

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 01.06.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 06.12.24 Bulletin 24/49.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ETF Société par actions simplifiée —
FR.

72 Inventeur(s) : MANGE Emmanuel et CHAINE Guil-
laume.

73 Titulaire(s) : ETF Société par actions simplifiée.

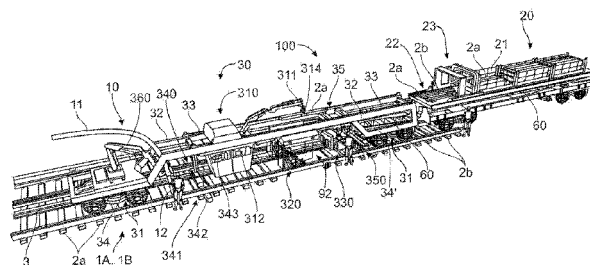
74 Mandataire(s) : Gevers & Ores.

54 TRAIN DE TRAVAUX POUR LE RENOUVELLEMENT DU BALLAST ET DES TRAVERSES D'UNE PORTION DE
VOIE.

57 Train de travaux (100) pour le renouvellement d'un
ballast et des traverses d'une portion de voie (1A, 1B), ledit
train de travaux comprenant :

- un dispositif d'aspiration (10) du ballast ancien,
- un moyen de stockage (20) des traverses (2a, 2b),
- un wagon principal (30) comportant de l'avant à l'ar-
rière dans le sens de la marche :
 - un poste de régilage (340) comportant au moins un ré-
galeur (341) configuré pour rabattre le ballast ancien non
aspiré vers le centre de la voie,
 - un chariot (310), mobile en translation, comprenant un
bras articulé (311) configuré pour retirer les traverses an-
ciennes de la voie et poser des traverses neuves (2b),
 - un poste de désolidarisation/solidarisation (320) des
traverses aux rails (3),
 - une trémie (330) de ballastage de la voie,
 - un moyen de stockage (40) d'un ballast neuf (4b) ainsi
qu'un convoyeur (60) à ballast.

Figure pour l'abrégi : Figure 5



Description

Titre de l'invention : TRAIN DE TRAVAUX POUR LE RENOUVELLEMENT DU BALLAST ET DES TRAVERSES D'UNE PORTION DE VOIE

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un train de travaux pour le renouvellement du ballast et des traverses d'une portion de voie. Le train de travaux est tout particulièrement destiné à intervenir en milieu souterrain comme un réseau de métro. La voie peut être en particulier pour un matériel roulant muni de roulements fers ou de roulements pneumatiques. L'invention concerne également le procédé de renouvellement du ballast et des traverses mis en œuvre par le train de travaux précité.

Arrière-plan technologique

- [0002] Le système de métro implanté dans les grandes villes constitue, généralement, un réseau essentiellement souterrain. Différents types de métro peuvent coexister sur un même réseau qui peut ainsi compter des lignes de métro dont le matériel roulant est muni de roulements fers et des lignes de métro dont le matériel roulant est muni de roulements pneumatiques. C'est par exemple le cas du métro parisien, en France.
- [0003] Classiquement, lorsque le matériel roulant est muni de roulements fers, celui-ci roule sur des voies 1A dites fers comme représentées sur la [Fig.1]. Ces voies 1A comprennent typiquement des traverses 2, en bois ou en béton, positionnées perpendiculairement à des rails 3, lesquels sont fixés aux traverses 2 par des tirefonds 5, et un ballast 4 qui permet l'ancrage de la voie 1A. Le réseau de métro étant généralement électrique, un rail latéral 6 est présent pour alimenter électriquement le matériel roulant.
- [0004] Lorsque le matériel roulant est muni de roulements pneumatiques, celui-ci roule sur des voies dites pneus 1B comme représentées sur la [Fig.2]. Ces voies 1B comprennent typiquement des traverses 2 sur lesquelles sont fixées, au moyen de tirefonds 5, des pistes de roulement 7 sur lesquelles roulent les roues pneumatiques, et des barres de guidage 8 latérales permettant le guidage de roues pneumatiques horizontales et assurant aussi l'alimentation électrique du matériel roulant. Les rails 3 fers restent présents même sur une voie pneu 1B. Le ballast 4, permettant l'ancrage de la voie pneu 1B, est disposé sous et entre les traverses 2.
- [0005] Par leur configuration, les voies dites pneus sont plus larges que les voies dites fers et comportent en conséquent des traverses généralement plus longues que les traverses d'une voie fer.
- [0006] Face au vieillissement et à l'usure du réseau et en particulier des différentes voies, il

devient nécessaire pour les exploitants de régénérer leurs réseaux. En vue de maintenir un état correct du réseau, certains composants sont à renouveler. Ainsi, les traverses et le ballast apparaissent comme étant ceux à remplacer massivement. En effet, les lignes de métro étant essentiellement souterraines, elles subissent divers problèmes liés notamment aux infiltrations d'eau qui ont tendance à endommager les traverses en bois, qui pourrissent et se désagrègent, mais également liés aux injections de béton ponctuelles destinées à renforcer certaines voûtes qui ont laissé des résidus solides et massifs dans la voie qui dénaturent cette dernière et posent des problèmes de tassement différentiel. Enfin, l'attrition du ballast dû aux nombreuses circulations commerciales du matériel roulant ainsi qu'à la pollution rend nécessaire son remplacement.

- [0007] Le renouvellement du ballast et des traverses est pratiqué de manière industrielle en ce qui concerne les voies ferrées des trains de surfaces dits « grandes lignes », sur le réseau national. Il met alors en œuvre de grands trains de travaux, lourdement mécanisés qui permettent d'atteindre des rendements proches de 1000 mètres de voie renouvelée pour des interventions de 4 à 5 heures.
- [0008] Néanmoins, ces trains de travaux sont peu adaptés aux contraintes spécifiques du réseau de métro. En effet, les infrastructures souterraines sont réalisées dans des gabarits souvent réduits qui rendent l'accès difficile et impactent directement les dimensions des trains de travaux pouvant y opérer. Les courbures de voies, souvent serrées, rendent également les manœuvres compliquées. En outre, l'exploitation intensive du réseau limite fortement la durée accordée aux travaux, souvent de quelques heures la nuit.
- [0009] Il est également à noter que ces trains de travaux traditionnellement employés en surface ne sont pas conçus pour s'occuper des voies pneus qui, comme évoqué précédemment, présentent des caractéristiques différentes par rapport à des voies fers classiques.
- [0010] Pour s'occuper du renouvellement des voies fers des lignes de métro, des solutions mécanisées ont déjà été développées par le passé. Elles reposaient sur l'utilisation d'une dégarnisseuse à godet conçue spécialement pour le remplacement du ballast et sur des lorries pour la manutention des traverses. Elles permettaient notamment le remplacement du ballast et des traverses de 60 mètres de voie fers sur une période d'intervention de 5 heures environ, en s'occupant de petites zones de 5 mètres renouvelées bout à bout sans toucher aux rails. Autrement dit, la méthode employée reposait sur une déconsolidation ponctuelle de la voie, évitant de fait d'avoir une longueur de voie importante sans ballast ou des difficultés à la reddition, c'est-à-dire à libérer la voie, en cas de panne.
- [0011] Toutefois, ces solutions présentaient des inconvénients. En effet, lors du retrait du ballast, la voie était calée au moyen de blochets en bois et les opérateurs intervenaient

directement dans la fouille, c'est-à-dire dans un volume libre sous les rails formé par le retrait du ballast, pour arrimer les traverses aux lorries. Cela représentait des conditions de travail difficiles et engageaient la sécurité des opérateurs. Un autre inconvénient résidait dans le fait que ces solutions n'étaient pas prévues pour le renouvellement des voies pneus, la présence des pistes et des barres de guidage représentant une gêne.

