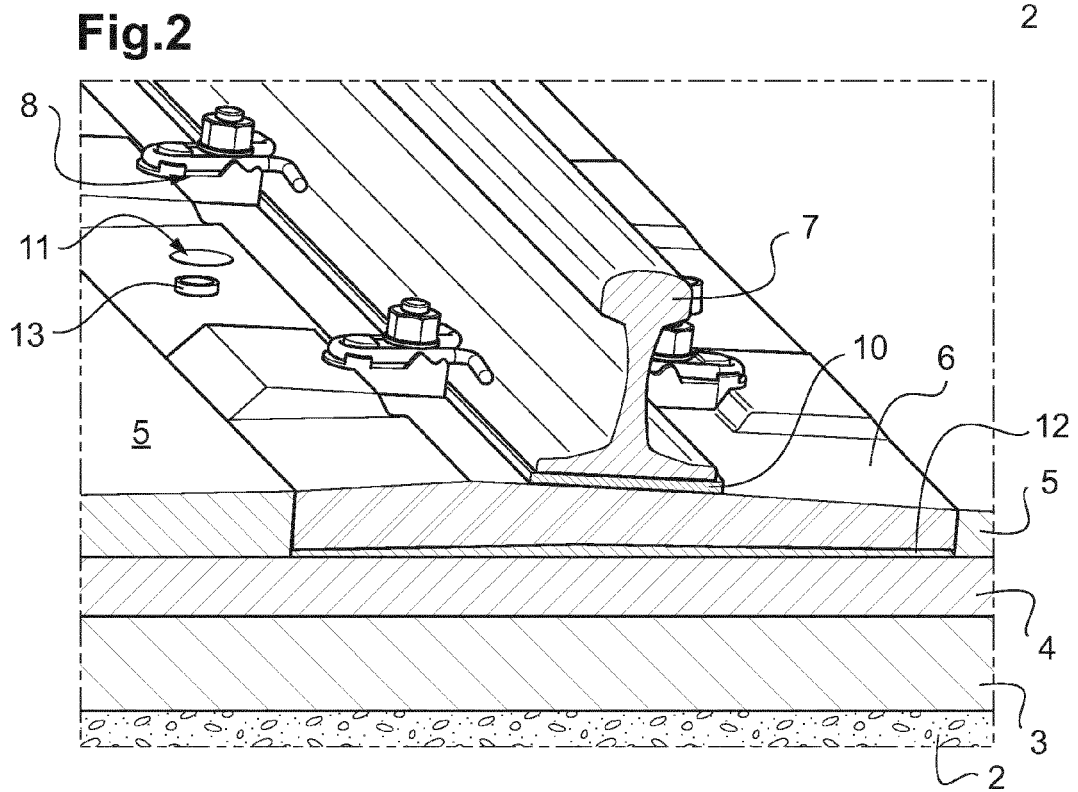
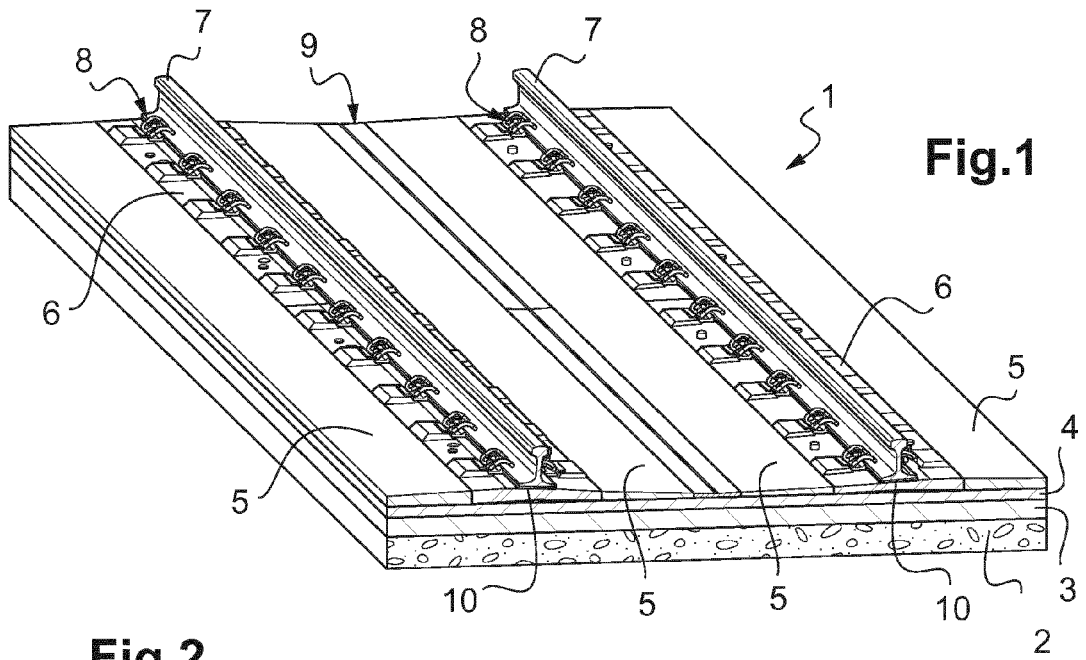
35

