



(11) **EP 2 184 402 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**17.04.2013 Bulletin 2013/16**

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

(21) Numéro de dépôt: **09306071.3**

(22) Date de dépôt: **09.11.2009**

(54) **Superstructure de voie fixe sans ballast et procédé de construction**

Aufbauten mit fester Schiene ohne Ballast, und Bauverfahren

Ballastless fixed track superstructure and construction method

(84) Etats contractants désignés:  
**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 SE SI SK SM TR**

• **Gellee, Julien  
DUBAI (AE)**  
• **Charles, Christine  
75020, PARIS (FR)**

(30) Priorité: **10.11.2008 FR 0857616**

(74) Mandataire: **Domenego, Bertrand  
Cabinet Lavoix  
2, place d'Estienne d'Orves  
75441 Paris Cedex 09 (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**12.05.2010 Bulletin 2010/19**

(73) Titulaire: **ALSTOM Transport SA  
92300 Levallois-Perret (FR)**

(56) Documents cités:  
**DE-A1- 1 922 055 DE-A1- 2 347 636  
DE-A1- 2 817 278**

(72) Inventeurs:  
• **Rameau, Cyril  
75018, PARIS (FR)**

**EP 2 184 402 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention se rapporte à une superstructure de voie fixe sans ballast pour des rails appariés de chemin de fer, utilisée notamment pour le trafic à grande vitesse.

**[0002]** Afin de s'affranchir de l'utilisation de ballast et de traverses pour stabiliser l'emplacement d'une paire de rails de chemin de fer formant une voie de roulement, classiquement, le ballast et les traverses sont remplacés par une dalle de voie en béton de section transversale rectangulaire disposée sur une dalle de fondation également en béton et de section transversale globalement rectangulaire. Un exemple classique de superstructure de voie fixe sans ballast est décrit dans la demande de brevet DE-A-2 817 278 montrant les caractéristiques des préambules des revendications 1, 15 et 21.

**[0003]** Classiquement, la dalle de fondation est constituée d'un béton de qualité relativement médiocre en contact avec le sol tandis que la dalle de voie est constituée d'un béton de meilleure qualité, donc de coût plus élevé. La dalle de voie présente sur sa face inférieure une faible adhérence lui permettant de transmettre seulement les contraintes de compression à la dalle de fondation évitant ainsi de faire travailler la dalle de fondation consécutivement à un effort latéral transmis par la train à la dalle de voie, par exemple résultant de la force centrifuge à laquelle est soumis le train dans un virage ou d'un choc ayant une composante latérale engendré par le train lui-même. Afin de confiner le déplacement latéral de la dalle de voie par rapport à la voie de fondation, il est connu de prévoir soit à partir de la dalle de fondation soit à partir de la dalle de voie une protubérance formant une clef apte à être introduite dans un évidement de forme conjuguée correspondante prévu respectivement soit dans la dalle de voie soit dans la dalle de voie.

**[0004]** Classiquement, la protubérance formant clé comprend une face supérieure plane contenue dans le plan de déplacement latéral et au moins une face latérale perpendiculaire à la face supérieure, ce qui permet d'obtenir une grande efficacité de confinement du mouvement latéral.

**[0005]** Du fait de la présence d'une arête tranchante formée par la face supérieure et la face latérale, une détérioration des dalles peut avoir lieu dans cette zone d'arête provoquée par les efforts de cisaillement dans cette zone.

**[0006]** Pour y remédier, il est connu par exemple de Rheda 2000 de prévoir un jeu entre la clé et l'évidement et de combler ce jeu par un joint élastique.

**[0007]** Le problème technique est de s'affranchir de l'utilisation d'un joint dans une clé de confinement, la clé de confinement restant efficace pour empêcher le déplacement latéral entre dalles de voie et de fondation.

**[0008]** A cet effet, l'invention a pour objet une superstructure de voie fixe sans ballast pour supporter des rails de roulement comprenant, une dalle de fondation en béton en contact avec un sol au travers d'une première face, inférieure, étendue selon

une direction longitudinale,

une dalle de voie en béton superposée à la dalle de fondation, et apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième face, inférieure, à une troisième face, supérieure, de la dalle de fondation, et la face supérieure de la dalle de fondation comportant une ondulation transversale orientée en amplitude selon le sens de l'épaisseur de la dalle de fondation et uniforme dans le sens de la longueur, et

la face inférieure de la dalle de voie comportant une ondulation transversale de forme conjuguée à l'ondulation de la dalle de fondation,

**caractérisée en ce que** la surface des ondulations dans une zone de hauteur partant d'au moins un extremum des ondulations est dérivable continûment.

**[0009]** Suivant des modes particuliers de réalisation, la superstructure de voie fixe comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la surface des ondulations dans une zone de hauteur partant l'extremum des ondulations pour lequel l'épaisseur de béton de la dalle de voie est la plus petite est dérivable continûment ;
- la totalité de la surface des ondulations est dérivable continûment ;
- l'ondulation transversale de la dalle de fondation comprend une unique crête et deux berceaux, situés de part et d'autre de la crête et en dessous des rails de roulement ;
- la dalle de fondation comprend un épaulement longitudinal tourné vers la crête ;
- la dalle de voie comprend une armature métallique enrobée dans le béton conforme à la forme externe de la dalle de voie de manière à reprendre les contraintes mécaniques de traction issues du chargement mécanique et des variations thermiques appliquées à la dalle de voie ;
- l'armature métallique comprend des boucles transversales espacées longitudinalement, chaque boucle comportant un tronçon de fer de béton inférieur conforme à la forme de l'ondulation de la dalle de voie ;
- chaque boucle comprend un tronçon de fer de béton supérieur avec une paire de décrochements sensiblement rectiligne situé en dessous d'une selle de manière à éviter des dispositifs de fixation de selle ;
- les ondulations s'étendent sur toute la longueur de la superstructure ;
- la face supérieure de la dalle de voie comprend un relief de creux et de faces surélevées ayant une périodicité longitudinale identique à celle des emplacements des selles le long de la dalle de voie ;
- la dalle de voie comprend plusieurs tronçons, chaque tronçon comportant sur chaque bord longitudinal une rainure dont la largeur diminue lorsque la distance à un plan médian transversal de symétrie augmente et la surface supérieure de la dalle de fondation a une forme conjuguée de celle des surfaces

- inférieures des tronçons de dalle de voie disposés bout à bout ;
- la face inférieure de chaque tronçon de dalle de voie comprend en quatre coins une surface de roulement et une zone de contact servant de point pivot sur une plage de températures prédéterminée ;
  - chaque tronçon de dalle de voie présente à une première extrémité un premier relief et à une deuxième extrémité un deuxième relief ayant une forme conjuguée à celle du premier relief de façon à emboîter longitudinalement bout à bout chaque tronçon de dalle de voie et à empêcher tout déplacement transversal selon le sens de l'épaisseur ou de la largeur entre les tronçons de dalle de voie ; et
  - la surface supérieure de la dalle de voie est rainurée par des rainures de piégeage d'ondes sonores dont le pas est au moins inférieur au dixième de la largeur de l'ondulation.

**[0010]** L'invention a également pour objet un premier procédé de construction d'une superstructure de voie fixe sans ballast pour des rails de roulement, comprenant les étapes consistant à :

couler une dalle de fondation en béton sur un sol en formant une première surface, inférieure adhérente au sol et étendue selon une direction longitudinale, couler une dalle de voie en béton sur la dalle de fondation ayant une épaisseur fonction de la position dans le sens de la largeur et étant apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième face, inférieure à une troisième face, supérieure de la dalle de fondation, la face supérieure de la dalle de fondation comportant une ondulation transversale d'amplitude orientée selon l'épaisseur et étendue selon la direction longitudinale, et la face inférieure de la dalle de voie comportant une ondulation transversale de forme conjuguée à l'ondulation de la dalle de fondation,

**caractérisé en ce que** la surface des ondulations dans une zone de hauteur partant d'au moins un extremum des ondulations est dérivable continûment.

**[0011]** Suivant des modes particuliers de réalisation, le premier procédé comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le procédé comprend avant l'étape de coulage de la dalle de voie, l'étape consistant à :
  - disposer sur la face supérieure de la dalle de fondation une armature métallique formée d'un treillis de fils métalliques préformés et conformés à la forme de la face supérieure de la dalle de fondation et la face supérieure de la dalle de voie ;
- l'étape de coulage de la dalle de fondation est effec-

tuée par un coffrage glissant ;

- l'étape de coulage de la dalle de voie est effectuée par coffrage glissant ;
- le procédé de construction de superstructure de voie tel que défini ci-dessus, comprend l'étape consistant en ce que:

pendant ou après l'étape de coulage de la dalle de voie, la face supérieure de la dalle de voie est rainurée dans le sens de la longueur en gravant des rainures de piégeage acoustiques dont le pas dans le sens de la largeur est au moins inférieure au dixième de la largeur de l'ondulation ;

- le procédé de construction de superstructure de voie tel que défini ci-dessus, comprend l'étape consistant à:

après coulage de la dalle de voie, poser des selles dans le béton frais, et après un temps de séchage de la dalle de voie poser les rails de roulement.

**[0012]** L'invention a également pour objet un deuxième procédé de construction de superstructure de voie fixe sans ballast pour des rails de roulement, comprenant les étapes consistant à :

mouler par tronçons une dalle de fondation en béton sur un sol, la dalle de fondation étant en contact avec le sol au travers d'une première face, inférieure adhérente au sol et étendue selon une direction longitudinale et chaque tronçon ayant une épaisseur fonction de la position en largeur et en longueur, couler une dalle de voie en béton sur la dalle de fondation, la dalle de voie étant formée d'une succession de tronçons et apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième face, inférieure à une troisième face, supérieure de la dalle de fondation, la face supérieure de la dalle de fondation comportant une ondulation transversale d'amplitude orientée selon l'épaisseur et étendue selon la direction longitudinale, et la face inférieure de la dalle de voie comporte une ondulation transversale de forme conjuguée à l'ondulation de la dalle de fondation,

**caractérisé en ce que** la surface des ondulations dans une zone de hauteur partant d'au moins un extremum des ondulations est dérivable continûment.