[0012] Une autre solution mise en œuvre pour renouveler le ballast et les traverses des réseaux de métro en milieu souterrain repose sur la programmation de chantiers ponctuels durant lesquels des équipes de travaux interviennent avec des moyens légers. Un train de travaux, généralement présent sur la voie contigüe à celle bénéficiant du renouvellement du ballast et des traverses, transporte le ballast neuf et les traverses neuves. Ce train de travaux peut aussi être muni d'une pelle mécanique qui se déplace sur les wagons du train de travaux et qui aide au retrait du ballast ainsi qu'au chargement de celui-ci sur le train travaux.

[0013] Ce genre de solution présente également des inconvénients qui résident principalement dans le rendement peu élevé du renouvellement du ballast et des traverses qui est de l'ordre de 5 mètres pour 3 heures d'intervention, du fait que l'essentiel du travail reste manuel et peu mécanisé. Ce niveau de rendement ne permet pas le maintien d'un réseau en état car ce dernier s'use alors plus vite qu'il n'est régénéré.

[0014] Aussi, un objectif de l'invention est de proposer un train de travaux n'ayant pas, au moins, l'un des inconvénients précités.

[0015] Un autre objectif de l'invention est de proposer un train de travaux permettant d'atteindre un rendement moyen de renouvellement du ballast et des traverses notablement amélioré, tant sur des voies fers que des voies pneus.

[0016] Un autre objectif de l'invention est de proposer un train de travaux assurant une sécurité améliorée des opérateurs ainsi qu'une fiabilité élevée.

Résumé de l'invention

[0017] Il est donc proposé un train de travaux pour le renouvellement d'un ballast et des traverses d'une portion de voie, cette portion de voie comportant au moins une paire de rails, des traverses, dites anciennes, et le ballast, dit ancien, ce train de travaux comprenant :

- un dispositif d'aspiration du ballast ancien de la voie ainsi qu'un moyen de stockage du ballast ancien associé,
- un moyen de stockage des traverses,
- un wagon principal muni de deux boggies entre lesquels s'étendent deux poutres parallèles entre elles, ces poutres ayant une forme globale en oméga et comportant chacune à chaque extrémité une partie basse liée à un boggie et une partie haute, le wagon principal comportant, de l'avant à l'arrière dans le

sens de la marche :

- un poste de régalaage comportant au moins un régaleur monté sous les deux poutres, ce régaleur étant configuré pour rabattre, au moyen d'au moins un bras mobile en rotation, le ballast ancien non aspiré par le dispositif d'aspiration, situé sous chaque extrémité d'une traverse, vers le centre de la voie, de sorte à former sous la voie un fond de fouille,
- un chariot monté mobile en translation sur et le long des poutres, le chariot comprenant un bras articulé muni d'un élément de préhension rotatif de sorte que le bras articulé ait accès à la voie en passant entre les deux poutres pour, d'une part, retirer les traverses anciennes de la voie et, d'autre part, poser des traverses neuves,
- un poste de désolidarisation/solidarisation des traverses aux rails suspendu aux deux poutres et configuré pour translater le long des deux poutres, ledit poste de désolidarisation/solidarisation des traverses étant agencé pour que le bras articulé ait accès à la voie,
- une trémie de ballastage de la voie,
- un moyen de stockage d'un ballast neuf ainsi qu'un convoyeur à ballast s'étendant depuis le moyen stockage du ballast neuf vers la trémie de ballastage.

[0018] Ainsi, grâce à l'invention on assure une amélioration du rendement des opérations de renouvellement du ballast et des traverses d'une portion de voie. En effet, la centralisation sur un seul wagon des différents outils nécessaires au renouvellement permet une rationalisation des opérations, c'est-à-dire une optimisation de celles-ci tant dans leur enchaînement que dans leur durée. D'une part, le poste de désolidarisation/solidarisation des traverses facilite le travail des opérateurs pour enlever les fixations des traverses anciennes et fixer les nouvelles en les faisant intervenir directement au-dessus des rails, et, d'autre part, le chariot avec son bras articulé assure la manipulation des traverses directement à l'aplomb de la voie, le bras articulé passant entre les poutres du wagon principal pour avoir accès à la voie. En outre, le bras articulé permet directement de manipuler les traverses anciennes vers le moyen de stockage des traverses dédié et de récupérer des traverses neuves à poser.

[0019] Le train de travaux, selon l'invention, peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises isolément les unes avec les autres ou en combinaison les unes avec les autres :

- les deux poutres ont un écartement entre elles pris au niveau de la partie haute qui est inférieur à un écartement entre les poutres pris au niveau d'une partie basse ;

- le wagon principal comprend une cabine de contrôle du chariot et du bras articulé, suspendue entre les deux poutres, de sorte qu'en utilisation un opérateur ait une vue dégagée sur la voie depuis la cabine de contrôle ;
- le wagon principal comprend un support articulé pour une tête d'aspiration du dispositif d'aspiration du ballast ancien ;
- le poste de désolidarisation/solidarisation des traverses aux rails comporte deux sièges, chacun étant suspendu à une des deux poutres au-dessus d'un rail et configuré pour translater perpendiculairement aux deux poutres ;
- le régaleur est configuré pour être mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres ;
- l'au moins un bras du régaleur a une largeur au maximum égale à un écartement entre deux traverses consécutives ;
- le régaleur est agencé pour être, en utilisation, en appui sur les rails de la voie ;
- le wagon principal comprend un compacteur muni d'au moins une plaque vibrante pour écraser et répartir le ballast neuf entre au moins deux traverses neuves, ledit compacteur étant suspendu aux deux poutres, ledit compacteur étant mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres ;
- le train de travaux comporte des batteries pour une alimentation électrique autonome du train de travaux.

[0020] L'invention concerne également un procédé de renouvellement d'un ballast et de traverses d'une portion de voie mis en œuvre par un train de travaux tel que décrit dans ce qui précède, le procédé comportant :

- A) une phase d'amorçage comportant les étapes suivantes :
 - A1) aspirer entre au moins les rails de la voie le ballast ancien au moyen du dispositif d'aspiration de sorte à former un volume libre sous les rails, ce volume libre présentant une longueur, définie selon l'orientation des rails, au moins égale à une longueur d'une traverse ancienne ou neuve ;
 - A2) rabattre dans le volume libre, au moyen du régaleur, le ballast ancien non aspiré vers le centre de la voie et niveler le ballast ancien non aspiré sous la voie pour former un fond de fouille sensiblement plan et uniforme ;
 - A3) désolidariser une pluralité de traverses anciennes des rails de la voie de sorte à former une ouverture définie dans le plan des rails et débouchant dans le volume libre et présentant une longueur au moins égale à la longueur d'une traverse ancienne ou neuve, lesdites traverses anciennes tombant sur le fond de fouille une fois désolidarisées ;
 - A4) pour chaque traverse ancienne désolidarisée, saisir et tourner dans le volume libre la traverse ancienne désolidarisée au moyen du bras articulé,

puis retirer ladite traverse ancienne désolidarisée par l'ouverture avant d'entreposer ladite traverse ancienne désolidarisée dans le moyen de stockage des traverses ;

