

Description

[0001] L'invention concerne de manière générale les procédés de construction d'ouvrages en béton, notamment de voies ferrées pour train, métro ou tramway.

[0002] Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé de construction d'un ouvrage en béton, cet ouvrage comprenant un massif linéaire continu en béton suivant un parcours prédéterminé et au moins un profilé composite au moins partiellement inséré dans le massif et positionné précisément pour suivre un profil prédéterminé, ce procédé comprenant au moins les étapes de

a/ construction du massif linéaire par moulage d'une masse de béton frais en continu le long du dit parcours prédéterminé,

b/ mise en place du profilé composite le long du dit parcours prédéterminé,

c/ insertion du profilé composite dans le massif linéaire et calage d'après le dit profil prédéterminé.

[0003] Les procédés de ce type sont de plus en plus fréquemment employés car ils permettent une cadence de construction du massif en béton très rapide. Le béton frais est moulé en continu par une machine automatique suivant le parcours de la voie à construire. Le moule comprend deux rainures qui ménagent des engravures dans le massif de béton. Après solidification du béton, les rails sont disposés par tronçons dans les engravures, soudés bout à bout, puis calés manuellement en hauteur et en écartement l'un par rapport à l'autre, en laissant un écartement minimum par rapport aux bords des engravures. Un matériau résilient, comme de la résine, est ensuite coulé dans les engravures.

[0004] Cette technique est rapide pour la pose du béton, mais est lente pour la pose et le calage des rails. Elle est de ce fait généralement réservée à des portions de voies assez courtes, comme des passages à niveau.

[0005] De plus, le calage manuel des rails ne permet pas de garantir une grande précision, ce qui rend l'utilisation de ce procédé impossible pour la construction des voies à grande vitesse.

[0006] Dans ce contexte, l'invention vise à pallier les problèmes mentionnés ci-dessus.

[0007] A cette fin, le procédé de construction selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que les étapes de construction du massif linéaire et d'insertion/calage du profilé composite sont simultanées en chaque endroit du dit parcours prédéterminé.

[0008] Dans un mode de réalisation possible de l'invention, l'étape de mise en place du profilé composite précède les étapes de construction du massif linéaire et d'insertion/calage du profilé composite.

[0009] Avantageusement, le profilé composite peut être guidé latéralement pendant l'étape de moulage du massif linéaire.

[0010] De préférence, le profilé composite peut être guidé verticalement pendant l'étape de moulage du massif linéaire.

[0011] Par exemple, l'étape b/ de mise en place du profilé composite le long du dit parcours prédéterminé peut comprendre une opération de mise en place de tronçons séparés le long du dit parcours prédéterminé et une opération de connexion bout à bout de ces tronçons séparés.

[0012] Avantageusement, le béton frais peut être fluidifié mécaniquement pendant l'opération de moulage du massif linéaire.

[0013] De préférence, le profilé composite peut être soulevé et traverser la masse de béton frais avant les étapes simultanées a/ et c/.

[0014] Par exemple, le profilé composite peut être un rail enveloppé d'un matériau résilient.

[0015] Avantageusement, le matériau résilient peut être mis en place autour du rail après l'étape b/ et avant les étapes simultanées a/ et c/.

[0016] De préférence, le profilé composite peut comprendre un profilé métallique et un matériau de remplissage.

[0017] Par exemple, le profilé composite peut comprendre un profilé métallique, un rail au moins partiellement inséré dans le profilé métallique, et un matériau résilient remplissant le profilé métallique.

[0018] Avantageusement, le profilé métallique peut comprendre des faces latérales crantées.

[0019] Le procédé selon l'invention peut être appliqué à la construction d'une voie ferrée pour un train, un métro ou un tramway.

[0020] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en références aux figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique des principales étapes d'un procédé de construction selon l'art antérieur,
- la figure 2 est une représentation schématique identique à celle de la figure 1 pour le procédé de construction selon l'invention,
- la figure 3 est une représentation schématique d'un détail du moule utilisé par le procédé de la figure 2,
- la figure 4 est une représentation identique à celle de la figure 3, dans une variante de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une section d'un type de profilé composite mis en place par le procédé de la figure 2,
- la figure 6 est une vue de côté d'un ouvrage en cours de construction par le procédé de la figure 2,
- la figure 7 est une vue de dessus correspondant à la figure 6, et
- la figure 8 est une vue en coupe d'un détail de l'ouvrage réalisé par le procédé de la figure 2.