**[0013]** Suivant des modes particuliers de réalisation, le deuxième procédé comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le procédé de construction de superstructure de voie tel que défini ci-dessus, avant la mise en oeuvre de l'étape de coulage de la dalle de voie, comprend une

étape consistant à :

disposer sur la face supérieure de la dalle de fondation une armature métallique formée d'un treillis de fils métalliques préformés et conformés à la forme de la face supérieure de la dalle de fondation.

**[0014]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description de deux formes de réalisation qui vont suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue en perspective d'un tronçon découpé partiellement de la superstructure de voie selon une première forme de réalisation,
- la Figure 2 est une vue de face transversale de la superstructure de la figure 1,
- la Figure 3 est une vue en perspective d'un tronçon découpé partiellement de la superstructure de voie selon une deuxième forme de réalisation,
- la Figure 4 est une vue éclatée d'un ensemble tronçon formé par un tronçon de dalle de voie et un tronçon de dalle de fondation de la superstructure de la Figure 3,
- la Figure 5 est une vue de face transversale détaillée d'une extrémité longitudinale du tronçon de dalle de voie de la Figure 4,
- la Figure 6 est un ordinogramme d'un procédé de construction de la superstructure de la Figure 1,
- la Figure 7 est un ordinogramme d'un procédé de construction de la superstructure de la Figure 3.

**[0015]** Suivant la Figure 1, une superstructure de voie fixe 2 comprend une dalle de fondation 4 en béton disposée sur une surface de sol 6, une dalle de voie 8 superposée à la voie de fondation 4, une paire de rails de roulement 10 à espacement constant fixés sur des selles 12 de réception, régulièrement espacées selon une direction longitudinale Z de sens de parcours d'une trajectoire.

**[0016]** Par rapport à une face 14 du sol 6, la dalle de fondation 4 comprend une face inférieure 15, respectivement une face supérieure 16, la plus proche, respectivement la plus éloignée.

**[0017]** Par rapport aux surfaces 15, 16 de la dalle de fondation 4, la dalle de voie 8 comprend une face inférieure 17, respectivement une face supérieure 18, proximale, respectivement distale.

**[0018]** La face inférieure 15 présente une forte rugosité de surface qui lui assure une bonne adhérence à la face 14 du sol.

**[0019]** La face inférieure 17 de la dalle de voie 8 présente une rugosité nettement inférieure à la rugosité de la face supérieure 16 de la dalle de fondation 4 de manière à permettre seulement la transmission des contraintes de compression à la dalle de fondation 4.

**[0020]** En pratique, pour atteindre les exigences de ru-

gosité souhaitées, le béton de la dalle de voie 8 est de meilleure qualité que le béton de la dalle de fondation 4 en ayant une concentration en gravier moins élevée et une concentration en ciment plus élevée.

**[0021]** Le sol 6, la dalle de fondation 4 et la dalle de voie 8 étendus en longueur selon l'axe Z présentent chacune une section transversale respective d'axes X et Y uniforme dans le sens de la longueur de la superstructure 2.

**[0022]** La dalle de voie 6 et la dalle de fondation 4 présentent une symétrie transversale par rapport à un plan médian 19 de normale l'axe X.

**[0023]** Sur la figure 1, le béton d'une moitié de la dalle de voie par rapport à l'axe médian sur une certaine profondeur a été omis pour mettre en évidence une armature métallique enrobée dans le béton de la dalle de voie.

**[0024]** Suivant la figure 2 représentant une vue de face normale à l'axe Z de la superstructure 2, la face inférieure 15, respectivement la face supérieure 16 de la dalle de fondation 4 comportent une première, respectivement une deuxième ondulation 24, 26, le sol 6 sur sa face en contact avec la face inférieure 15 de la dalle de fondation 4 ayant une surface de forme conjuguée à celle de la face inférieure 15 de la dalle de fondation 4.

**[0025]** Ici, les ondulations 24, 26 sont étendues longitudinalement sur la totalité de la longueur de la voie.

**[0026]** Ainsi, l'ondulation du sol saillante dans le creux formé par l'ondulation 24 de réception de la dalle de fondation forme une clé répartie sur toute la longueur qui empêche un mouvement latéral de la dalle de fondation 4 par rapport au sol 6.

**[0027]** L'ondulation supérieure 26 comprend une zone étendue longitudinalement de crête 28 en surélévation par rapport à deux faces latérales 30, 32.

**[0028]** Chaque face latérale 30, 32 avec un épaulement respectif 34 tourné en vis-à-vis délimite un berceau 35 de part et d'autre de la crête 28.

**[0029]** Chaque épaulement 34 est prolongé par un plateau 36 et une face de chute 38 qui raccorde de manière régulière sur chaque bord longitudinal de la dalle de fondation 4 la face supérieure 16 à la face inférieure 15.

**[0030]** La face supérieure 18 de la dalle de voie 8 présente une surface globalement plane légèrement inclinée par rapport au sol 6 de part et d'autre du plan médian de symétrie 19.

**[0031]** La face inférieure 17 de la dalle de voie 8 comporte une ondulation 40 en forme de creux inversée par rapport à l'ondulation 26 et présente une surface de forme conjuguée à celle de la face supérieure 16 de la dalle de fondation 4.

**[0032]** L'ondulation inversée 40 vue selon l'axe Y dirigée vers la face supérieure 18 comprend une zone étendue longitudinalement de crête 42 en surélévation par rapport à deux berceaux 44, 46 situés de part et d'autre et délimités à l'opposé de la crête 42 par un épaulement 48 respectif.

**[0033]** Les deux berceaux 44, 46 sont situés en dessous des rails de roulement 10.

**[0034]** Chaque épaulement 48 est prolongé par un plateau 50 suivi d'une face de chute 52 qui raccorde de manière régulière sur chaque bord longitudinal de la dalle de voie 8 la face supérieure 18 à la face inférieure 17.

**[0035]** L'ondulation supérieure 26 de la dalle de fondation 4 est disposée saillante en contact avec l'ondulation inversée 40 en forme de creux de la dalle de voie 8, constituant ainsi une clé d'empêchement et de confinement de tout mouvement latéral des dalles de voie 8 et de fondation entre elles.

**[0036]** L'ensemble des faces 18, 52, 36, 38 situées d'un même côté par rapport au plan médian 19 étant incliné vers le sol, l'écoulement des eaux pluviales est facilité.

**[0037]** Les épaulements 34 de part et d'autre du plan médian 19 constituent des butées permettant aux surfaces conjuguées de la dalle de voie en ces endroits de jouer le rôle d'une deuxième clé qui empêche un mouvement latéral des deux dalles 4 et 8 entre elles.

**[0038]** Suivant les figures 1 et 2, la dalle de voie 8 comprend une armature métallique 54 enrobée dans le béton, réalisée ici sous la forme d'un ferrailage avec des fers de béton rectilignes 56 étendus longitudinalement et accrochés sur et réparties le long de boucles 58 disposées côte à côte selon le sens de la longueur d'axe Z et étendues selon un plan d'extension transversal d'axes X et Y.

**[0039]** Chaque boucle 58 comprend un tronçon de fer de béton inférieur 60 situé à proximité de la face inférieure 17 et un tronçon de fer de béton supérieur 62 situé à proximité de la face supérieure 18 de la dalle de voie 8.

**[0040]** Le tronçon de fer de béton inférieur 60 est conformé selon le contour transversal de la section transversale de la face inférieure 17 de la dalle de voie 8 et présente une ondulation de forme identique à celle de l'ondulation inversée 40.

**[0041]** Le tronçon de fer de béton supérieur 62 a une forme rectiligne parallèle à l'axe d'extension latérale X et présente de part et d'autre du plan médian 19 une paire de décrochements 64 sans interruption de la ligne de fer de béton en dessous des zones d'emplacement des selles 12. Les décrochements 64 délimitent ainsi un tronçon rectiligne 66 de fer de béton supérieur situé à un niveau inférieur du reste du tronçon de fer de béton supérieur 62.

**[0042]** Les fers de béton rectilignes 56 permettent de compenser les déformations de la dalle de voie 8 causées par des efforts de fléchissement selon l'axe X, lesquels efforts sont engendrés notamment par les variations dimensionnelles du béton fonction des différences de températures auxquelles la dalle de voie 8 est soumise et des efforts statiques du poids du train exercé au niveau des roues.

**[0043]** Les fers de béton rectilignes 56 permettent également de compenser les déformations de la dalle de voie 8 causées par des efforts de fléchissement selon l'axe Y engendrés notamment par les efforts quasi-statiques de la force centrifuge ou des efforts dynamiques générés par la dynamique interne au train comme les ac-

célération soudaines appelés « jerks ».

**[0044]** Les boucles 58 de fers de béton permettent de compenser les déformations de la dalle de voie 8 causées par des efforts de fléchissement selon l'axe Z engendrés notamment par les variations dimensionnelles du béton fonction des différences de températures auxquelles est soumise la dalle de voie 8.

**[0045]** La conformation de la boucle 58 à la forme du contour transversal de la dalle de voie rend efficace la compensation des efforts de fléchissement autour de l'axe Z du fait qu'elle prend en compte la répartition géométrique des contraintes qui dépendent d'un profil géométrique prédéterminé de répartition des contraintes appliquées au niveau de la face supérieure 18 de la dalle 8 et de la forme géométrique de la dalle en elle-même, la forme des ondulations comprise.