– B) une phase nominale comportant les étapes suivantes :

B1) au moyen du bras articulé, insérer par l'ouverture puis, après rotation dans le volume libre, solidariser aux rails de la voie une traverse neuve en lieu et place d'une traverse ancienne retirée, ladite traverse neuve ayant été récupérée dans le moyen de stockage des traverses ;

B2) ballaster le ballast neuf à travers la trémie de ballastage de sorte à combler en partie le volume libre, ledit ballast neuf ayant été acheminé depuis le moyen de stockage du ballast neuf vers ladite trémie par un convoyeur ;

B3) aspirer le ballast ancien entre au moins les rails et deux nouvelles traverses anciennes encore solidarisiées aux rails ;

B4) rabattre le ballast ancien non aspiré comme à l'étape A2) ;

B5) désolidariser une nouvelle traverse ancienne des rails de la voie de sorte que la longueur de l'ouverture reste sensiblement égale à celle formée à l'étape A3), ladite nouvelle traverse ancienne tombant sur le fond de fouille une fois désolidarisée ;

B6) saisir et tourner dans le volume libre la nouvelle traverse ancienne désolidarisée au moyen du bras articulé, puis retirer la nouvelle traverse ancienne désolidarisée par l'ouverture avant d'entreposer la nouvelle traverse ancienne désolidarisée dans le moyen de stockage des traverses ; et

B7) répéter les étapes B1) à B6) jusqu'au renouvellement du ballast et des traverses de la portion prédéfinie de la voie.

[0021] Le procédé, selon l'invention, peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises isolément les unes avec les autres ou en combinaison les unes avec les autres :

– le procédé comporte, après la phase nominale B), une phase de finition C) qui comprend les étapes suivantes :

C1) au moyen du bras articulé, insérer par l'ouverture puis, après rotation dans le volume libre, déposer sur le fond de fouille une pluralité de traverses neuves, la pluralité de traverses neuves étant égale en nombre à la pluralité de traverses anciennes de l'étape A3), lesdites traverses neuves ayant été récupérées dans le moyen de stockage des traverses ;

C2) solidariser chaque traverse neuve de la pluralité de traverses neuves aux rails de la voie de sorte à refermer l'ouverture débouchant dans le volume libre ; et

C3) ballaster le ballast neuf sur la voie de sorte à combler le volume libre

- aux étapes A1) et B3), le ballast ancien est aspiré sous les traverses anciennes jusqu'à une profondeur comprise entre 20 cm et 50 cm ;
- au préalable des étapes A1) et B3), le ballast ancien est humidifié au moyen d'un dispositif d'arrosage ;
- le fond de fouille se situe sous les traverses à une profondeur comprise entre 20 cm et 30 cm ;
- chacune des rotations des étapes A4) et B6) est réalisée de sorte que la traverse ancienne soit positionnée sensiblement dans l'axe des rails ;
- après le ballastage, une étape de compactage du ballast neuf est réalisée par un compacteur entre les traverses neuves solidarisées ;
- chaque étape du procédé est alimentée en énergie électrique par des batteries.

Brève description des figures

- [0022] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :
- [0023] La [Fig.1] représente une vue schématique en section d'une voie pour matériel roulant muni de roulements fers,
- [0024] La [Fig.2] représente une vue schématique en section d'une voie pour matériel roulant muni de roulements pneumatiques,
- [0025] La [Fig.3] représente une vue schématique de profil d'une forme de réalisation selon l'invention,
- [0026] La [Fig.4] représente une vue schématique de profil d'une variante de réalisation selon l'invention,
- [0027] La [Fig.5] représente une vue schématique en perspective de la forme de réalisation de la [Fig.4],
- [0028] La [Fig.6] représente une vue schématique en perspective d'un détail de la forme de réalisation de la [Fig.5], en particulier le chariot,
- [0029] La [Fig.7] représente une vue schématique en perspective d'un détail de la forme de réalisation de la [Fig.5], en particulier le chariot après rotation et retrait d'une traverse ancienne de la voie,
- [0030] La [Fig.8] représente une vue schématique en coupe transversale de la forme de réalisation de la [Fig.4], en particulier le poste de désolidarisation/solidarisation des traverses,
- [0031] La [Fig.9] représente une autre vue schématique du poste de désolidarisation/solidarisation des traverses de la [Fig.8], lorsqu'une traverse est déposée sur le fond de fouille,
- [0032] La [Fig.10] représente une autre vue schématique du poste de désolidarisation/solidarisation des traverses de la [Fig.8], lorsqu'une traverse est attrapée par le bras articulé

pour être retirée/insérée de/à la voie,

- [0033] La [Fig.11] représente une vue schématique en coupe transversale de la forme de réalisation de la [Fig.4], en particulier le dispositif d'aspiration,
- [0034] La [Fig.12] représente une vue schématique en coupe transversale de la forme de réalisation de la [Fig.4], en particulier le poste de régalinge,
- [0035] La [Fig.13] représente une vue schématique en perspective d'un détail de la forme de réalisation de la [Fig.5], en particulier la trémie de ballastage et le compacteur,
- [0036] La [Fig.14] représente une vue schématique en coupe transversale de la [Fig.4], en particulier la trémie de ballastage,
- [0037] La [Fig.15] représente une vue schématique en coupe transversale de la [Fig.4], en particulier le compacteur,
- [0038] La [Fig.16] représente une vue de dessus du wagon principal selon l'invention, sans que le chariot soit représenté, dans le cas d'une portion de voie en courbe,
- [0039] La [Fig.17] représente un schéma bloc du procédé de renouvellement d'un ballast et de traverses d'une portion de voie selon l'invention,
- [0040] La [Fig.18A] représente une vue schématique la première partie d'un découpage cinématique du procédé selon l'invention appliqué à une voie pneu, et
- [0041] La [Fig.18B] représente une vue schématique la seconde partie du découpage cinématique de la [Fig.18A].

Description détaillée de l'invention

- [0042] En référence aux figures 1 et 2, déjà décrite dans ce qui précède, il existe plusieurs types de voies pour le matériel roulant dans un réseau de métro : des voies fers 1A et des voies pneus 1B. Dans ce qui suit, il sera fait référence par commodité à la voie 1A, 1B puisque l'invention est apte à être utilisée sur ces deux types de voies comme détaillé ci-après. Toujours par commodité, on évoquera également dans ce qui suit les « rails 3 et autres éléments ». Par cette désignation, on comprend qu'il est fait mention aux rails latéraux 6, aux pistes de roulement 7 et/ou aux barres de guidages 8.
- [0043] On s'intéresse à présent aux figures 3 à 15 qui illustrent un train de travaux 100 pour le renouvellement d'un ballast 4 et des traverses 2 d'une portion de voie 1A, 1B selon l'invention et des détails concernant différents aspects de ce train de travaux 100.
- [0044] En situation, le train de travaux 100 selon l'invention est amené sur une portion de voie 1A, 1B composée d'au moins une paire de rails 3, de traverses 2a, dites anciennes, et d'un ballast 4a, dit ancien. Il est entendu que les traverses anciennes 2a et le ballast ancien 4a doivent être renouvelés et changés respectivement par des traverses neuves 2b et un ballast neuf 4b.
- [0045] Le train de travaux 100 comprend un dispositif d'aspiration 10 du ballast ancien de la voie 1A, 1B ainsi qu'un moyen de stockage 50 associé, un moyen de stockage 20 des

traverses 2a, 2b et un moyen de stockage 40 d'un ballast neuf 4b.