[0021] Des voies ferrées urbaines sont réalisées en béton depuis plus 40 ans pour des tramways ou des métros. Cette technique de construction est maintenant quasiment la seule employée.

[0022] Le procédé de construction connu de l'homme du métier sous la dénomination anglo-saxonne « slip-form » est apparu récemment et se répand rapidement. La voie ferrée construite ainsi comprend un massif linéaire continu en béton 10 suivant un parcours prédéterminé, portant deux engravures 12 parallèles limitées chacune par des bords latéraux 13 et un fond 14. Généralement deux rails 20 sont au moins partiellement insérés chacun dans une engravure 12 et positionnés précisément pour suivre un profil prédéterminé.

[0023] Les principaux paramètres suivant lesquels les rails 20 sont calés sont l'écartement entre les rails 20, la hauteur, et le jeu entre les bords 13 des engravures et les rails 20.

[0024] Ces rails 20 sont en appui continu sur les fonds 14 des engravures.

[0025] Les principales étapes de ce procédé sont représentées sur la figure 1.

[0026] Un béton de propreté 15 est d'abord coulé le long du parcours de la voie. Puis le massif linéaire 10 est construit en continu sur la surface du béton de propreté 15, à l'aide d'une machine portant un moule 16 se déplaçant le long du parcours. Du béton frais 17 est pompé ou déposé devant la machine, le moule lui conférant une forme prédéterminée au fur et à mesure de l'avancement de la machine. La forme prédéterminée est généralement sensiblement rectangulaire, les deux engravures 12 étant situées sur une face supérieure 18 du massif linéaire 10.

[0027] Une fois le béton frais solidifié, les rails 20 sont déposés par tronçons dans les engravures 12 et sont soudés bout à bout.

[0028] Puis ces rails 20 sont positionnés précisément à l'aide de cales, de façon à ce qu'ils suivent le profil prédéterminé.

[0029] Ces rails 20 peuvent être complètement insérés dans les engravures 12, affleurer au niveau de la face supérieure 18 ou être légèrement en saillie par rapport à cette face supérieure 18.

[0030] Enfin, un matériau résilient 19 est injecté dans les engravures 12 pour les remplir jusqu'à un niveau prédéterminé. Ce matériau résilient 19 permet en particulier d'amortir les vibrations provoquées par le passages de rames de tramway, de métro ou de train.

[0031] Les cales de positionnement sont recyclées ou perdues.

[0032] Selon le procédé de l'invention, représenté sur la figure 2, les étapes de construction du massif linéaire 10 et d'insertion calage des rails 20 sont simultanées en chaque point du parcours de la voie.

[0033] Comme précédemment, un béton de propreté 15 est d'abord coulé le long du parcours prédéterminé de la voie. Les rails 20 sont ensuite disposés par tronçons le long de ce même parcours prédéterminé et sou-

dés bout à bout. Les rails 20 ne sont pas calés à ce stade du procédé.

[0034] Le matériau résilient 19 est alors mis en place autour des rails. Ce matériau résilient 19 peut être moulé sur place. Il peut également être préformé en blocs en atelier, le rail 20 étant ensuite inséré dans le bloc de matériau résilient préformé par une ouverture prévue à cet effet.

[0035] Puis, en une seule étape, le massif linéaire 10 est constitué et les rails 20 sont positionnés à l'aide d'une machine 30 qui circule le long du parcours.

[0036] Comme le montrent les figures 6 et 7, cette machine 30 porte un moule 32, un système de guidage 34 du rail 20, et de deux potences 36 situées à l'avant de la machine en suivant le sens d'avancement normal de la machine 30, représenté par une flèche sur les figures 6 et 7.

[0037] Les potences 36 sont munies d'organes de préhension 37 du rail 20, glissant le long de ce rail 20 au fur et à mesure de l'avancement de la machine 30. Ces organes de préhension 37 sont par exemple de simples crochets.

[0038] Une masse de béton frais 17 est déposée périodiquement devant la machine 30. Ce béton frais passe dans le moule 32 quand la machine 30 avance et acquiert une forme prédéterminée.

[0039] Le béton frais 17 utilisé est très dense et très visqueux. Pendant qu'il est dans le moule 32, ce béton frais 17 est fluidifié par un dispositif mécanique non représenté équipant la machine 30. Ce dispositif peut par exemple être un vibreur. Le béton frais 17 se répartit ainsi de façon uniforme dans le moule.

[0040] A la sortie du moule 32, l'effet du dispositif mécanique s'atténue très rapidement et le béton frais 17 se solidifie très rapidement.