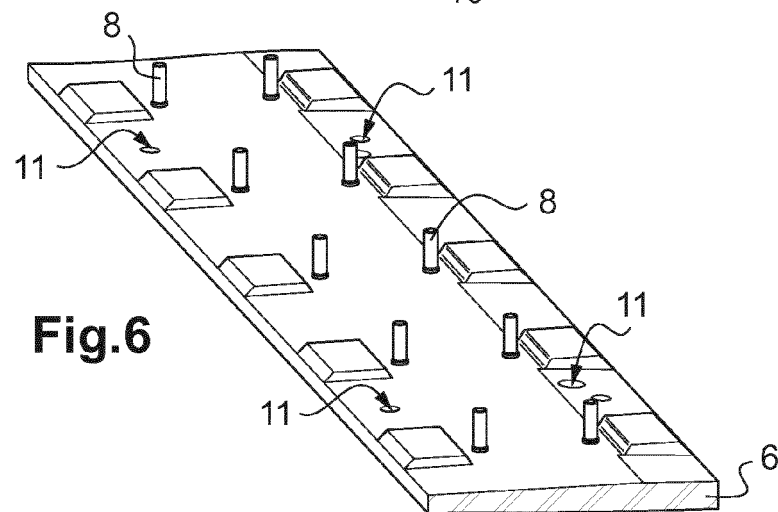
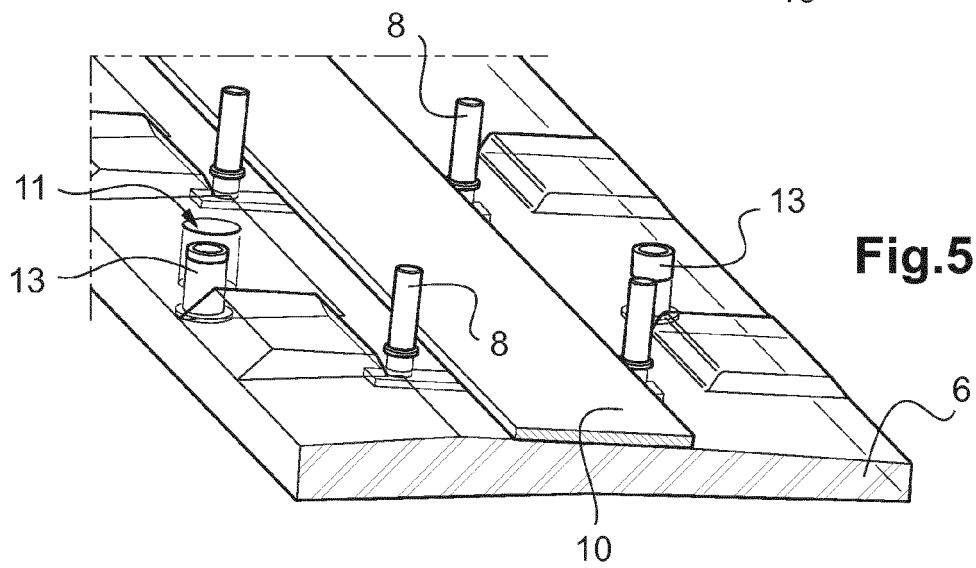
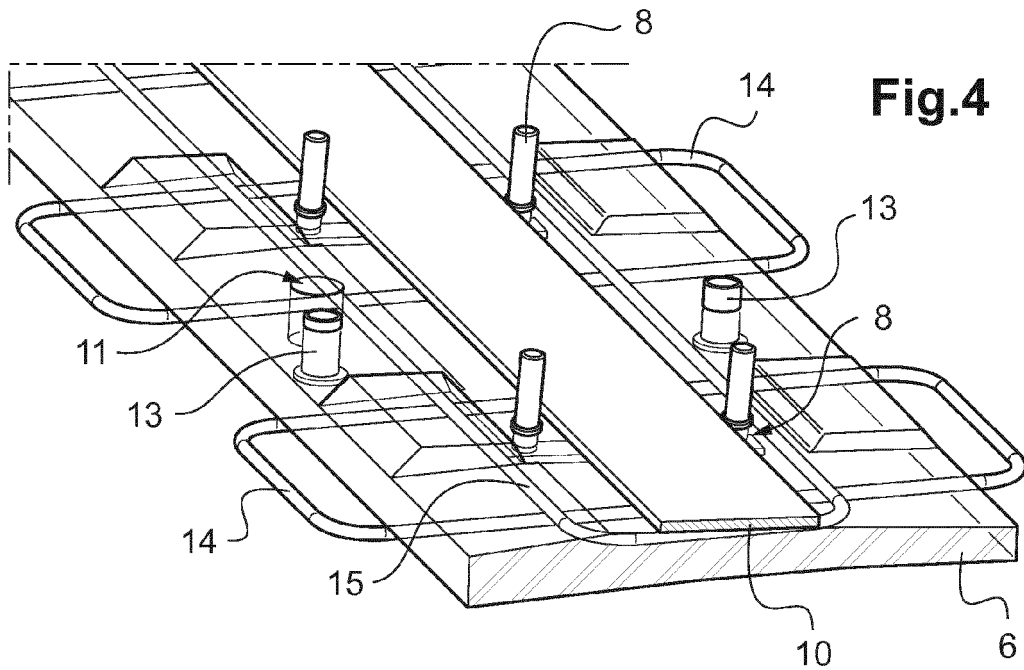
40