[0046] L'aspiration du dispositif d'aspiration 10 peut par exemple être réalisée au moyen d'un ou plusieurs ventilateurs ou d'une ou plusieurs pompes à vide. Une pompe à vide présente l'avantage de pouvoir garder une aspiration sensiblement constante

[0047] Le train de travaux 100 comprend également un wagon principal 30 muni de deux boggies 31 entre lesquels s'étendent deux poutres 32 parallèles entre elles. Les poutres 32 ont une forme globale en oméga. Chaque poutre 32 comporte ainsi, à chaque extrémité, une partie basse 34, 34', liée à un des boggies 31, et une partie haute 35.

[0048] Avantagusement, les deux poutres 32 présentent un écartement entre elles pris au niveau de la partie haute 35 qui est inférieur à un écartement entre les poutres 32 pris au niveau d'une partie basse 34, 34'. Il est entendu que cet écartement est un écartement latéral. Cela permet au wagon principal 30 de pouvoir franchir les parties les plus étroites d'un tunnel du réseau du métro sur lequel le train de travaux est destiné à être utilisé.

[0049] Le wagon principal 30 comporte, de l'avant à l'arrière dans le sens de la marche, un poste de régalage 340, un chariot 310, un poste de désolidarisation/solidarisation 320 des traverses 2a, 2b aux rails 3 et autres éléments et une trémie 330 de ballastage de la voie 1A, 1B.

[0050] Un convoyeur 60 à ballast s'étend par ailleurs depuis le moyen de stockage 40 du ballast neuf 4b vers la trémie 330 de ballastage du wagon principal 30. On parle ici d'un convoyeur 60 de manière générale qui peut être composé d'une multitude de convoyeurs placés en série.

[0051] On s'intéresse à présent plus en détails au wagon principal 30.

[0052] Le chariot 310 du wagon principal 30 comprend un bras articulé 311 monté sur et entre les deux poutres 32 de sorte que le bras articulé 311 ait accès à la voie 1A, 1B en passant entre les deux poutres 32 pour, d'une part, retirer les traverses anciennes 2a de la voie 1A, 1B et, d'autre part, poser des traverses neuves 2b. Pour saisir les traverses 2a, 2b, le bras articulé 311 est muni d'un élément de préhension 314 rotatif.

[0053] Le chariot 310 est monté mobile en translation sur et le long des poutres 32. On comprend que le chariot 310 est monté en partie haute 35 des poutres 32. Par exemple, le chariot 310 peut être situé sur des rails 33 montés sur et le long des poutres 32 de sorte que le chariot 310, avec le bras articulé 311, puisse se déplacer sur ces rails 33.

[0054] Le bras articulé 311 peut en outre être directement contrôlé depuis le chariot 310, comme montré sur la [Fig.3], où un opérateur est installé sur le chariot 310, donc sur les poutres 32.

[0055] Toutefois, cette configuration n'est pas la plus optimale dans la mesure où le champ de vision de l'opérateur, en particulier entre les deux poutres 32, est obstrué par le bras articulé 311. De plus, l'opérateur étant situé en hauteur par rapport à la voie 1A, 1B, la

manipulation avec précision des traverses 2a, 2b peut s'avérer difficile.

- [0056] Aussi, avantageusement, le wagon principal 30 comprend une cabine de contrôle 312 du chariot 310 et du bras articulé 311. Cette cabine de contrôle 312 est suspendue entre les deux poutres 32 au-dessus de la voie 1A, 1B de sorte qu'en utilisation un opérateur ait une vue dégagée sur la voie 1A, 1B depuis la cabine de contrôle 312, comme montré sur les figures 4 à 7. On comprend que le bras articulé 311 est, dans un tel cas, commandé à distance depuis la cabine de contrôle 312. Depuis cette cabine de contrôle 312, l'opérateur peut également contrôler le déplacement du chariot 310 muni du bras articulé 311 le long des poutres 32.
- [0057] La cabine de contrôle 312 est avantageusement située en aval du poste de régalage 340 et en amont du poste de désolidarisation/solidarisation 320.
- [0058] En variante, un opérateur peut contrôler le chariot 310 et le bras articulé 311 avec une commande à distance, comme une radiocommande, en étant à côté du wagon principal 30.
- [0059] En référence à la [Fig.8], le poste de désolidarisation/solidarisation 320 des traverses 2a, 2b aux rails 3 et autres éléments est suspendu aux deux poutres 32, au-dessus des rails 3, et est configuré pour translater le long des deux poutres 32. On comprend que le poste de désolidarisation/solidarisation 320 est suspendu à la partie haute 35 des poutres 32. Une liaison glissière 321 peut, par exemple, permettre au poste de désolidarisation/solidarisation 320 de translater le long des deux poutres 32. Le poste de désolidarisation/solidarisation 320 peut aussi être suspendu à un ou des rail(s) fixé(s) aux poutres 32. Il est préféré que le déplacement du poste de désolidarisation/solidarisation 320 le long des poutres 32 soit limité d'un côté par le poste de régalage 340 et de l'autre par la trémie 330. Le déplacement du poste de désolidarisation/solidarisation 320 peut être limité d'un côté par la cabine de contrôle 312 lorsque cette dernière est présente et de l'autre côté par la trémie 330. Le poste de désolidarisation/solidarisation 320 est en outre conçu pour que le bras articulé 311 ait accès à la voie 1A, 1B.
- [0060] Avantageusement, le poste de désolidarisation/solidarisation 320 comporte deux sièges 322, chacun suspendu à une des deux poutres 32 au-dessus d'un rail 3. Chaque siège est configuré pour translater le long de cette poutre 32 comme indiqué précédemment.
- [0061] Avantageusement encore, chacun de ces sièges 322 est configuré pour pouvoir translater perpendiculairement aux poutres 32, par exemple au moyen d'une coulisse. De la sorte, l'opérateur assis sur un siège 322 du poste de désolidarisation/solidarisation 320 peut ajuster sa position par rapport aux rails 3, rails latéraux 6, pistes de roulement 7 et/ou barres de guidage 8 de la voie 1A, 1B pour faciliter le retrait ou le placement des tirefonds 5 des traverses 2a, 2b. De plus, cela permet également d'ajuster sa position latérale lorsque la voie 1A, 1B est en courbe, comme montré sur

la [Fig.16], où un décalage s'observe entre les poutres 32 du wagon principal 30 et la voie 1A, 1B.