**[0046]** Les décrochements 64 du tronçon de fer de béton supérieur 62 situés en dessous des selles 12 facilitent la fixation des selles 12 en n'entravant pas le passage des vis de fixation des selles 12 à la dalle de voie 8, les vis de fixation ayant une profondeur notable.

**[0047]** En variante, les formes respectives des ondulations 26, 40 de la face supérieure 16 de fondation 4 et de la face inférieure de la dalle de voie sont inverses par rapport à celles de la configuration décrite aux figures 1 et 2, de sorte que l'ondulation 40 de la face inférieure 17 de la dalle de voie 8 est saillante par rapport à l'ondulation 26 de la face supérieure 16 de la dalle de fondation.

**[0048]** Suivant la figure 3, une variante 102 de la superstructure 2 décrite à la figure 1 comprend de manière identique une paire de rails de roulement 10 à espacement constant fixés sur des selles 12 de réception régulièrement espacées selon le sens de la longueur Z.

**[0049]** De manière identique la superstructure 102 possède un même plan médian 19 de symétrie transversale défini par la normale d'axe X.

**[0050]** La superstructure 102 comprend sur le sol 6 une dalle de fondation 104 en béton, formée par une succession de tronçons de dalle de fondation 106 mis bout à bout en des extrémités 108, et une dalle de voie 110 en béton, superposée à la dalle de fondation 104, formée par une succession de tronçons de dalle de voie 112 mis bout à bout en des extrémités 114.

**[0051]** Ici, les tronçons de dalle de voie 112 et les tronçons de dalle de fondation 106 sont de même longueur.

**[0052]** Suivant les figures 3 et 4, les tronçons de dalle de voie 112 sont disposés sur les tronçons de dalle de fondation 106 de sorte que chaque extrémité longitudinale 114 d'un tronçon de dalle de voie 112 est décalé d'une demi-longueur de tronçon par rapport aux deux extrémités longitudinales 108 du tronçon de la dalle de fondation 106 sur lequel est disposé l'extrémité 114 du tronçon de dalle de voie 112.

**[0053]** Chaque tronçon 112 de la dalle de voie 110 a une structure identique et comprend une face inférieure 134, respectivement une face supérieure 136 de tronçon de dalle de voie 112.

**[0054]** Chaque tronçon de dalle de voie 112 présente

une symétrie transversale autour d'un deuxième plan médian 137, longitudinal et une symétrie longitudinale autour d'un troisième plan médian, 138 transversal.

**[0055]** La face supérieure 136 de chaque tronçon de voie 112 présente un relief 140 de creux 142 et de faces 144 en surélévation par rapport aux creux 142, chaque creux 142 et chaque face surélevée 144 étant étendus transversalement selon l'axe X et disposés longitudinalement côte à côte de manière alternée selon une période égale à l'espacement longitudinal de deux selles consécutives sur lesquelles repose un même rail.

**[0056]** Une paire de selles 12 repose sur chaque face surélevée 144.

**[0057]** Le relief 140 prend en compte la localisation des efforts statiques exercés sur la voie au travers des selles 12 et correspond à une quantité de béton minimale nécessaire pour supporter les efforts requis.

**[0058]** Chaque creux 142 en forme de rainure et chaque face surélevée 144 sont inclinés et bombés autour d'une ligne de crête formée par l'intersection du premier plan de symétrie médian 19 et le relief 140.

**[0059]** Suivant les figure 3 et 4, la forme de l'ensemble des faces inférieures 134 des tronçons de dalle de voie 112 mis bout à bout est identique à celle de la face inférieure 26 de la dalle de voie décrite à la figure 1 sur une zone médiane délimitée par les traits en pointillés de la figure 4 et comprend une ondulation 146 centrale identique à l'ondulation centrale 40 de la première forme de réalisation décrite à la figure 1.

**[0060]** Le profil du contour transversal médian de la face 134 du tronçon de la dalle de voie pris au niveau du troisième plan médian 138 est identique au profil du contour transversal de la face inférieure 26 sur toute la longueur de la dalle de voie et présente sur chaque coté un épaulement identique à l'épaulement 48.

**[0061]** L'épaisseur selon l'axe Y des deux bords latéraux prise à un même niveau de cote de largeur selon l'axe X que celui de l'épaulement du contour transversal médian augmente depuis le plan médian 138 vers l'extrémité 114.

**[0062]** De manière globale, la forme de la face inférieure 134 au niveau des bords longitudinaux du tronçon 112 de dalle de voie 110 est sensiblement celle d'une partie de cylindre dans lequel une rainure 150 a été découpée d'épaisseur selon Y et de largeur selon X diminuant lorsque la distance au troisième plan médian 138 augmente.

**[0063]** Suivant la figure 4, la face inférieure 134 comprend aux quatre coins 152 une surface de roulement 154 autour de l'axe Z qui est l'axe prédominant de fléchissement du tronçon 112. Dans un souci de clarté de la figure 4, il a été représenté une forme de surface de roulement 154 autour de l'axe Z seulement mais en réalité la surface de roulement 154 est conformée pour rouler également autour de l'axe X, les plans 137 et 19 coïncidant lorsque les tronçons de dalle de voie sont montés sur la dalle de fondation. Suivant la figure 5, seul le contour transversal de surface de roulement 154 autour de

l'axe Z est visible, mais dans la réalité la surface de roulement 154 est une zone à deux courbures selon deux plans perpendiculaires.

**[0064]** Chaque surface de roulement 154 comprend une zone de contact 156 servant de point pivot sur une plage de température prédéterminée.

**[0065]** Suivant les figures 3 et 4, chaque tronçon 106 de la dalle de fondation 104 a une structure identique et comprend une face inférieure 160, respectivement une face supérieure 162 de tronçon de dalle de fondation 106.

**[0066]** Chaque tronçon de dalle de fondation 106 présente une symétrie transversale autour d'un quatrième plan médian 163, longitudinal et une symétrie longitudinale autour d'un cinquième plan médian, 164 transversal.

**[0067]** La forme de l'ensemble des faces inférieures 160 de tronçons 106 de dalle de fondation 104 mis bout à bout est identique à la forme de la face inférieure 15 de la dalle de fondation décrite à la figure 1.

**[0068]** Suivant la figure 4, la face supérieure 162 de chaque tronçon de dalle de fondation 106 présente un motif de relief 165 tel que la face inférieure 134 d'un tronçon 112 de dalle de voie 110 est conforme au relief de deux surfaces adjacentes dans le sens de la largeur, chaque surface étant la moitié dans le sens de la longueur de la face inférieure d'un tronçon d'une paire de tronçons de dalle de fondation 106 disposés bout à bout.

**[0069]** Suivant les figures 3 et 4, la forme de l'ensemble des faces supérieures 162 des tronçons de la dalle de fondation 106 mis bout à bout est identique à la face supérieure 16 de la dalle de fondation 4 décrite à la figure 1 sur une zone médiane correspondant à la zone médiane définie en traits pointillés pour la face inférieure 134 sur la figure 4 et comprend une ondulation 166 centrale identique à l'ondulation centrale 26 de la première forme de réalisation de la figure 1.

**[0070]** Le profil du contour transversal médian de la face supérieure 162 du tronçon 106 de la dalle de fondation 104 au niveau du cinquième plan médian 164 est identique au profil du contour transversal de la face supérieure 16 de la dalle de fondation 4 décrite à la figure 1.

**[0071]** La face 162 présente sur chaque bord longitudinal un renflement 168 de largeur et d'épaisseur croissante en fonction de l'éloignement du plan médian transversal 164.

**[0072]** La face 162 présente sur chaque bord longitudinal au niveau du plan médian transversal 164 une paroi de butée 170 de positionnement des tronçons de dalle de voie 112 lors de leur montage.

**[0073]** La découpe des dalles de voie et fondation en tronçons 106, 112 rend possible la fabrication des dalles par moulage de tronçons unitaires dans une usine distante du chantier où la superstructure 102 est assemblée.

**[0074]** La disposition alternée des extrémités 108 et 114 des tronçons respectifs 106 et 112 empêche le cisaillement de la dalle de fondation 104 par les tronçons de dalle de voie 112.

**[0075]** Les ondulations 24, 26 et 40 longitudinales permettent de répartir dans le sens de la largeur l'épaisseur

de béton da manière minimale et d'économiser du béton par rapport à des dalles de forme essentiellement parallélépipédiques.

**[0076]** Le relief 140 de la dalle de voie 110 améliore encore la répartition d'épaisseur du béton dans le sens de la largeur.

**[0077]** Les surfaces de roulement 154 et les zones de contact 156 servant de point pivot sur une plage de température prédéterminée éliminent les contraintes de cisaillement causé par la déformation en température du béton des tronçons 112 de la dalle de voie.

**[0078]** En variante, chaque tronçon de dalle de voie 112 présente à une première extrémité un premier relief et à une deuxième extrémité un deuxième relief ayant une forme conjuguée à celle du premier relief de façon à emboîter longitudinalement bout à bout chaque tronçon de dalle de voie (112) et à empêcher tout déplacement transversal selon le sens de l'épaisseur ou de la largeur entre les tronçons (112) de dalle de voie.

**[0079]** Suivant la figure 6, un procédé de construction 200 en continu par coffrage glissant d'une superstructure de voie fixe 2 de type comprend un ensemble d'étapes.

**[0080]** Dans une première étape 202, une dalle de fondation 4 en béton est coulée par coffrage glissant sur le sol 6 en formant une première surface inférieure 15, adhérente au sol 6 et étendue selon une direction longitudinale Z.