[0041] Contrairement aux moules utilisés dans l'art antérieur, le moule 32 ne contient pas de rainures pour créer des engravures et présente une section de forme générale sensiblement rectangulaire et comprend des avals 31 à l'avant.

[0042] Les rails 20 revêtus du matériau résilient 19 passent à travers le béton frais 17 déposé devant la machine 30 et traversent le moule 32.

[0043] Ces rails 20 sont calés suivant le profil prédéterminé par le système de guidage 34 composé d'un ensemble de moyens de positionnement.

[0044] L'écartement entre les rails 20 est ajusté par deux plaques 37 portées par une face intérieure 33 du moule 32, comme le montre les figures 3 et 4.

[0045] Chaque plaque 37 guide un rail 20. Elles présentent une forme différente en fonction du type de rail.

[0046] Pour un rail de type « à gorge », comprenant une gorge 201 comme représenté sur la figure 3, la plaque 37 porte un ergot 371 de forme correspondante à celle de la gorge 201. L'ergot 371 est engagé et se déplace en permanence le long de la gorge 201.

[0047] L'écartement des ergots 371 des deux plaques 37 est ajusté très précisément en fonction de l'écarte-

ment des roues des rames qui doivent circuler sur la voie.

[0048] Pour un rail de type « Vignole », représenté sur la figure 4, la plaque 37 porte une gorge 372 tournée vers le rail 20 et limitée par deux rebords 373. Le rail 20 comprend une tête 202, sensiblement cylindrique. La gorge 372 est semi-cylindrique et épouse le contour de la tête 202 du rail.

[0049] L'écartement des gorges 372 des deux plaques 37 est ajusté très précisément en fonction de l'écartement des roues des rames qui doivent circuler sur la voie.

[0050] Les plaques 37 s'étendent sur au moins une partie de la longueur de la machine 30 et sont rigoureusement parallèles.

[0051] La position latérale des rails 20 est déterminée par la position latérale de la machine 30. La position latérale de la machine 30 est contrôlée à chaque instant par rapport à une référence extérieure 38 qui détermine la trajectoire de la machine 30.

[0052] Cette position latérale est transmise aux rails 20 à la fois par les plaques 37 et par des guides latéraux 39.

[0053] Ces guides latéraux 39 sont liés au moule 32. Ce sont par exemple des galets, comme représenté sur la figure 7, ou des patins, comme représenté sur les figures 2, 3 et 4.

[0054] Deux paires de deux guides latéraux 39 pour chaque rail 20 sont représentés sur la figure 7, mais ces guides peuvent être plus nombreux.

[0055] Chaque paire comprend deux guides latéraux 39 situés en vis-à-vis de chaque côté du rail 20.

[0056] Les patins sont typiquement des équerres dont une face 391 est fixée sur la face inférieure 33 du moule 32 et une autre face perpendiculaire 392 glisse sur un côté vertical du rail enveloppé de matériau résilient 19.

[0057] Les galets présentent des axes verticaux et roulent sur un côté vertical du rail enveloppé de matériau résilient 19.

[0058] La position verticale du rail 20 peut être ajustée par au moins deux dispositifs différents, qui peuvent être utilisés conjointement ou alternativement.

[0059] Un ou plusieurs électroaimants 40, disposés au-dessus du moule 32, comme le montre les figures 3 et 4, maintiennent le rail 20 plaqué contre la face inférieure 33 du moule 32. Dans ce cas les plaques 37 sont constituées d'un matériau amagnétique, comme certains types d'acier. Deux séries d'électroaimants 40 sont disposées parallèlement sur la longueur de la machine 30, au dessus des rails 20.

[0060] Dans une variante de réalisation, des guides verticaux, des patins ou des galets 41 représentés sur la figure 6, sont liés au moule 32.

[0061] Deux paires de deux guides latéraux 41 pour chaque rail 20 sont représentés sur la figure 6, mais ces guides peuvent être plus nombreux.

[0062] Chaque paire comprend deux guides latéraux 41 situés en vis-à-vis, l'un au dessus et l'autre au des-

sous du rail 20.

[0063] Les galets présentent des axes horizontaux et roulent sur un côté horizontal du rail enveloppé de matériau résilient 19.

5 **[0064]** Les deux variantes de réalisation peuvent être combinées et on peut disposer dans la machine 30 des électroaimants 40 au-dessus des rails 20 et des galets 41 ou des patins en dessous du rail 20.