- [0062] En référence à la [Fig.11], le wagon principal 30 peut comprendre, en amont du poste de régalage 340, un support mobile 360 pour une tête d'aspiration 12 du dispositif d'aspiration 10 du ballast ancien 4a, la tête d'aspiration 12 étant alors reliée par une conduite flexible 11 au moyen de stockage 50 du ballast ancien 4a. Ce support mobile 360 permet à un opérateur de maîtriser avec précision la tête d'aspiration 12 du dispositif d'aspiration 10 du ballast ancien 4a sous la voie 1A, 1B. Le support mobile 360 peut être contrôlé par l'opérateur par le biais d'une unité de contrôle 13.
- [0063] Le wagon principal 30 peut comprendre, au même niveau que le support mobile, un dispositif d'arrosage 370 du ballast ancien 4a, comme visible sur la [Fig.18A]. L'arrosage du ballast ancien 4a avec de l'eau permet de diluer les pollutions qui avec le temps ont soit colmaté le ballast ancien 4A soit l'ont rendu compact. Autrement dit, l'arrosage permet de décoller les grains de ballast ancien 4a les uns des autres, soit de décompacter le ballast ancien 4a, ce qui facilite son aspiration par le dispositif d'aspiration 10. Cela permet également de faciliter l'opération de régalage telle que décrite ci-après.
- [0064] Avantagusement, le wagon principal 30 peut comprendre un dispositif mécanique de décompactage, non représenté, pour améliorer, *in fine*, l'aspiration du ballast. Ce dispositif peut par exemple des aiguilles vibrantes destinées à être plantées dans le ballast 4a.
- [0065] En référence à la [Fig.12], le wagon principal 30 comprend, en amont du poste désolidarisation/solidarisation 320 mais en aval du support mobile 360, lorsque présent, un poste de régalage 340. On entend par régalage une opération consistant à niveler un terrain de façon à lui donner une surface régulière. Aussi, ce poste de régalage 340 comporte un régaleur 341 monté sous les deux poutres 32. On comprend que le régaleur est monté sous la partie haute 35 des poutres 32.
- [0066] Le régaleur 341 est configuré pour rabattre, au moyen d'au moins un bras 342 mobile en rotation, le ballast ancien 4a non aspiré par le dispositif d'aspiration 10, vers le centre de la voie 1A, 1B, de sorte à former sous la voie 1A, 1B un fond de fouille 91. Ce fond de fouille 91 est en outre arrangé pour être nivelé, sensiblement plan et uniforme. De préférence, le ballast ancien 4a rabattu par le régaleur 341 est celui situé sous chaque extrémité d'une traverse ancienne 2a.
- [0067] Le poste de régalage 340 peut comporter une cabine de pilotage 345 du régaleur 341 qui est suspendue entre les deux poutres 32 au-dessus de la voie 1A, 1B de sorte qu'en utilisation un opérateur ait une vue dégagée sur la voie 1A, 1B, et en particulier sur le volume libre 90 sous la voie 1A, 1B, depuis la cabine de pilotage 345. On comprend que la cabine de pilotage 345 est suspendue à la partie haute 35 des poutres 32.

- [0068] Classiquement, le régaleur 341 comprend un bloc 344 positionné transversalement à la voie 1A, 1B auquel est suspendu le bloc moteur du bras 342, celui-ci pouvant se déplacer latéralement sous le bloc 344.
- [0069] Avantageusement, le régaleur 341, par l'intermédiaire du bloc 344, est, en utilisation, au moins en appui sur les rails 3 de la voie 1A, 1B afin d'augmenter sa stabilité et de transmettre davantage de force au bras 342.
- [0070] Avantageusement, le régaleur 341 est configuré pour être mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres 32. Ces translations sont permises par la présence de vérins par exemple, fixés entre le régaleur 341 et les poutres 32 et/ou le long des poutres 32. Une translation axiale permet, entre autres, de compenser une variation d'écartement, ou travelage, entre les traverses 2a, tandis qu'une translation latérale, comme décrit précédemment, est avantageuse pour compenser le décalage qui s'observe entre les poutres 32 du wagon principal 30 et la voie 1A, 1B lorsque cette même voie 1A, 1B est en courbe.
- [0071] Avantageusement, le bras 342 du régaleur à une largeur qui est au maximum égale à l'écartement existant entre deux traverses anciennes 2a consécutives.
- [0072] Par ailleurs, le bras 342 peut être munie de « doigts » 343 conçus pour gratter et arracher plus facilement le ballast ancien 4a non aspiré qui, avec le temps, est devenu compact.
- [0073] En variante, non représentée, le régaleur 341 peut comporter deux bras 342, situés chacun d'un côté et de l'autre du régaleur 341.
- [0074] En variante, non représentée, le poste de régilage 340 peut comporter deux régaleurs 341, placés l'un derrière l'autre.
- [0075] En référence aux figures 13 à 15, le wagon principal 30 peut également comprendre, en aval de la trémie 330, un compacteur 350 muni d'au moins une plaque vibrante 351 pour écraser et répartir le ballast neuf 4b, déposé par la trémie 330, entre au moins deux traverses neuves 2b. Le compacteur 350 est suspendu aux deux poutres 32 du wagon principal 30. Le compacteur 350 peut, en variante, être suspendu à une sous-structure de ces mêmes poutres 32 qui s'étend sous le convoyeur 60.
- [0076] Le compacteur 350 est par ailleurs configuré pour être mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres 32. Les translations axiales sont permises par des rails ou glissières 352 fixés aux poutres 32 tandis que les translations latérales sont permises par la présence de vérins ou de coulisses par exemple. Ces translations présentent les mêmes avantages que décrits précédemment pour le régaleur 341.
- [0077] Comme le compacteur 350, la trémie 330 peut être configurée pour être mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres 32. Les translations axiales sont permises par des rails ou glissières 332 fixés aux poutres 32 tandis que les translations latérales sont permises par la présence de vérins ou de coulisses par exemple. Ces

translations présentent les mêmes avantages que décrits précédemment pour le régaleur 341.

[0078] De retour aux figures 3 à 5, le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b peut être un wagon situé en aval, selon le sens de la marche, du wagon principal 30. Le moyen de stockage 20 peut comprendre plusieurs racks 21 destinés à recevoir les traverses anciennes 2a ou neuves 2b, ainsi qu'une zone d'échange 22 pour les traverses anciennes 2a et neuves 2b. Cette zone d'échange 22 est par ailleurs accessible au bras articulé 311 du chariot 310. Le bras articulé 311 dépose par exemple une traverse ancienne 2a retirée dans la zone d'échange 22 avant de récupérer une traverse neuve 2b apportée par un portique de manutention 23 depuis l'un des racks 21. Le portique de manutention 23 peut être mobile le long du moyen de stockage 20 des traverses en étant monté sur des rails propres au moyen de stockage 20, par exemple en étant fixés à des montants du wagon. De la sorte, l'acheminement des traverses 2a, 2b depuis les racks 21 à la zone d'échange 23 ou inversement est facilité.

[0079] Une partie du convoyeur 60 est par ailleurs située sous le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b pour permettre l'acheminement du ballast neuf 4b vers le wagon principal 30.

[0080] Le moyen de stockage 40 du ballast neuf 4b peut se présenter sous la forme d'un ou plusieurs wagons situés en aval, selon le sens de la marche, du moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b. Le moyen de stockage 40 peut comprendre plusieurs trémies contenant du ballast neuf 4b se déversant sur le convoyeur 60. On comprend que le convoyeur 60 s'étend ainsi du moyen de stockage 40 du ballast neuf 4b jusqu'à la trémie 330 de ballastage sur la voie 1A, 1B, en passant par le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b.

[0081] Le train de travaux 100 peut comprendre des batteries, non représentées, pour une alimentation électrique autonome. Cela permet de s'affranchir du réseau électrique venant des rails latéraux 6 ou des barres de guidages 8 dont l'alimentation électrique est coupée pendant les travaux. D'autre part, l'utilisation d'une alimentation électrique autonome présente l'avantage d'émettre peu de pollution dans l'air ce qui permet de limiter l'impact sur la santé des opérateurs. Ce qui n'est pas le cas avec des machines diesel par exemple.

[0082] L'invention concerne également un procédé P de renouvellement d'un ballast et de traverses d'une portion de voie 1A, 1B mis en œuvre par un train de travaux 100 tel que décrit dans ce qui précède.