**[0081]** La face supérieure 16 de la dalle de fondation 4 coulée comporte une ondulation transversale 26 d'amplitude orientée selon le sens de l'épaisseur et étendue selon la direction longitudinale. La surface de l'ondulation 26 dans une zone de hauteur partant de la crête est dérivable continument c'est-à-dire dépourvu de rupture de pente.

**[0082]** Puis, dans une étape 204 une armature métallique formée d'un treillis de fils métalliques préformés et conformés à la forme de la surface supérieure de la dalle de fondation est disposée sur la surface supérieure de la dalle de fondation 4.

**[0083]** Puis dans une étape suivante 206, une dalle de voie 8 en béton est coulée sur la dalle de fondation 4 par coffrage glissant, la dalle de voie 8 ayant une épaisseur fonction de la position dans le sens de la largeur X, et la dalle de voie 8 étant apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième surface 17, inférieure à la face supérieure 16 de la dalle de fondation 4.

**[0084]** Pendant l'étape 206, l'armature métallique est enrobée dans le béton de la dalle de voie 8.

**[0085]** La face inférieure 17 de la dalle de voie 8 comporte une ondulation transversale 40 de forme conjuguée à l'ondulation 26 de la dalle de fondation 4. La surface de l'ondulation 40 dans une zone de hauteur partant du creux est dérivable continument.

**[0086]** Dans une étape suivante 208, des selles de réception 12 des différents rails de chemin de fer 10 sont mis en position, insérés dans le béton frais puis fixés sur la dalle de voie.

**[0087]** Pendant ou après l'étape de coulage de la dalle de voie 206, un rainurage de la surface supérieure de la dalle de voie est effectué dans le sens de la longueur en gravant des rainures de piégeage longitudinales d'ondes sonores dont le pas est au moins inférieur au dixième de la largeur de l'ondulation 26.

**[0088]** Les arêtes des rainures idéalement imparfaites permettent de briser les ondes sonores et les renvoient dans des directions différentes de leur source évitant une quelconque réverbération ou résonnance avec la caisse du train.

**[0089]** Suivant la figure 7, un procédé de construction 300 d'une superstructure de voie fixe de type à tronçons 102 comprend un ensemble d'étapes.

**[0090]** Dans une première étape, 302, une dalle de fondation en béton 104 est moulée sur un sol 6 suivant une succession de tronçons 106 identiques, la dalle de fondation 104 étant disposée en contact avec le sol 6 au travers d'une première face 160, inférieure adhérente et étendue selon une direction longitudinale Z et chaque tronçon 106 ayant une épaisseur fonction de la position en largeur et en longueur.

**[0091]** La surface supérieure de la dalle de fondation comporte une ondulation transversale d'amplitude orientée selon la direction d'épaisseur Y et étendue selon la direction longitudinale Z. La surface de l'ondulation dans une zone de hauteur partant de la crête de l'ondulation est dérivable continument.

**[0092]** Dans une étape 304, une dalle de voie 110 en béton est coulée par coffrage glissant sur la dalle de fondation 104, la face inférieure de la dalle de voie 110 étant conjuguée de la face supérieure de la dalle de fondation 104. La dalle de voie 110 en béton et d'un seul tenant est formé d'une succession de tronçons 112 décalés par rapport aux tronçons 106 de la dalle de fondation 104.

**[0093]** La surface inférieure 134 de la dalle de voie comporte une ondulation transversale 146 de forme conjuguée à l'ondulation 166 de la dalle de fondation 104. La surface de l'ondulation dans une zone de hauteur partant du creux de l'ondulation est dérivable continument.

**[0094]** Avant l'étape de coulage 304, une armature métallique (54) formée d'un treillis de fils métalliques préformés et conformés à la forme de la face supérieure (162) de la dalle de fondation (104) est déposée sur la face supérieure de la dalle de fondation (104).

**[0095]** Dans une étape 306, la dalle de fondation est sciée au niveau des extrémités longitudinales des tronçons 112, les tronçons 112 étant alors disjoints entre eux et espacés par des espaces.

## Revendications

1. Superstructure de voie fixe sans ballast pour supporter des rails de roulement (10) comprenant, une dalle de fondation (4, 104) en béton en contact avec un sol (6) au travers d'une première face (15, 160), inférieure, étendue selon une direction longi-

- tudinale,  
 une dalle de voie (8, 110) en béton superposée à la dalle de fondation (4, 104), et apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième face (17, 134), inférieure, à une troisième face (16, 162), supérieure, de la dalle de fondation (4, 104), et  
 la face supérieure (16, 162) de la dalle de fondation (4, 104) comportant une ondulation (26, 166) transversale orientée en amplitude selon le sens de l'épaisseur de la dalle de fondation (4, 104) et uniforme dans le sens de la longueur, et  
 la face inférieure (17, 134) de la dalle de voie (8, 110) comportant une ondulation (40, 146) transversale de forme conjuguée à l'ondulation (16, 162) de la dalle de fondation (4, 104),  
**caractérisée en ce que** la surface des ondulations (26, 16 ; 166, 162) dans une zone de hauteur partant d'au moins un extrémum des ondulations est dérivable continument.
2. Superstructure de voie fixe selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la surface des ondulations (26, 16 ; 166, 162) dans une zone de hauteur partant de l'extrémum des ondulations pour lequel l'épaisseur de béton de la dalle de voie est la plus petite est dérivable continument.
  3. Superstructure de voie fixe selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisée en ce que** la totalité de la surface des ondulations (26, 16 ; 166, 162) est dérivable continument.
  4. Superstructure de voie fixe selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** l'ondulation (26, 166) transversale de la dalle de fondation (4, 104) comprend une unique crête (42) et deux berceaux (44, 46), situés de part et d'autre de la crête (42) et en dessous des rails de roulement (10).
  5. Superstructure de voie fixe selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la dalle de fondation (4, 104) comprend un épaulement longitudinal (34) tourné vers la crête (42).
  6. Superstructure de voie fixe selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que** la dalle de voie (8, 110) comprend une armature métallique (54) enrobée dans le béton conforme à la forme externe de la dalle de voie (8, 110) de manière à reprendre les contraintes mécaniques de traction issues du chargement mécanique et des variations thermiques appliquées à la dalle de voie (8, 110).
  7. Superstructure de voie fixe selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** l'armature métallique (54) comprend des boucles transversales (58) espacées longitudinalement, chaque boucle (58) comportant un tronçon de fer de béton inférieur (60) conforme à la forme de l'ondulation (40) de la dalle de voie (8, 110).
  8. Superstructure de voie fixe selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** chaque boucle (58) comprend un tronçon de fer de béton supérieur (62) avec une paire de décrochements (64) sensiblement rectiligne situé en dessous d'une selle (12) de manière à éviter des dispositifs de fixation de selle (12).
  9. Superstructure de voie fixe selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** les ondulations (26, 40 ; 166, 146) s'étendent sur toute la longueur de la superstructure (2, 102).
  10. Superstructure de voie fixe selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée en ce que** la face supérieure (136) de la dalle de voie (110) comprend un relief (140) de creux (142) et de faces surélevées (144) ayant une périodicité longitudinale identique à celle des emplacements des selles (12) le long de la dalle de voie (110).
  11. Superstructure de voie fixe selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisée en ce que** la dalle de voie (110) comprend plusieurs tronçons (112), chaque tronçon (112) comportant sur chaque bord longitudinal une rainure (150) dont la largeur diminue lorsque la distance à un plan médian transversal de symétrie (138) augmente et la surface supérieure de la dalle de fondation (104) a une forme conjuguée de celle des surfaces inférieures des tronçons de dalle de voie (112) disposés bout à bout.
  12. Superstructure de voie fixe selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** la face inférieure (134) de chaque tronçon de dalle de voie (112) comprend en quatre coins (152) une surface de roulement (154) et une zone de contact (156) servant de point pivot sur une plage de températures prédéterminée.
  13. Superstructure de voie fixe selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** chaque tronçon de dalle de voie (112) présente à une première extrémité un premier relief et à une deuxième extrémité un deuxième relief ayant une forme conjuguée à celle du premier relief de façon à emboîter longitudinalement bout à bout chaque tronçon de dalle de voie (112) et à empêcher tout déplacement transversal selon le sens de l'épaisseur ou de la largeur entre les tronçons (112) de dalle de voie.
  14. Superstructure de voie fixe selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** la surface supérieure (18) de la dalle de voie est rainurée par des rainures de piégeage d'ondes so-

noires dont le pas est au moins inférieur au dixième de la largeur de l'ondulation (40).

15. Procédé de construction d'une superstructure de voie fixe sans ballast pour des rails de roulement (10), comprenant les étapes consistant à :

couler (202) une dalle de fondation (4) en béton sur un sol (6) en formant une première surface (15), inférieure adhérente au sol (6) et étendue selon une direction longitudinale,

couler (206) une dalle de voie (8) en béton sur la dalle de fondation (4) ayant une épaisseur fonction de la position dans le sens de la largeur et étant apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième face (17), inférieure à une troisième face (16), supérieure de la dalle de fondation (4), la face supérieure (16) de la dalle de fondation comportant une ondulation transversale (26) d'amplitude orientée selon l'épaisseur et étendue selon la direction longitudinale, et la face inférieure (17) de la dalle de voie (8) comportant une ondulation transversale (40) de forme conjuguée à l'ondulation (26) de la dalle de fondation (8),

**caractérisé en ce que** la surface des ondulations (26, 16 ; 166, 162) dans une zone de hauteur partant d'au moins un extremum des ondulations est dérivable continûment.

16. Procédé de construction de superstructure de voie selon la revendication 15, **caractérisé en ce qu'il** comprend avant l'étape de coulage (206) de la dalle de voie (8), l'étape (204) consistant à :

disposer sur la face supérieure (16) de la dalle de fondation (4) une armature métallique (54) formée d'un treillis de fils métalliques préformés et conformés à la forme de la face supérieure (16) de la dalle de fondation et la face supérieure de la dalle de voie (8).