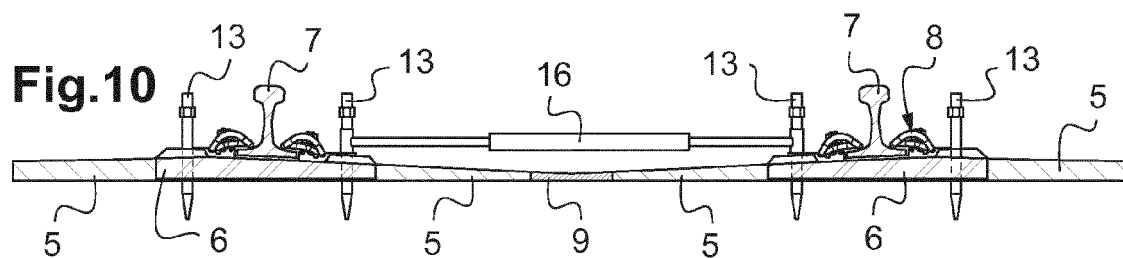
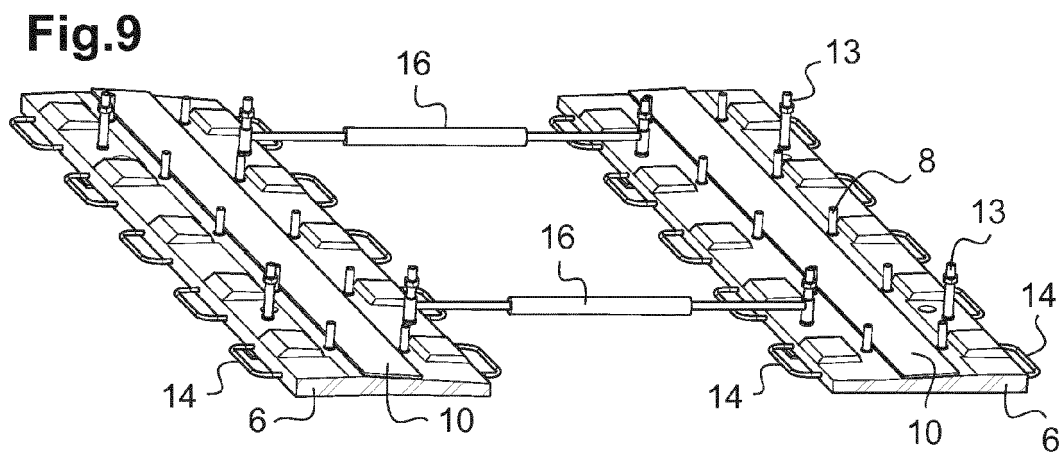
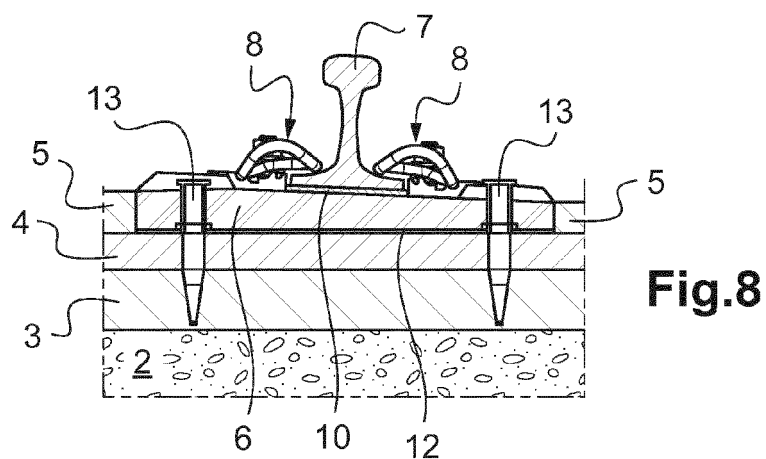
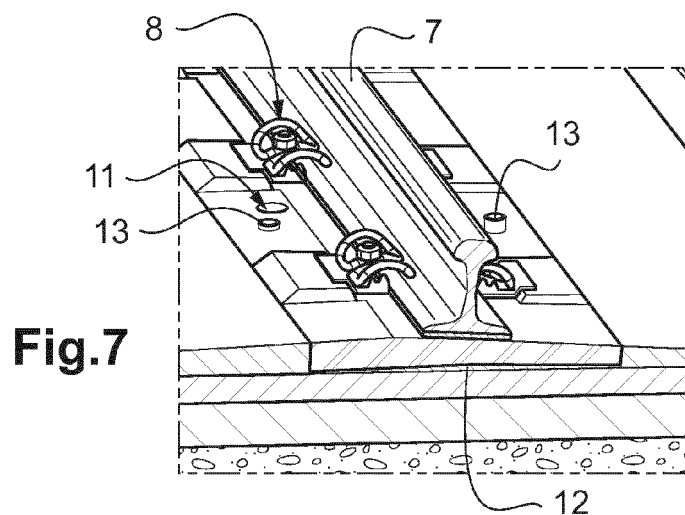
45