[0083] Le procédé P selon l'invention comprend :

[0084] A) une phase d'amorçage comportant les étapes suivantes :

A1) aspirer entre au moins les rails 3 et deux traverses 2a, 2b de la voie 1A, 1B le ballast ancien 4a au moyen du dispositif d'aspiration 10 de sorte à former un volume

libre 90 sous les rails 3, ce volume libre 90 présentant une longueur, définie selon l'orientation des rails 3, au moins égale à une longueur d'une traverse ancienne 2a ou neuve 2b ;

A2) rabattre dans le volume libre 90, au moyen du régaleur 341, le ballast ancien 4a non aspiré vers le centre de la voie 1A, 1B et niveler le ballast ancien 4a non aspiré sous la voie 1A, 1B pour former un fond de fouille 91 sensiblement plan et uniforme ;

A3) désolidariser une pluralité de traverses anciennes 2a des rails 3 de la voie 1A, 1B de sorte à former une ouverture 92 définie dans le plan des rails 3 et débouchant dans le volume libre 90 et présentant une longueur au moins égale à la longueur d'une traverse ancienne 2a ou neuve 2b, les traverses anciennes 2a tombant sur le fond de fouille 91 une fois désolidarisées ; et

A4) pour chaque traverse ancienne 2a désolidarisée, saisir et tourner dans le volume libre 90 la traverse ancienne 2a désolidarisée au moyen du bras articulé 311, puis retirer la traverse ancienne 2a désolidarisée par l'ouverture 92 avant d'entreposer la traverse ancienne 2a désolidarisée dans le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b,

[0085] B) une phase nominale comportant les étapes suivantes :

B1) au moyen du bras articulé 311, insérer par l'ouverture 92 puis, après rotation dans le volume libre 90, solidariser aux rails 3 de la voie 1A, 1B une traverse neuve 2b en lieu et place d'une traverse ancienne 2a retirée, la traverse neuve 2b ayant été récupérée dans le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b ;

B2) ballaster le ballast neuf 4b à travers la trémie 330 de ballastage de sorte à combler en partie le volume libre 90, le ballast neuf 4b ayant été acheminé depuis le moyen de stockage 40 du ballast neuf 4a vers la trémie 330 par un convoyeur 60 ;

B3) aspirer le ballast ancien 4a entre au moins les rails 3 et deux nouvelles traverses anciennes 2a encore solidarisées aux rails 3 ;

B4) rabattre le ballast ancien 4a non aspiré comme à l'étape A2) ;

B5) désolidariser une nouvelle traverse ancienne 2a des rails 3 de la voie 1A, 1B de sorte que la longueur de l'ouverture 92 reste sensiblement égale à celle formée l'étape A3), la nouvelle traverse ancienne 2a tombant sur le fond de fouille 91 une fois désolidarisée ;

B6) saisir et tourner dans le volume libre 90 la nouvelle traverse ancienne 2a désolidarisée au moyen du bras articulé 311, puis retirer la nouvelle traverse ancienne 2a désolidarisée par l'ouverture 92 avant d'entreposer la nouvelle traverse ancienne 2a désolidarisée dans le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b ; et

B7) répéter les étapes B1) à B6) jusqu'au renouvellement du ballast 4 et des traverses 2 de la portion prédéfinie de la voie 1A, 1B.

[0086] Les étapes du procédé P sont détaillées dans ce qui suit, en référence au schéma blocs de la [Fig.17] et du découpage cinématique des figures 18A et 18B.

- [0087] Le procédé P comprend une phase d'amorçage A) durant laquelle la voie 1A, 1B est préparée pour lancer le chantier.
- [0088] À une étape P08, au préalable de l'étape A1) ou P10, le ballast ancien 4a peut être humidifié au moyen d'un dispositif d'arrosage 370 de sorte à rendre moins compact le ballast ancien 4a grâce à la percolation de l'eau dans le ballast ancien 4a. Cette humidification du ballast ancien 4a accroît la désolidarisation des grains de ballast entre eux et facilite les étapes suivantes d'aspiration et/ou de régalinge, lorsque mise en œuvre.
- [0089] À une étape P10, ou étape A1), le ballast ancien 4a au moins situé entre les rails 3 de la voie 1A, 1B est aspiré au moyen du dispositif d'aspiration 10. De la sorte, un volume libre 90 est formé sous les rails 3, comme montré par la [Fig.11]. Ce volume libre 90 est ménagé de sorte à présenter une longueur au moins égale à la longueur d'une traverse ancienne 2a ou neuve 2b afin que celles-ci puissent être manœuvrées dans le volume libre 90. On entend par longueur du volume libre 90 une dimension définie selon l'orientation des rails 3, c'est-à-dire s'étendant de manière sensiblement parallèle aux rails 3.
- [0090] Dans cette étape P10, le ballast ancien 4a peut être aspiré sous les traverses anciennes 2a jusqu'à une profondeur comprise entre 20 cm et 60 cm pour former le volume libre 90.
- [0091] À une étape P11 ou étape A2), succédant à l'étape P10, un régalinge mécanique assure, au moyen du régaleur 341, un rabattage du ballast ancien 4a non aspiré à l'étape P10 vers le centre de la voie 1A, 1B. Le régaleur 341 est inséré dans le volume libre 90 sous les traverses anciennes 2a et le bras 342 du régaleur 341 est mis en rotation d'un côté de le volume libre 90, puis de l'autre, pour casser le ballast ancien 4a non aspiré qui est demeuré sous les extrémités des traverses 2a et le rabattre vers le centre de la voie 1A, 1B. De la sorte, le régalinge mécanique assure un nivellement du ballast ancien 4a non aspiré sous la voie 1A, 1B pour former un fond de fouille 91 sensiblement plan et uniforme, comme montré par la [Fig.12]. En outre, on s'assure que la largeur de le volume libre 90 soit au moins égale à la longueur d'une traverse 2a, 2b.
- [0092] Dans cette étape P11, le fond de fouille 91 se situe sous les traverses 2a, 2b à une profondeur comprise entre 20 cm et 30 cm.
- [0093] À ce stade, une partie des rails 3, et autres éléments, et des traverses 2a de la portion de voie 1A, 1B se trouvent en l'air, c'est-à-dire qu'ils ne reposent sur aucun ballast.
- [0094] À une étape P12 ou étape A3), une pluralité de traverses anciennes 2a sont désolidarisées des rails 3 et autres éléments de la voie 1A, 1B par le ou les opérateurs du poste de désolidarisation/solidarisation 320 de sorte à former une ouverture 92. Cette ouverture 92 est définie dans le plan des rails 3. L'ouverture 92 débouche en outre dans le volume libre 90. Cette ouverture 92 présente une longueur au moins égale à la longueur d'une traverse ancienne 2a ou neuve 2b, comme montré par les figures 6 à 10

et 18. À cette étape, les tirefonds 5 maintenant les traverses anciennes 2a aux rails 3 et autres éléments de la voie 1A, 1B sont retirés. Pour faciliter l'opération, le bras articulé 311 peut être utilisé pour maintenir la traverse ancienne 2a en place, à l'aide de son élément de préhension 314 rotatif ([Fig.8]). La traverse ancienne 2a, une fois désolidarisée, tombe ensuite ou est déposée dans le volume libre 90, et de préférence sur le fond de fouille 91 ([Fig.9]). Dans le cas où, la distance séparant deux traverses anciennes 2a est inférieure à la longueur d'une traverse 2a, 2b, il est nécessaire de désolidariser plusieurs traverses anciennes 2a pour former l'ouverture 92 telle que décrite précédemment.