10 **[0065]** Le béton frais 17 fluidifié par le dispositif mécanique mentionné ci-dessus vient enrober les rails 20 et le matériau résilient 19, qui se trouvent engoncés dans le massif linéaire 10 exactement comme si le procédé de l'art antérieur avait été utilisé.

15 **[0066]** Il est important de noter que les guides latéraux 39 et verticaux 40 et 41 situés le plus à l'arrière du moule 32 doivent impérativement être disposés à une certaine distance de l'extrémité arrière de ce moule 32, de façon à ce que le béton frais 17 fluidifié ait le temps de combler l'empreinte laissée par les guides avant de sortir de la zone où le dispositif de fluidification est effi-

20 cace.

[0067] Quand les rails 20 sortent du moule 30 après avoir été calés en position, ces rails ne bougent plus puisque le béton frais sort très rapidement de la zone de fluidification et se solidifie. Il peut se produire un léger tassement vertical des rails 20, mais ce tassement sera uniforme sur toute la longueur de la voie, celle-ci étant réalisée dans des conditions similaires le long de tout le parcours.

25 **[0068]** La voie est alors terminée.

[0069] Le procédé décrit ci-dessus peut être appliqué en substituant aux rails 20 toutes sortes de profilés composites 21, comme des profilés métalliques 45 remplis d'un matériau de remplissage.

30 **[0070]** Ces profilés métalliques 45 ont une section en U ouvert vers le haut et présentent des flans verticaux 47. Ils doivent être remplis du matériau de remplissage pour accroître la rigidité de l'ensemble et éviter une déformation au moment de la pose, en particulier du fait de la pression hydrostatique du béton frais sur les flans 47 du U, de la pression des guides latéraux ou verticaux, ou du fait de l'action de la potence.

35 **[0071]** Le matériau de remplissage est choisi de telle sorte qu'il peut être retiré facilement et être remplacé. On peut ainsi créer par ce procédé par exemple des caniveaux où seront disposées des tuyauteries ou des gaines électriques.

40 **[0072]** Des faces extérieures 48 des flans verticaux des profilés métalliques 45 peuvent être crantées de façon à améliorer l'ancrage de ces profilés 45 dans le béton.

45 **[0073]** Le procédé selon l'invention peut également être appliqué en substituant au rail 20 un ensemble comprenant un profilé métallique en U 45, un rail 49 au moins partiellement inséré dans le profilé métallique 45 et un matériau résilient 50 remplissant le profilé métallique 45 jusqu'à un niveau prédéterminé, comme représenté sur la figure 5.

[0074] Le profilé métallique en U est ouvert vers le haut. Le rail 49 peut être de type Vignole ou à gorge. Le matériau résilient est typiquement une résine. Comme décrit précédemment, le profilé métallique 45 peut être cranté sur les faces extérieures 48 pour améliorer la solidité de l'ancrage dans le béton.

[0075] On notera que l'appui des rails 20 dans le massif de béton 10 est continu, ce qui permet d'utiliser des rails bas non inertiels et réduit donc la hauteur du massif 10. On réalise ainsi des gains de temps de construction et des économies de matières, béton et matériau résilient.

[0076] Si on veut éviter que la face supérieure du rail, sur laquelle roulent les rames, soit salie en passant à travers le béton frais, il est possible de disposer un cache de propreté sur celle-ci. Le cache est mis en place après le soudage bout à bout des tronçons de rail, et retiré une fois le rail sorti du moule.

[0077] Alternativement, le moule 32 peut être équipé de racleurs et de balais éliminant les traces de béton frais déposées sur la face supérieure du rail.

[0078] Le procédé de l'invention a été décrit dans le cadre de la construction d'une voie à deux rails parallèles, mais il peut bien entendu être utilisé pour la construction de voies à un rail ou à trois rails et plus moyennant des adaptations simples.

[0079] Ce procédé peut être appliqué à la construction de voies de tramways, de métros, de trains régionaux ou de trains de grandes lignes circulant jusqu'à des vitesses importantes, par exemple 160 km/h. Des vitesses supérieures peuvent être atteintes, moyennant une rectification des microdéfauts de la voie, par exemple par meulage.