17. Procédé de construction de superstructure de voie selon l'une des revendications 15 à 16, **caractérisé en ce que** l'étape de coulage de la dalle de fondation (4) est effectuée par un coffrage glissant.

18. Procédé de construction de superstructure de voie selon l'une des revendications 15 à 17, **caractérisé en ce que** l'étape de coulage (206) de la dalle de voie (8) est effectuée par coffrage glissant.

19. Procédé de construction de superstructure de voie selon l'une des revendications 15 à 18, comprenant l'étape consistant en ce que :

pendant ou après l'étape de coulage (206) de

la dalle de voie (8), la face supérieure (16) de la dalle de voie (8) est rainurée dans le sens de la longueur en gravant des rainures de piégeage acoustiques dont le pas dans le sens de la largeur est au moins inférieure au dixième de la largeur de l'ondulation (40).

20. Procédé de construction de superstructure de voie selon l'une des revendications 15 à 19, comprenant l'étape (208) consistant à :

après coulage (206) de la dalle de voie (8), poser des selles (12) dans le béton frais, et après un temps de séchage de la dalle de voie poser les rails de roulement.

21. Procédé de construction d'une superstructure de voie fixe sans ballast pour des rails de roulement (10), comprenant les étapes consistant à :

mouler (302) par tronçons (106) une dalle de fondation (104) en béton sur un sol (6), la dalle de fondation (104) étant en contact avec le sol (6) au travers d'une première face (160), inférieure adhérente au sol (6) et étendue selon une direction longitudinale (Z) et chaque tronçon ayant une épaisseur fonction de la position en largeur et en longueur,

couler (304) une dalle de voie (110) en béton sur la dalle de fondation (104), la dalle de voie (110) étant formée d'une succession de tronçons (112) et apte à transmettre seulement des contraintes de compression par une deuxième face (134), inférieure à une troisième face (162), supérieure de la dalle de fondation (104), la face supérieure de la dalle de fondation (104) comportant une ondulation transversale (166) d'amplitude orientée selon l'épaisseur et étendue selon la direction longitudinale, et la face inférieure (134) de la dalle de voie (110) comporte une ondulation transversale (146) de forme conjuguée à l'ondulation (166) de la dalle de fondation (104),

**caractérisé en ce que** la surface des ondulations (166, 162) dans une zone de hauteur partant d'au moins un extrémum des ondulations est dérivable continument.

22. Procédé de construction de superstructure de voie selon la revendication 21, **caractérisé en ce, qu'avant** la mise en oeuvre de l'étape de coulage (304) de la dalle de voie (110), il comprend une étape consistant à :

disposer sur la face supérieure de la dalle de fondation (104) une armature métallique (54) formée d'un treillis de fils métalliques préformés et conformés à la forme de la face supérieure

(162) de la dalle de fondation (104).

## Claims

1. Ballast-free fixed track superstructure for supporting running rails (10), comprising

- a concrete foundation slab (4, 104), in contact with a ground (6) via a first, lower face (15, 160) extending in a longitudinal direction,  
 - a concrete track slab (8, 110), placed above the foundation slab (4, 104) and capable of transmitting only compressive stresses via a second, lower face (17, 134) to a third, upper face (16, 162) of the foundation slab (4, 104), and  
 - the upper face (16, 162) of the foundation slab (4, 104) exhibiting a transverse undulation (26, 166) oriented with an amplitude in the direction of the thickness of the foundation slab (4, 104) and uniform in the lengthwise direction, and  
 - the lower face (17, 134) of the track slab (8, 110) exhibiting a transverse undulation (40, 146) of a form complementary to the undulation (16, 162) of the foundation slab (4, 104),

**characterized in that** the surface of the undulations (26, 16; 166, 162) in a height region starting from at least one extremum of the undulations is continuously differentiable.

2. Fixed track superstructure according to claim 1, wherein the surface of the undulations (26, 16; 166, 162) in a height region starting from the extremum of the undulations for which the thickness of the concrete of the track slab is lowest is continuously differentiable.
3. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 2, wherein the whole of the surface of the undulations (26, 16; 166, 162) is continuously differentiable.
4. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 3, wherein the transverse undulation (26, 166) of the foundation slab (4, 104) comprises a single peak (42) and two troughs (44, 46) located on either side of the peak (42) and below the running rails (10).
5. Fixed track superstructure according to claim 4, wherein the foundation slab (4, 104) comprises a longitudinal shoulder (34) turned towards the peak (42).
6. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 5, wherein the track slab (8, 110) comprises a metal reinforcement (54), embedded in the concrete

and fitting to the external form of the track slab (8, 110) in such a way as to take up the mechanical traction stresses resulting from the mechanical loading and from the thermal variations affecting the track slab (8, 110).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7. Fixed track superstructure according to claim 6, wherein the metal reinforcement (54) comprises longitudinally spaced transverse buckles (58), each buckle (58) comprising a lower concrete stretch (160) of reinforcing steel fitting to the form of the undulation (40) of the track slab (8, 110).

8. Fixed track superstructure according to claim 7, wherein each buckle (58) comprises an upper concrete stretch (62) of reinforcing steel with a pair of substantially rectilinear steps (64) located below a tie plate (12) in such a way as to avoid tie plate (12) fixing devices.

9. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 8, wherein the undulations (26, 40; 166, 146) extend over the whole length of the superstructure (2, 202).

10. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 9, wherein the upper face (136) of the track slab (110) comprises a relief (140) of recesses (142) and raised faces (144) having a longitudinal periodicity identical to that of the positions of the tie breaks (12) along the track slab (110).

11. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 10, wherein the track slab (110) comprises a plurality of stretches (112), each stretch (112) comprising on each longitudinal edge a groove (150) of a width which decreases as the distance from a central transverse plane of symmetry (138) increases and the upper surface of the foundation slab (104) has a form complementary to that of the lower surfaces of the stretches of track slab (112) arranged end-to-end.

12. Fixed track superstructure according to claim 11, wherein the lower face (134) of each stretch of track slab (112) comprises, at four corners (152), a running surface (154) and a contact region (156) acting as a pivot point over a predetermined range of temperatures.

13. Fixed track superstructure according to claim 12, wherein each stretch of track slab (112) has a first relief at a first end and a second relief at a second end and of a form complementary to that of the first relief in such a way as to fit each stretch of track slab (112) longitudinally end-to-end and to prevent any transverse displacement between the stretches (112) of track slab in the direction of the thickness

or the width.

14. Fixed track superstructure according to any of claims 1 to 13, wherein the upper surface (18) of the track slab is grooved with grooves for trapping sound waves, with a spacing at least less than a tenth of the width of the undulation (40).

15. Method for constructing a ballast-free fixed track superstructure for running rails (10), comprising the steps of:

- pouring (202) a concrete foundation slab (8) onto a ground (6) to form a first, lower surface (15), adhering to the ground (6) and extending in a longitudinal direction, and
- pouring (206) onto the foundation slab (8) a concrete track slab (4), the thickness of which is a function of the position in the width direction and which is capable of transmitting only compressive stresses via a second, lower face (17) to a third, upper face (16) of the foundation slab (4),
- the upper face (16) of the foundation slab exhibiting a transverse undulation (26) with an amplitude oriented in the direction of the thickness and extending in the longitudinal direction, and the lower face (17) of the track slab (8) exhibiting a transverse undulation (40) of a form complementary to the undulation (26) of the foundation slab (8),

**characterized in that** the surface of the undulations (26, 16; 166, 162) in a height region starting from at least one extremum of the undulations is continuously differentiable.

16. Method for constructing a track superstructure according to claim 15, wherein before the step of pouring (206) the track slab (8), the method comprises the step (204) of:

- arranging on the upper face (16) of the foundation slab (4) a metal reinforcement (54), formed from a grid of preformed metal wires which fit to the form of the upper face (16) of the foundation slab and the upper face of the foundation slab (8).

17. Method for constructing a track superstructure according to any of claims 15 to 16, wherein the step of pouring the foundation slab (4) is performed with a sliding form.

18. Method for constructing a track superstructure according to any of claims 15 to 17, wherein the step of pouring (206) the track slab (8) is performed with a sliding form.

19. Method for constructing a track superstructure according to any of claims 15 to 18, comprising the step whereby:

- during or after the step of pouring (206) the track slab (8), the upper face (16) of the track slab (8) is grooved in the lengthwise direction by engraving acoustic trapping grooves with a spacing in the width direction at least less than a tenth of the width of the undulation (40).

20. Method for constructing a track superstructure according to any of claims 15 to 19, comprising the step (208) of:

- laying tie plates (12) in the fresh concrete after pouring (206) the track slab (8), and
- laying the running rails after a drying period of the track slab.

21. Method for constructing a ballast-free fixed track superstructure for running rails (10), comprising the steps of:

- moulding (302) a concrete foundation slab (104) on the ground (6) in stretches (106), the foundation slab (104) being in contact with the ground (6) via a first, lower face (160) adhering to the ground (6) and extending in a longitudinal direction (Z), each stretch having a thickness which is a function of the position over the width and over the length,
- pouring (304) a concrete track slab (110) onto the foundation slab (104), the track slab (104) being formed of a succession of stretches (112) and capable of transmitting only compressive stresses via a second, lower face (134) to a third, upper face (162) of the foundation slab (104), the upper face of the foundation slab (104) exhibiting a transverse undulation (166) with an amplitude oriented along the thickness and extending in the longitudinal direction, and the lower face (134) of the track slab (110) exhibiting a transverse undulation (146) of a form complementary to the undulation (166) of the foundation slab (104),

**characterized in that** the surface of the undulations (166, 162) in a height region starting from at least one extremum of the undulations is continuously differentiable.