- [0095] À une étape P14 ou étape A4), chacune des traverses anciennes 2a désolidarisées à l'étape précédente est retirée par l'ouverture 92 formée à l'étape P12. Au préalable, chaque traverse ancienne 2a désolidarisée aura effectué une rotation, sur un plan parallèle au plan des rails 3, dans le volume libre 90 pour se retrouver sensiblement dans l'axe des rails 3. La rotation, qui est généralement de 90°, est réalisée à l'aide du bras articulé 311 ([Fig.10] et 18A, B). On comprend que, dans cette configuration, il est nécessaire que, pour passer par l'ouverture 92, un nombre suffisant de traverses anciennes 2a ait été désolidarisé à l'étape P12. Le bras articulé 311 extrait la traverse ancienne 2a par l'ouverture 92 et la soulève, sans être gêné par le poste de désolidarisation/solidarisation 320, entre les deux poutres 32 du wagon principal 30 (figures 6 et 7) avant de l'entreposer dans le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b.
- [0096] Dans l'exemple des figures 18A, 18B, une fois la traverse ancienne 2a extraite, le chariot 310 portant le bras articulé 311 est manœuvré sur les rails 33 pour se déplacer en direction du moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b, représenté ici par un wagon tel que décrit précédemment. La traverse ancienne 2a est déposée dans la zone d'échange 22 puis stockée par l'intermédiaire du portique de manutention 23 dans l'un des racks 21 dédiés.
- [0097] Cette étape P14 se termine de préférence lorsque toutes les traverses anciennes 2a désolidarisées à l'étape P12 sont entreposées dans le moyen de stockage 20.
- [0098] À ce stade, la phase d'amorçage A) est achevée et le procédé P mis en œuvre par le train de travaux 100 entre dans une phase dite nominale B), c'est-à-dire que le chantier est dans un mode de fonctionnement répété, quasi-automatique.
- [0099] À une étape P16 ou étape B1), une traverse neuve 2b est insérée au moyen du bras articulé 311 par l'ouverture 92 dans le volume libre 90 puis, après rotation dans ce volume libre 90, est solidarifiée aux rails 3 et autres éléments de la voie 1A, 1B. Autrement dit, le processus de l'étape P16 peut être considéré comme étant l'inverse du processus de l'étape P14. En effet, une traverse neuve 2b est récupérée dans le moyen de stockage 20, par exemple dans la zone d'échange 22, par le bras articulé 311. Le chariot 310 portant le bras articulé 311 est manœuvré pour amener la traverse

neuve 2b au-dessus de la zone de chantier, faire passer la traverse neuve 2b entre les deux poutres 32 puis dans l'ouverture 92. On comprend que la traverse neuve 2b est orientée sensiblement selon l'axe des rails 3. Une rotation de la traverse neuve 2b est effectuée dans le volume libre 90 par le bras articulé 311 de sorte à placer la traverse neuve 2b de manière sensiblement perpendiculaire aux rails 3. La traverse neuve 2b est ensuite solidarisée au moyen de tirefonds 5 par le ou les opérateurs du poste de désolidarisation/solidarisation 320 aux rails 3 et autres éléments de la voie 1A, 1B en lieu et place d'une traverse ancienne 2a retirée, de préférence la première traverse ancienne 2a retirée. On comprend qu'une fois la traverse neuve 2b solidarisée, l'ouverture 92 a une longueur inférieure à la longueur d'une traverse 2a, 2b.

- [0100] À une étape P18 ou étape B2), le ballast neuf 4b est répandu sur la voie 1A, 1B à travers la trémie 330 de ballastage pour combler en partie le volume libre 90 sous la voie 1A, 1B (figures 14 et 18B). Cette partie comblée peut par exemple être le volume séparant la traverse neuve 2b nouvellement posée et la traverse précédente. Le ballast neuf 4b est, au préalable, acheminé depuis le moyen de stockage 40 du ballast neuf 4a vers la trémie 330 par le convoyeur 60.
- [0101] À une étape P19, un compactage du ballast neuf 4b peut être réalisé au moyen du compacteur 350 entre les traverses neuves 2b.
- [0102] À une étape P20 ou étape B3), le ballast ancien 4a est aspiré entre aux moins les rails 3 et deux nouvelles traverses anciennes 2a encore solidarisées à la voie. On comprend que ces deux nouvelles traverses anciennes 2a sont situées à la suite de la pluralité de traverses anciennes 2a déjà désolidarisées à l'étape P14. On comprend encore que cette étape permet d'agrandir le volume libre 90. Ces nouvelles traverses anciennes 2a sont donc situées à une extrémité du volume libre 90.
- [0103] Au préalable de cette étape P20, une étape P08' identique à l'étape P08 peut être réalisée.
- [0104] À une étape P22 ou étape B4), le ballast ancien non aspiré à l'étape P20 est rabattu au moyen du régaleur 341 comme à l'étape P11.
- [0105] À une étape P24 ou étape B5), une nouvelle traverse ancienne 2a est désolidarisée des rails 3 et des autres éléments de la voie 1A, 1B, de manière similaire à celle de l'étape P12. On comprend que la nouvelle traverse ancienne 2a qui est désolidarisée est celle qui se situe à une extrémité de l'ouverture 92 et qu'une fois désolidarisée, celle-ci tombe ou est déposée sur le fond de fouille 91. De la sorte, la longueur de l'ouverture 92 reste sensiblement égale à celle formée à l'étape P12. On comprend que la longueur de l'ouverture 92 à l'issue de cette étape P24 doit être supérieure à la longueur de l'ouverture 92 en fin d'étape P16.
- [0106] À l'étape P26 ou étape B6), la nouvelle traverse ancienne 2a est retirée par l'ouverture 92 puis entreposée dans le moyen de stockage (20) des traverses 2a, 2b

d'une manière similaire à celle de l'étape P14.

- [0107] À une étape P28 ou étape B7), les étapes précédemment décrites P16 à P26 sont répétées dans le même ordre jusqu'au renouvellement du ballast et des traverses de la portion prédéfinie de la voie 1A, 1B.
- [0108] En référence aux indicateurs temporels de 02:02:00 à 02:23:00 de la [Fig.18B], pour conclure le chantier, le procédé P peut comporter, prenant place après la phase nominale B), c'est-à-dire après l'étape P28, une phase de finition C) qui comporte les étapes supplémentaires suivantes :
- C1) au moyen du bras articulé 311, insérer par l'ouverture 92 puis, après rotation dans le volume libre 90, déposer sur le fond de fouille 91 une pluralité de traverses neuves 2b, la pluralité de traverses neuves 2b étant égale en nombre à la pluralité de traverses anciennes 2a de l'étape A3), les traverses neuves 2b ayant été récupérées dans le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b ;
- C2) solidariser chaque traverse neuve 2b de la pluralité de traverses neuves 2b aux rails 3 de la voie 1A, 1B de sorte à refermer l'ouverture 92 débouchant dans le volume libre 90 ; et
- C3) ballaster le ballast neuf 4b sur la voie 1A, 1B de sorte à combler le volume libre 90.
- [0109] Ainsi, à une étape P30 ou étape C1), une pluralité de traverses neuves 2b sont récupérées une à une dans le moyen de stockage 20 des traverses 2a, 2b par le bras articulé 311 avant d'être déposées sur le fond de fouille 91 sous les rails 3, chaque traverse neuve 2b étant au préalable tournée dans le volume libre 90 de sorte à être sensiblement perpendiculaire aux rails 3. Il est préféré que la pluralité de traverses neuves 2b comporte un nombre de traverses neuves 2b égal au nombre de traverses anciennes 2a de la pluralité de traverses anciennes 2a décrite à l'étape P12 ou étape A3).
- [0110] On comprend qu'à cette étape P30, les traverses neuves 2b doivent nécessairement être toutes déposées sur le fond de fouille 91 avant d'être solidarisées car, autrement, elles ne pourraient plus être insérées sous les rails 3.
- [0111] À une étape P32 ou étape C2), les traverses neuves 2b déposées sur le fond de fouille 91 sont solidarisées l'une après l'autre aux rails 3 et autres éléments de la voie 1A, 1B de sorte à refermer l'ouverture 92 débouchant dans le volume libre 90.
- [0112] À une étape P34 ou étape C3), le ballast neuf 4b est répandu sur la voie 1A, 1B à travers la trémie 330 de ballastage pour combler le volume libre 90 sous la voie 1A, 1B. Le ballast neuf 4b peut être acheminé de manière identique à celle de l'étape P18.
- [0113] Après l'étape P34, une étape P19' identique à l'étape P19 peut être réalisée.
- [0114] À une étape P36, le temps imparti pour réaliser le chantier est terminé et la voie 1A, 1B est rendue à la circulation commerciale des métros.
- [0115] On notera que les moyens mis en œuvre à chaque étape du procédé P sont alimentés