Revendications

1. Procédé de construction d'un ouvrage en béton, cet ouvrage comprenant un massif linéaire continu en béton (10) suivant un parcours prédéterminé et au moins un profilé composite (21) au moins partiellement inséré dans le massif (10) et positionné précisément pour suivre un profil prédéterminé, ce procédé comprenant au moins les étapes de :

a/ construction du massif linéaire (10) par moulage d'une masse de béton frais (17) en continu le long du dit parcours prédéterminé,

b/ mise en place du profilé composite (21) le long du dit parcours prédéterminé,

c/ insertion du profilé composite (21) dans le massif linéaire (10) et calage d'après le dit profil prédéterminé, **caractérisé en ce que** les étapes de construction du massif linéaire (10) et d'insertion/calage du profilé composite (21) sont simultanées en chaque endroit du dit parcours prédéterminé.

2. Procédé de construction suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'étape de mise en place du profilé composite (21) précède les étapes de construction du massif linéaire (10) et d'insertion/calage du profilé composite (21).

3. Procédé de construction suivant la revendication 2, **caractérisé en ce que** le profilé composite (21) est guidé latéralement pendant l'étape de moulage du massif linéaire (10).

4. Procédé de construction suivant la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** le profilé composite (21) est guidé verticalement pendant l'étape de moulage du massif linéaire (10).

5. Procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** l'étape b/ de mise en place du profilé composite (21) le long du dit parcours prédéterminé comprend une opération de mise en place de tronçons séparés le long du dit parcours prédéterminé et une opération de connexion bout à bout de cesdits tronçons séparés.

6. Procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le béton frais (17) est fluidifié mécaniquement pendant l'opération de moulage du massif linéaire (10).

7. Procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 2 à 6, **caractérisé en ce que** le profilé composite (21) est soulevé et traverse la masse de béton frais (17) avant les étapes simultanées a/ et c/.

8. Procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le profilé composite (21) est un rail (20) enveloppé d'un matériau résilient (19).

9. Procédé de construction suivant la revendication 8, **caractérisé en ce que** le matériau résilient (19) est mis en place autour du rail (20) après l'étape b/ et avant les étapes simultanées a/ et c/.

10. Procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le profilé composite (21) comprend un profilé métallique (45) et un matériau de remplissage.

11. Procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le profilé composite (21) comprend un profilé métallique (45), un rail (49) au moins partiellement inséré dans le profilé métallique (45), et un matériau résilient (50) remplissant le profilé métallique (45).

12. Procédé de construction suivant la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** le profilé métallique (45) comprend des faces latérales crantées.

13. Application du procédé de construction suivant l'une quelconque des revendications 1 à 12 à la construction d'une voie ferrée pour un train, un métro ou un tramway.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