22. Method for constructing a track superstructure according to claim 21, wherein before the step of pouring (304) the track slab (110) is performed, it comprises the step of:

- arranging on the upper face of the foundation

slab (104) a metal reinforcement (54), formed from a grid of preformed metal wires which fit to the form of the upper face (162) of the foundation slab (104).

### Patentansprüche

1. Schotterfreier fester Gleisoberbau, um Fahrschienen (10) zu tragen, der umfasst:

eine Fundamentplatte (4, 104) aus Beton, die über eine erste untere Fläche (15, 160) mit einem Boden (6) in Kontakt ist und sich in einer Längsrichtung erstreckt,  
eine Gleisplatte (8, 110) aus Beton, die über der Fundamentplatte (4, 104) liegt und ausschließlich Kompressionsbeanspruchungen über eine zweite untere Fläche (17, 134) an eine dritte obere Fläche (16, 162) der Fundamentplatte (4, 104) übertragen kann, und wobei die obere Fläche (16, 162) der Fundamentplatte (4, 104) eine transversale Welligkeit (26, 166) aufweist, deren Amplitude in Richtung der Dicke der Fundamentplatte (4, 104) orientiert ist und die in Richtung der Länge gleichmäßig ist, und wobei die untere Fläche (17, 134) der Gleisplatte (8, 110) eine transversale Welligkeit (40, 146) aufweist, deren Form zu der Welligkeit (16, 162) der Fundamentplatte (4, 104) konjugiert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Welligkeiten (26, 16; 166, 162) in einer Höhenzone, die von wenigstens einem Extremum der Welligkeiten ausgeht, stetig differenzierbar ist.

2. Fester Gleisoberbau nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Welligkeiten (26, 16; 166, 162) in einer Höhenzone, die von dem Extremum der Welligkeiten ausgeht, für das die Dicke des Betons der Gleisplatte am kleinsten ist, stetig differenzierbar ist.
3. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Oberfläche der Welligkeiten (26, 16; 166, 162) stetig differenzierbar ist.
4. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die transversale Welligkeit (26, 166) der Fundamentplatte (4, 104) eine einzige Spitze (42) und zwei Täler (44, 46), die sich beiderseits der Spitze (42) und unterhalb der Fahrschienen (10) befinden, umfasst.
5. Fester Gleisoberbau nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fundamentplatte (4, 104)

eine zu der Spitze (42) gewendete longitudinale Schulter (34) umfasst.

6. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleisplatte (8, 10) einen metallischen Beschlag (54) umfasst, der in den Beton entsprechend der äußeren Form der Gleisplatte (8, 110) eingebettet ist, um mechanische Zugbeanspruchungen, die von der mechanischen Last ausgehen, und Wärmeschwankungen, die auf die Gleisplatte (8, 110) ausgeübt werden, aufzufangen.
7. Fester Gleisoberbau nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der metallische Beschlag (54) transversale Schleifen (58) umfasst, die in Längsrichtung beabstandet sind, wobei jede Schleife (58) ein unteres Betoneisen-Teilstück (60) entsprechend der Form der Welligkeit (40) der Gleisplatte (8, 110) aufweist.
8. Fester Gleisoberbau nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Schleife (58) ein oberes Betoneisen-Teilstück (62) mit einem Paar im Wesentlichen geradliniger Rücksprünge (64), die sich unter einer Sohle (12) befinden, um Sohlenbefestigungsvorrichtungen (12) auszuweichen, umfasst.
9. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Welligkeiten (26, 40; 166, 146) auf der gesamten Länge des Oberbaus (2, 102) verlaufen.
10. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Fläche (136) der Gleisplatte (110) ein Relief (140) aus Hohlräumen (142) und erhöhten Flächen (144), die die gleiche longitudinale Periodizität wie die Orte der Sohlen (12) längs der Gleisplatte (110) haben, umfasst.
11. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleisplatte (110) mehrere Teilstücke (112) umfasst, wobei jedes Teilstück (112) auf jedem longitudinalen Rand eine Rille (150) aufweist, deren Breite mit zunehmendem Abstand zu einer transversalen Symmetriemittellebene (138) zunimmt, und wobei die obere Oberfläche der Fundamentplatte (104) eine Form hat, die zu jener der unteren Oberflächen der Stoß an Stoß angeordneten Gleisplatten-Teilstücke (112) konjugiert ist.
12. Fester Gleisoberbau nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die untere Fläche (134) jedes Teilstücks der Gleisplatte (112) vier Ecken (152), eine Rolloberfläche (154) und eine Kontaktzone (156), die als Schwenkpunkt in einem vorgegebenen

Temperaturbereich dient, umfasst.

13. Fester Gleisoberbau nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Teilstück (112) der Gleisplatte an einem ersten Ende ein erstes Relief und an einem zweiten Ende ein zweites Relief, das eine zu jener des ersten Reliefs konjugierte Form besitzt, umfasst, derart, dass jedes Gleisplattenteilstück (112) longitudinal eingebettet ist und jegliche transversale Verlagerung in Richtung der Dicke oder der Breite zwischen den Gleisplattenteilstücken (112) verhindert wird.

14. Fester Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die obere Oberfläche (18) der Gleisplatte mit Schallwellenaufangrillen gerillt ist, deren Schrittweite wenigstens kleiner als ein Zehntel der Breite der Welligkeit (40) ist.

15. Verfahren für den Aufbau eines schotterfreien festen Gleisoberbaus für Fahrschienen (10), das die Schritte umfasst, die darin bestehen:

eine Fundamentplatte (4) aus Beton auf einem Boden (6) zu gießen, indem eine erste untere Oberfläche (115) geformt wird, die auf dem Boden (6) haftet und sich in einer Längsrichtung erstreckt,

eine Gleisplatte (8) aus Beton auf der Fundamentplatte (4) zu gießen, die eine von der Position in Breitenrichtung abhängige Dicke besitzt und ausschließlich Kompressionsbeanspruchungen über eine zweite untere Fläche (17) an eine dritte obere Fläche (16) der Fundamentplatte (4) übertragen kann,

wobei die obere Fläche (16) der Fundamentplatte eine transversale Welligkeit (26) aufweist, deren Amplitude in Richtung der Dicke orientiert ist und die sich in Längsrichtung erstreckt, und wobei die untere Fläche (17) der Gleisplatte (8) eine transversale Welligkeit (40) mit einer zu der Welligkeit (26) der Fundamentplatte (8) konjugierten Form aufweist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Welligkeiten (26, 16; 166, 162) in einer Höhenzone, die von wenigstens einem Extremum der Welligkeiten ausgeht, stetig differenzierbar ist.

16. Verfahren für den Aufbau eines Gleisoberbaus nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** es vor dem Schritt des Gießens (206) der Gleisplatte (8) den Schritt (204) umfasst, der darin besteht:

auf der oberen Fläche (16) der Fundamentplatte (4) einen metallischen Beschlag (54) anzuordnen, der aus einem Gitter aus Metalldrähten ge-

bildet ist, die vorgeformt sind und mit der Form der oberen Fläche (16) der Fundamentplatte und der oberen Fläche der Gleisplatte (8) übereinstimmen.

17. Verfahren für den Aufbau eines Gleisoberbaus nach einem der Ansprüche 15 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Gießens der Fundamentplatte (4) durch gleitende Verschalung ausgeführt wird.

18. Verfahren für den Aufbau eines Gleisoberbaus nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Gießens (206) der Gleisplatte (8) durch gleitende Verschalung ausgeführt wird.

19. Verfahren für den Aufbau eines Gleisoberbaus nach einem der Ansprüche 15 bis 18, das den Schritt umfasst, der darin besteht:

während oder nach dem Schritt des Gießens (206) der Gleisplatte (8) die obere Fläche (16) der Gleisplatte (8) in Richtung der Länge zu rillen, indem Schallauffangrillen graviert werden, deren Schrittweite in Richtung der Breite wenigstens kleiner als ein Zehntel der Breite der Welligkeit (40) ist.

20. Verfahren für den Aufbau eines Gleisoberbaus nach einem der Ansprüche 15 bis 19, das den Schritt (208) umfasst, der darin besteht:

nach dem Gießen (206) der Gleisplatte (8) Sohlen (12) im frischen Beton anzuordnen, und nach einer Trocknungszeit der Gleisplatte die Fahrschienen anzuordnen.

21. Verfahren für den Aufbau eines schotterfreien festen Gleisoberbaus für Fahrschienen (10), das die Schritte umfasst, die darin bestehen:

eine Fundamentplatte (104) aus Beton in Teilstücken (106) auf einen Boden (6) zu gießen, wobei die Fundamentplatte (104) mit dem Boden (6) über eine erste untere Fläche (160), die auf dem Boden (6) haftet, in Kontakt ist und sich in einer Längsrichtung (Z) erstreckt, wobei jedes Teilstück eine von der Position in Breiten- und in Längsrichtung abhängige Dicke besitzt, eine Gleisplatte (110) aus Beton auf die Fundamentplatte (104) zu gießen (304), wobei die Gleisplatte (110) aus einer Folge von Teilstücken (112) geformt wird und ausschließlich Kompressionsbeanspruchungen über eine zweite untere Fläche (134) an eine dritte obere Fläche (162) der Fundamentplatte (104) übertragen kann, wobei die obere Fläche der Fundament-

platte (104) eine transversale Welligkeit (166) aufweist, deren Amplitude in Richtung der Dicke orientiert ist und die sich in der Längsrichtung erstreckt, und wobei die untere Fläche (134) der Gleisplatte (110) eine transversale Welligkeit (146) mit einer zu der Welligkeit (166) der Fundamentplatte (104) konjugierten Form aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche der Welligkeiten (166, 162) in einer Höhenzone, die von wenigstens einem Extremum der Welligkeiten ausgeht, stetig differenzierbar ist.