50

55









RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 30 5252

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

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	EP 0 219 811 A1 (UDERSTADT DIETHER DIPL ING) 29 avril 1987 (1987-04-29) * revendications 1,7,13,14; figures 1,2 *	1-3,9,10	INV. E01B1/00 E01B3/38
A	EP 2 666 907 A1 (COLAS RAIL [FR]) 27 novembre 2013 (2013-11-27) * colonne 5, alinéa [0017] - colonne 6, alinéa [0021]; figure 1 *	1,2,7,9, 10	
A	US 2014/203094 A1 (LU CHUNFANG [CN] ET AL) 24 juillet 2014 (2014-07-24) * colonne 2, alinéa [0034]-[0035]; figures 1,2 *	1,2,7,9, 10	
A	EP 0 675 226 A1 (RAILWAY TECHNICAL RES INST [JP]) 4 octobre 1995 (1995-10-04) * figure 5 *	1,2,7,10	
A,D	FR 2 799 769 A1 (SCREG [FR]) 20 avril 2001 (2001-04-20) * revendication 1; figures 1-9 *	1,2,10	
A	EP 1 908 881 A1 (EDILON SEDRA B V [NL]) 9 avril 2008 (2008-04-09) * colonne 5, alinéa [0042] - colonne 6, alinéa [0043]; figures 1,2 *	1,3,9,10	E01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		4 juillet 2016	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			

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 16 30 5252

5 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.

04-07-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0219811 A1	29-04-1987	DE 3536966 A1 EP 0219811 A1	23-04-1987 29-04-1987
EP 2666907 A1	27-11-2013	EP 2666907 A1 FR 2990964 A1	27-11-2013 29-11-2013
US 2014203094 A1	24-07-2014	CN 102966008 A GB 2513983 A RO 201400006 U2 RU 150693 U1 US 2014203094 A1 WO 2013029530 A1	13-03-2013 12-11-2014 27-02-2015 20-02-2015 24-07-2014 07-03-2013
EP 0675226 A1	04-10-1995	CN 1125798 A DE 69517616 D1 DE 69517616 T2 EP 0675226 A1 ES 2148451 T3 US 5582346 A	03-07-1996 03-08-2000 19-10-2000 04-10-1995 16-10-2000 10-12-1996
FR 2799769 A1	20-04-2001	EP 1094156 A1 FR 2799769 A1 HU 0004056 A2 PL 343289 A1	25-04-2001 20-04-2001 28-09-2001 23-04-2001
EP 1908881 A1	09-04-2008	AT 491845 T DK 2074261 T3 EA 200970343 A1 EP 1908881 A1 EP 2074261 A1 ES 1065079 U ES 2357987 T3 JP 5220752 B2 JP 2010506065 A KR 20090082884 A KR 20150071032 A UA 96611 C2 WO 2008040549 A1	15-01-2011 28-03-2011 30-10-2009 09-04-2008 01-07-2009 16-06-2007 04-05-2011 26-06-2013 25-02-2010 31-07-2009 25-06-2015 25-11-2011 10-04-2008

EPO FORM P0450

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

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 8816265 [0024]
- FR 9912968 [0024]