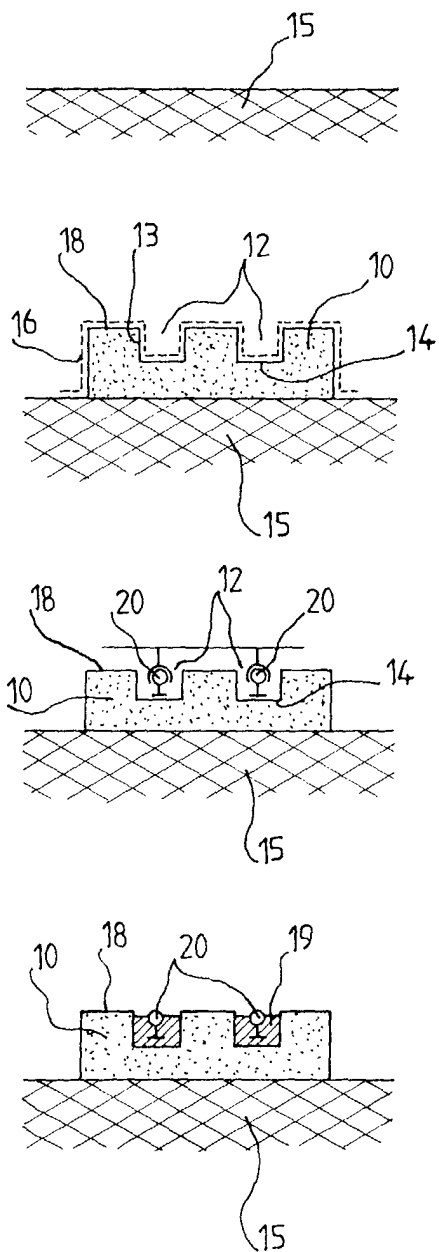
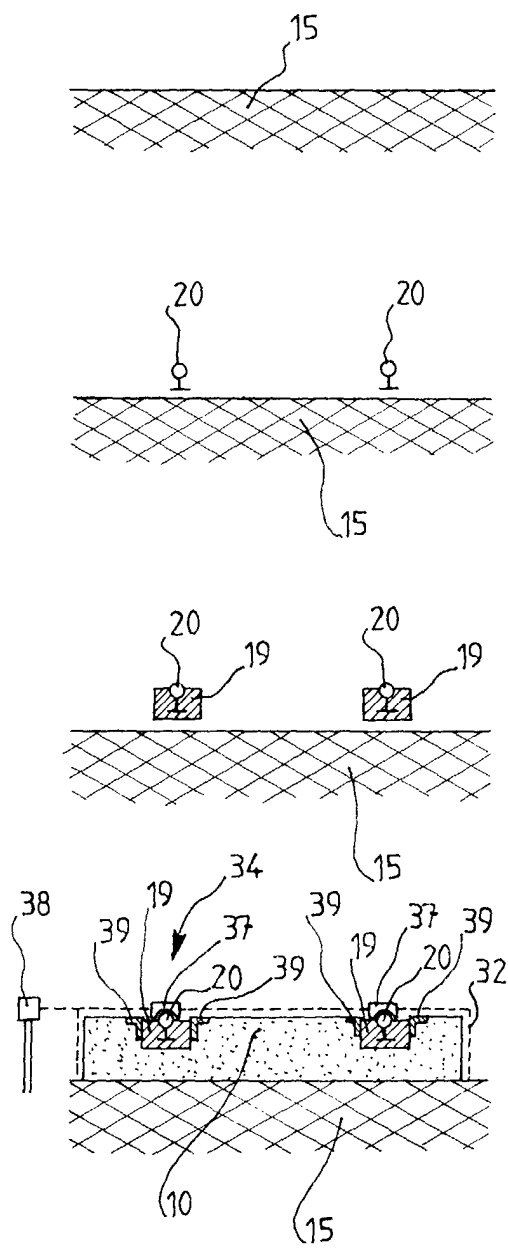
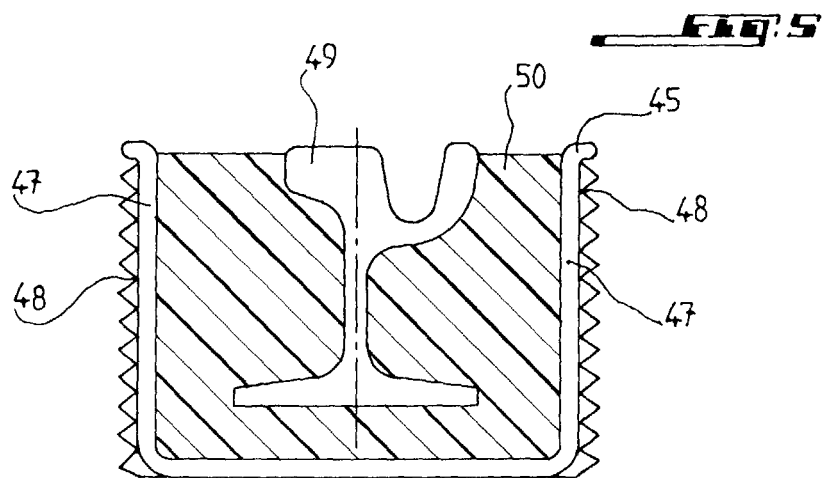
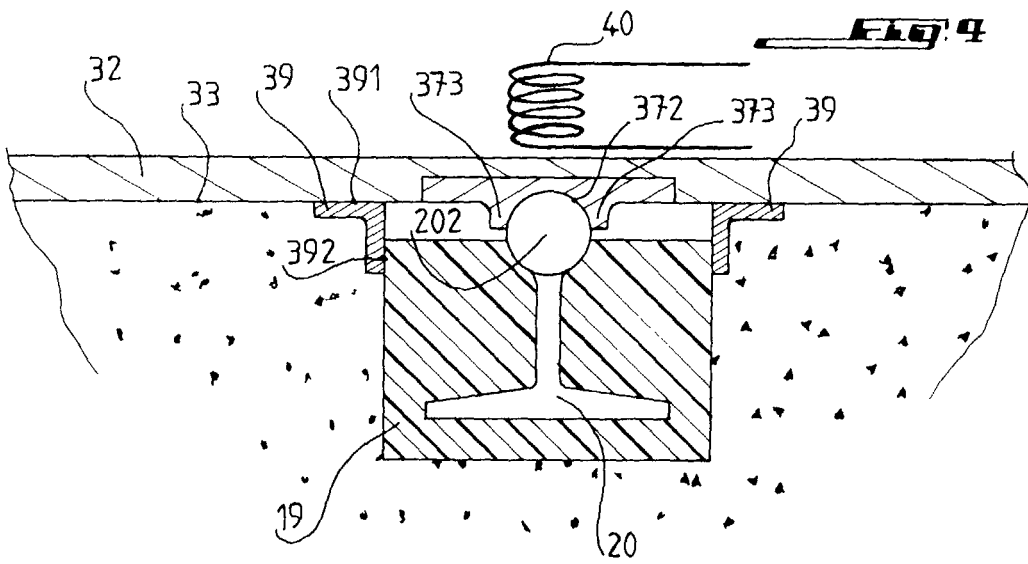
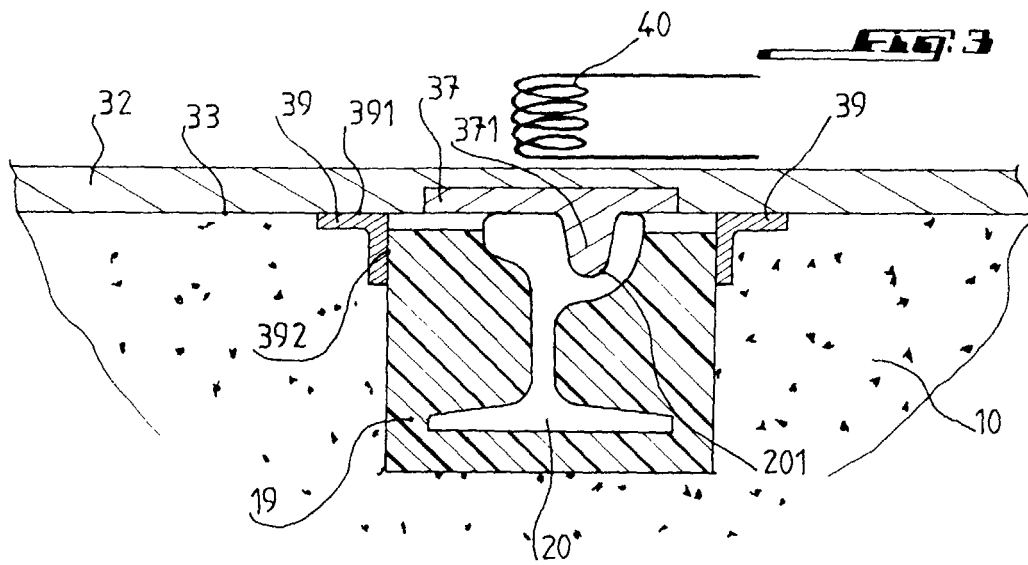
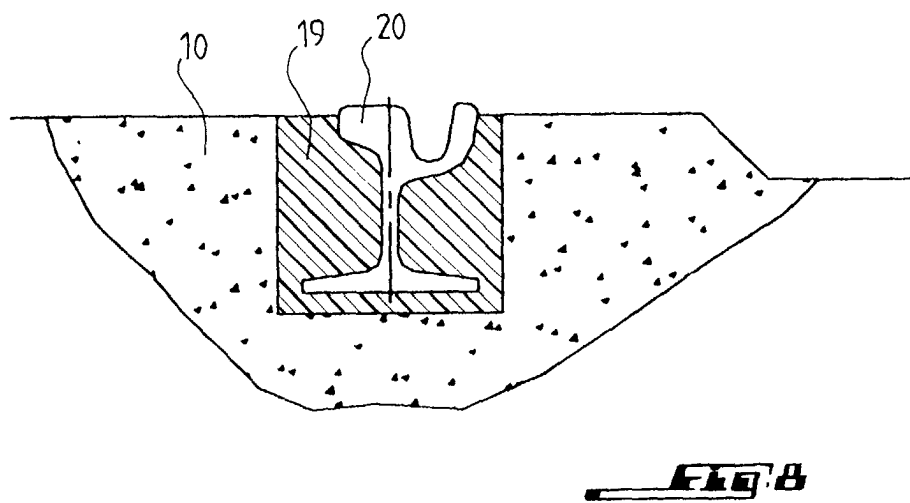
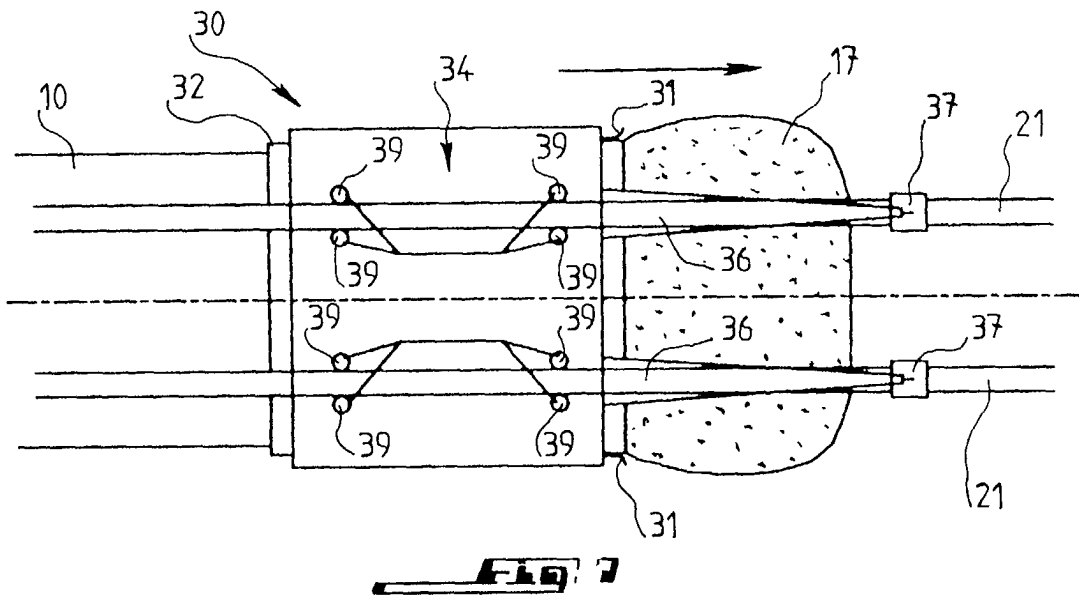
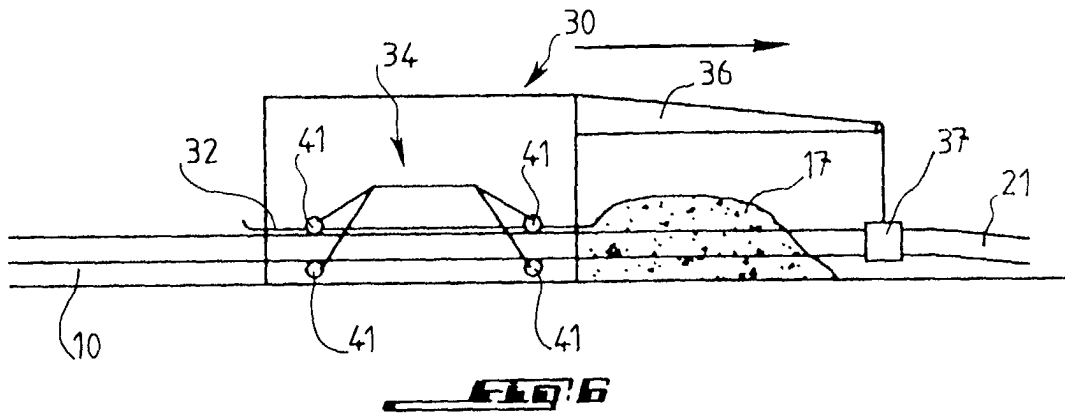


FIG. 2









Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 2600

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	EP 0 939 164 A (ALSTOM FRANCE SA) 1 septembre 1999 (1999-09-01) * alinéa '0014! - alinéa '0026!; figures 1,2 *	1,2, 5-11,13	E01B1/00 E01B21/00
A	FR 2 776 683 A (SPIE BATIGNOLLES TP SA) 1 octobre 1999 (1999-10-01) * page 24, ligne 5 - page 26, ligne 26; figures 6-18 *	1-4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			E01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19 décembre 2002	Examineur Kergueno, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C02)

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

EP 02 29 2600

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.

19-12-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0939164	A	01-09-1999	FR	2775303 A1	27-08-1999
			EP	0939164 A1	01-09-1999
			TR	9900433 A1	21-09-1999
<hr/>					
FR 2776683	A	01-10-1999	FR	2776683 A1	01-10-1999
			AU	2939699 A	18-10-1999
			EP	1066424 A1	10-01-2001
			WO	9950502 A1	07-10-1999
<hr/>					

EPO FORM P0460

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