- 22.** Verfahren für den Aufbau eines Gleisoberbaus nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** es vor dem Ausführen des Schrittes des Gießens (304) der Gleisplatte (110) den Schritt umfasst, der darin besteht:

auf der oberen Fläche der Fundamentplatte (104) einen metallischen Beschlag (54) anzuordnen, der aus einem Gitter aus Metalldrähten geformt ist, die vorgeformt sind und mit der Form der oberen Fläche (162) der Fundamentplatte (104) übereinstimmen.

25

30

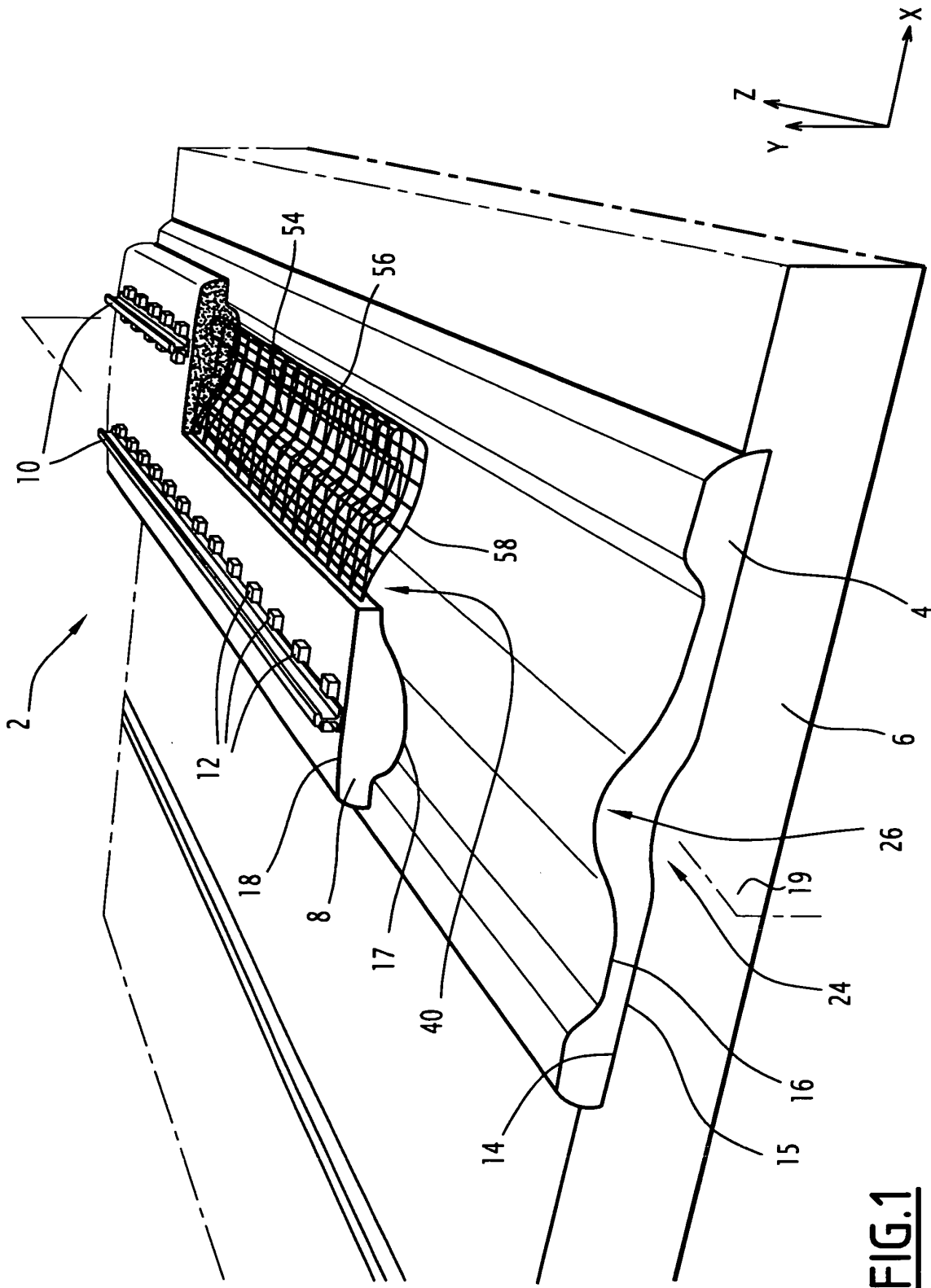
35

40

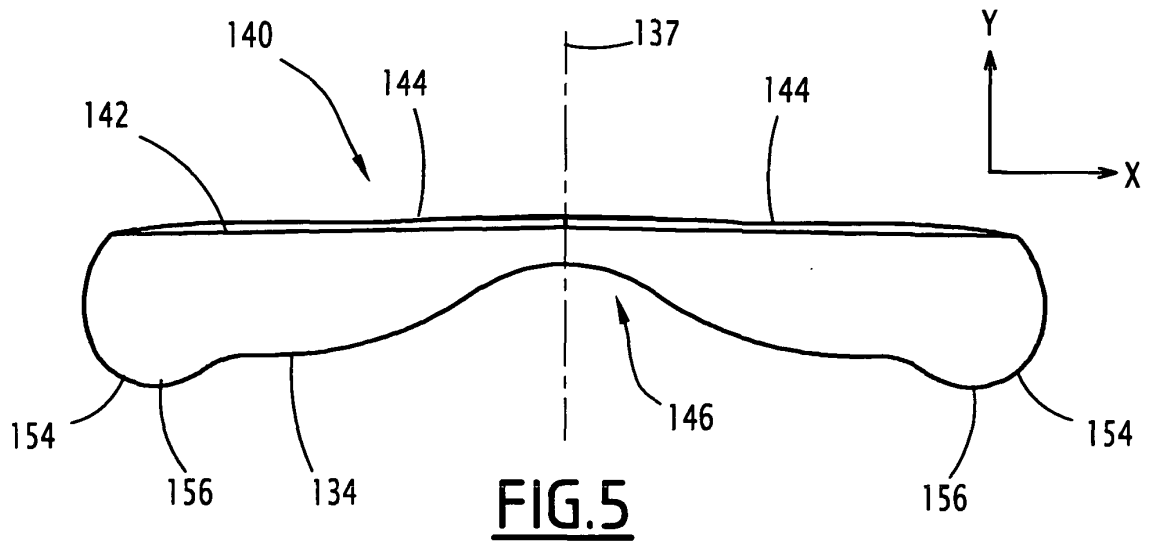
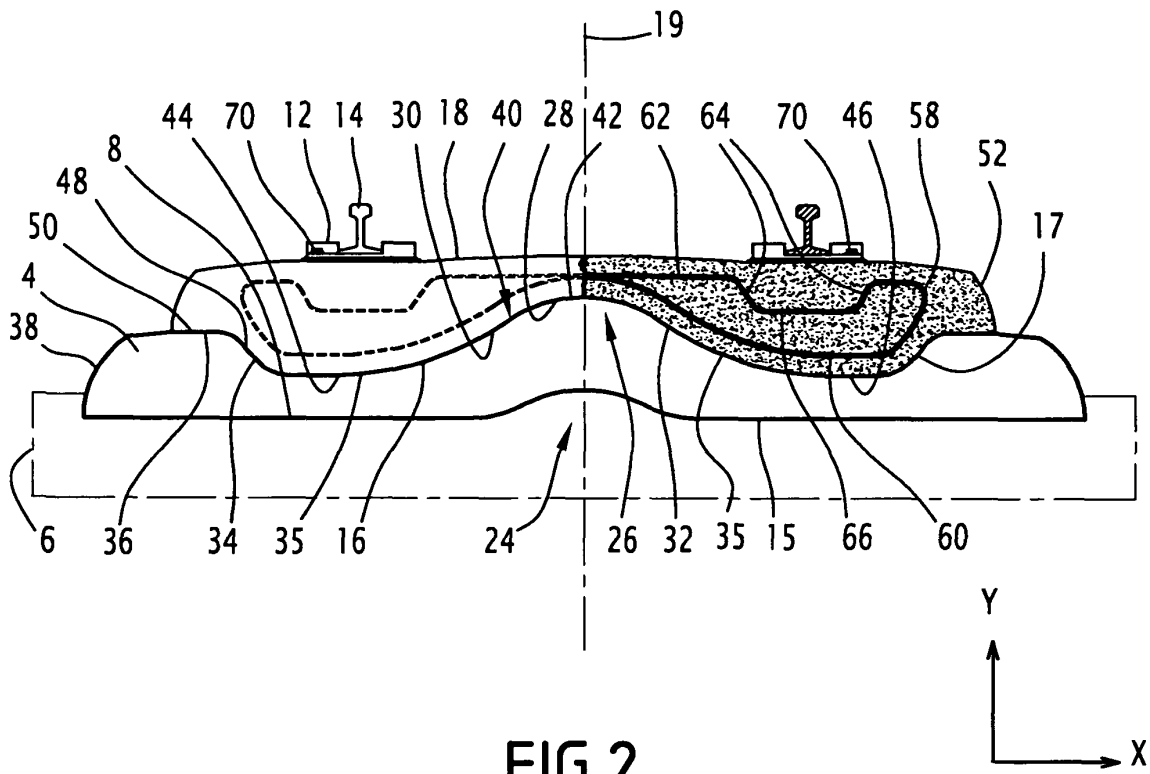
45

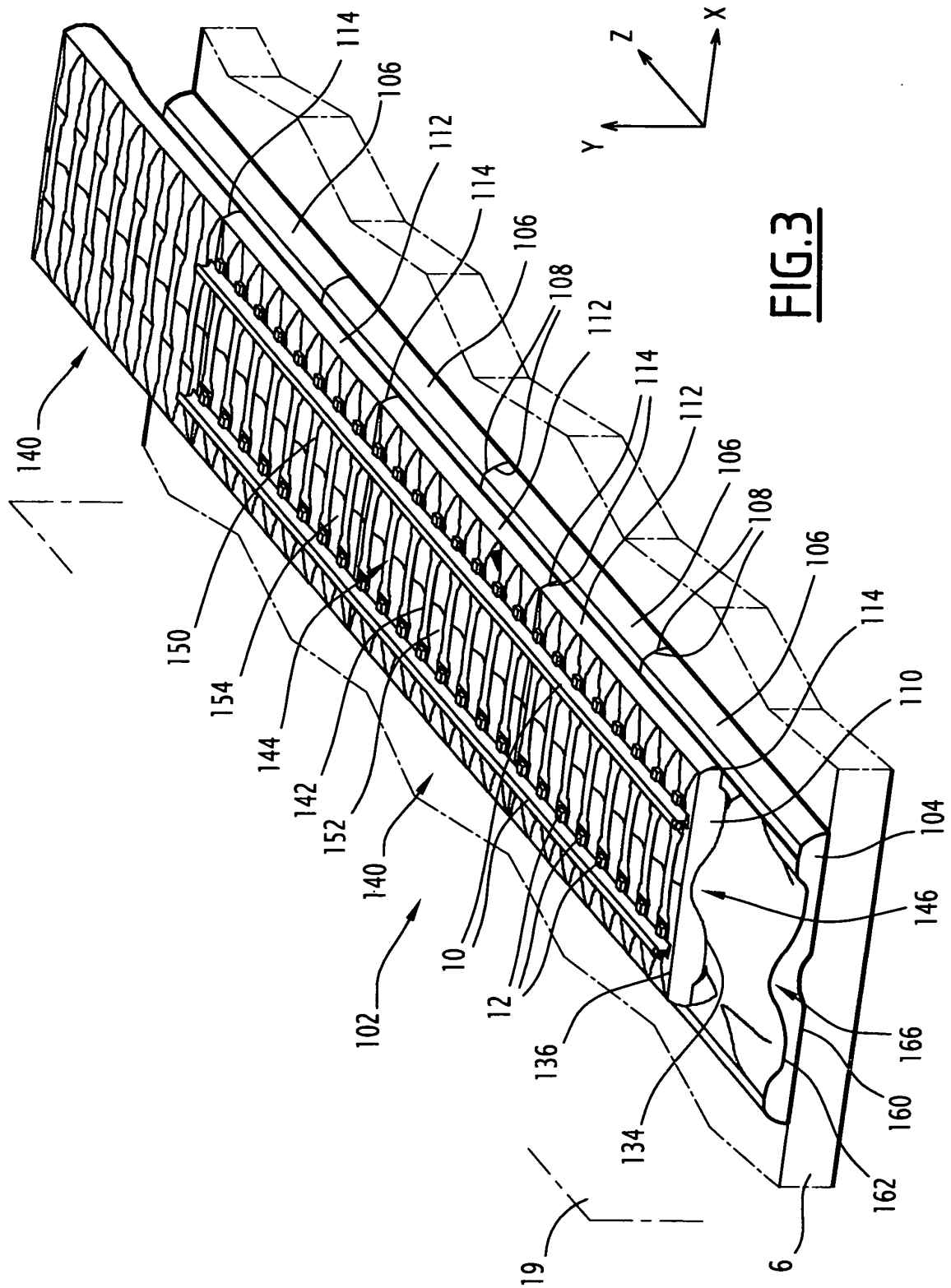
50

55

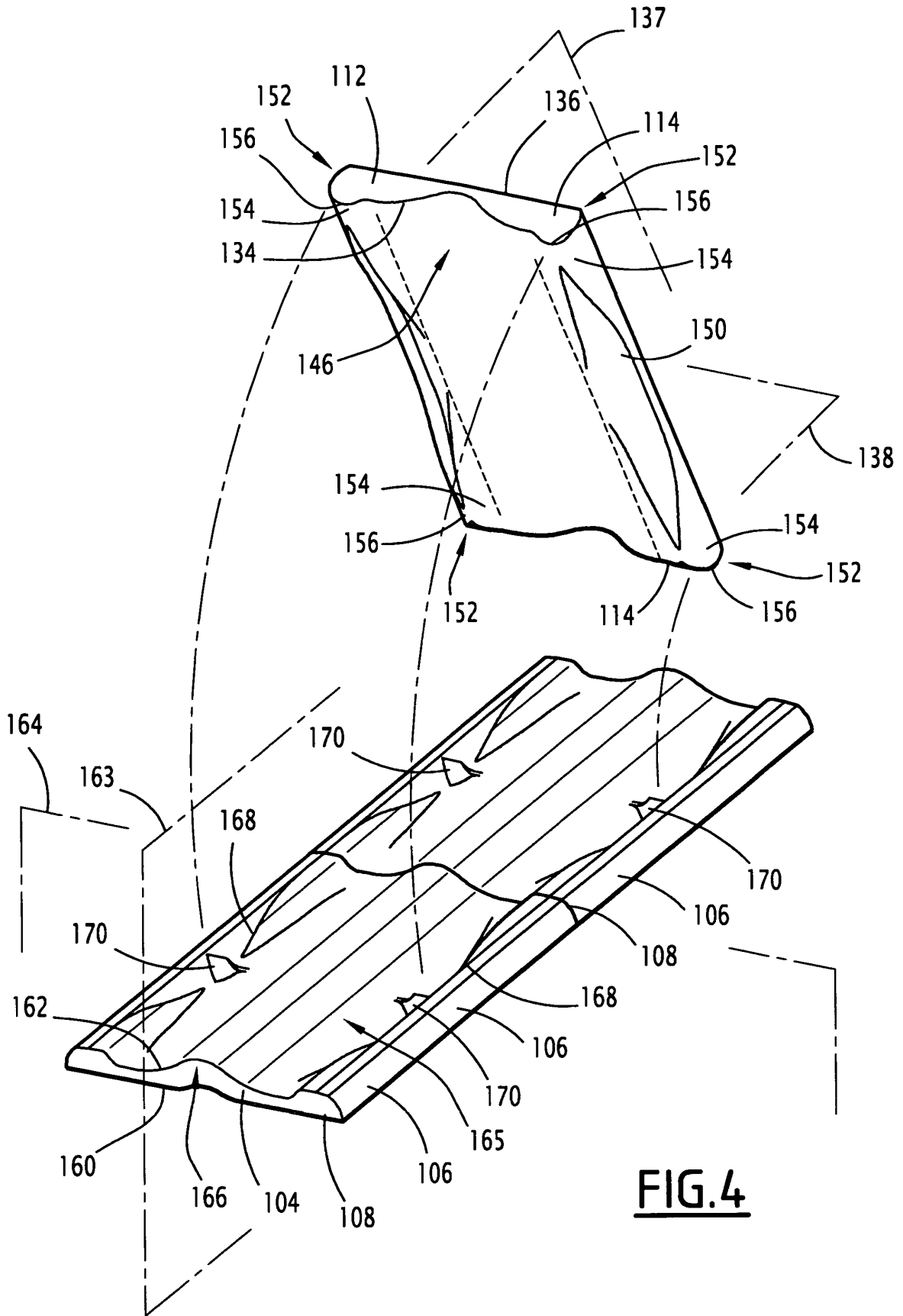


**FIG. 1**





**FIG. 3**



**FIG. 4**

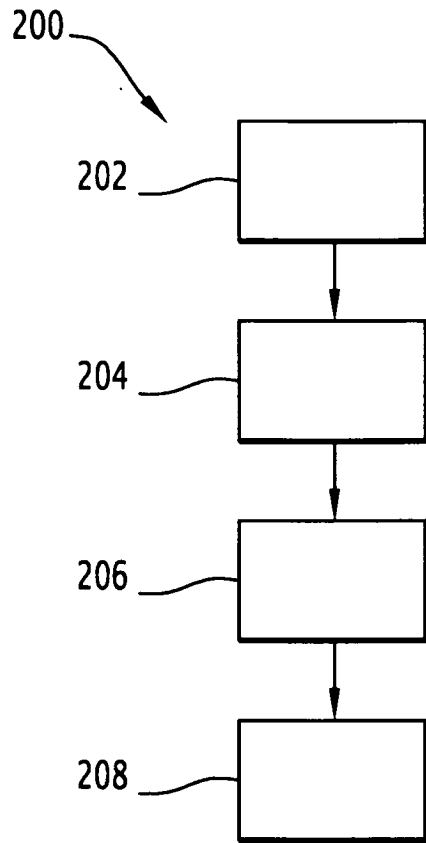


FIG.6

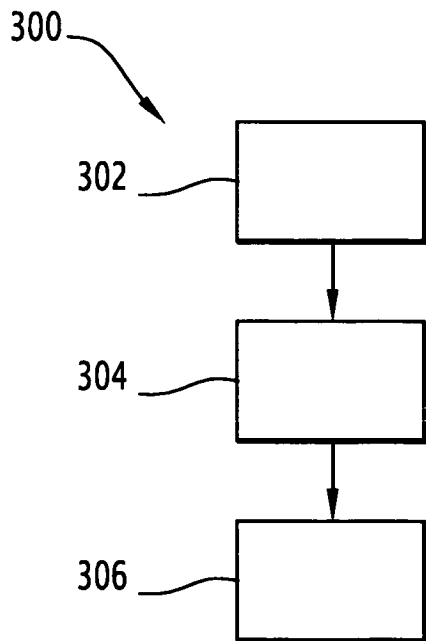


FIG.7

**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**

- DE 2817278 A [0002]