en énergie électrique par des batteries.

- [0116] Il est à noter que le procédé P tel que décrit précédemment ne se déroule pas entièrement de manière statique. En effet, le train de travaux 100 avance au fur et à mesure qu'une partie de la portion de voie 1A, 1B est renouvelée comme le montre le découpage cinématique du procédé P des figures 18A et 18B. L'avance du train de travaux 100 ne se fait que lorsque l'ensemble des tâches décrites précédemment sont achevées, c'est-à-dire les tâches d'aspiration, de régalinge, de désolidarisation, de manœuvre des traverses, de solidarisation et de ballastage et lorsqu'assurée, la tâche de compactage.
- [0117] Aussi, il est important de noter que la déconsolidation localisée de la voie 1A, 1B et le séquençement des étapes du procédé P permettent qu'à aucun moment les boggies 31 du wagon principal 30, pas plus qu'aucun autre boggie du train de travaux 100, ne roulent sur la partie de la voie 1A, 1B se trouvant en l'air, sans support d'un ballast.
- [0118] Les figures 18A et 18B concernent plus précisément le découpage cinématique du procédé P mis en œuvre par un seul train de travaux 100 dans un temps imparti pour réaliser le renouvellement d'une portion prédéfinie d'une voie pneu 1B. Le temps t indiquant le temps écoulé (en heures, minutes, secondes) depuis le commencement effectif des travaux est donné comme exemple attendu de la mise en œuvre du procédé P. Ainsi, il est attendu qu'en suivant le procédé P, en moins de 2h30, le train de travaux 100 puisse permettre le remplacement d'au moins 21 traverses anciennes 2a avec son ballast associé, soit environ 12,5 mètres linéaires de voie pneu 1B, en particulier lorsque le travellage, c'est-à-dire l'écartement entre les traverses, est de 60 cm.
- [0119] Les voies pneus 1B ont une construction plus complexe que les voies fers 1A classiques, il est attendu que le rendement du renouvellement du ballast et des traverses sur ces voies 1A, dans des conditions identiques à celles décrites précédemment, soit environ deux fois supérieur à celui sur voies pneus 1B, ce qui représente environ 42 traverses anciennes 2a avec son ballast associé, soit environ 25 mètres linéaires.
- [0120] Il est à noter que le rendement peut encore être amélioré par l'utilisation de plusieurs trains de travaux 100. Par exemple, les trains de travaux peuvent être placés les uns à la suite des autres sur une même voie ou bien être placés l'un sur une première voie et un autre sur la voie contigüe.
- [0121] À la lumière de ce qui a été décrit dans ce qui précède, il apparaît clairement que le train de travaux 100 selon l'invention permet une amélioration du rendement des opérations de renouvellement du ballast et des traverses d'une portion de voie. En effet, la centralisation sur un seul wagon des différents outils nécessaires au renouvellement permet une optimisation des opérations dans leur enchaînement et dans leur durée. D'une part, le poste de désolidarisation/solidarisation des traverses facilite le travail des opérateurs pour enlever les fixations des traverses anciennes et fixer les

nouvelles en les faisant intervenir directement au-dessus des rails, et, d'autre part, le chariot avec son bras articulé assure la manipulation des traverses directement depuis le dessus de la voie, le bras articulé passant entre les poutres du wagon principal pour avoir accès à la voie. En outre, le bras articulé permet directement d'entreposer les traverses anciennes dans le moyen de stockage, en particulier, lorsqu'il est prévu, dans un volume dédié à l'échange des traverses puis d'en récupérer des neuves à poser.

[0122] Un autre avantage est d'assurer une conservation de l'altimétrie de la voie. En effet, lors de la mise en œuvre du procédé, les rails ne sont pas démontés et restent en place. Une portion du rail est ainsi maintenue en l'air, sans reposer sur le ballast, ce qui facilite l'intervention sur la voie et le retrait/la pose des traverses.

[0123] Un autre avantage, lié à la centralisation des différents outils sur le wagon principal, est l'aspect « compact » du train de travaux qui lui permet d'opérer efficacement dans des milieux confinés.

[0124] Encore un autre avantage est de permettre une amélioration de la sécurité des opérateurs. En effet, les opérateurs n'opèrent plus directement dans le fond de fouille pour désolidariser/solidariser les traverses et les retirer/poser. De plus, le bras articulé étant situé directement sur les poutres du wagon principal et passant entre ces poutres, les risques d'une collision avec un opérateur sont grandement diminués puisque le bras articulé n'a pas de raison de pivoter en dehors de l'axe de la voie.

Revendications

[Revendication 1]

Train de travaux (100) pour le renouvellement d'un ballast et des traverses d'une portion de voie (1A, 1B), ladite portion de voie comportant au moins une paire de rails (3), des traverses (2a), dites anciennes, et le ballast (4a), dit ancien, ledit train de travaux comprenant :

- un dispositif d'aspiration (10) du ballast ancien (4a) de la voie ainsi qu'un moyen de stockage (50) du ballast ancien associé,
- un moyen de stockage (20) des traverses (2a, 2b),
- un wagon principal (30) muni de deux boggies (31) entre lesquels s'étendent deux poutres (32) parallèles entre elles, lesdites poutres (32) ayant une forme globale en oméga et comportant chacune à chaque extrémité une partie basse (34, 34') liée à un boggie (31) et une partie haute (35), , ledit wagon principal (30) comportant, de l'avant à l'arrière dans le sens de la marche :
 - un poste de régale (340) comportant au moins un régaleur (341) monté sous les deux poutres (32), ledit régaleur (341) étant configuré pour rabattre, au moyen d'au moins un bras (342) mobile en rotation, le ballast ancien (4a) non aspiré par le dispositif d'aspiration (10), situé sous chaque extrémité d'une traverse (2a), vers le centre de la voie (1A, 1B), de sorte à former sous la voie un fond de fouille (91),
 - un chariot (310) monté mobile en translation sur et le long des poutres, le chariot comprenant un bras articulé (311) muni d'un élément de préhension (314) rotatif de sorte que le bras articulé ait accès à la voie (1A, 1B) en passant entre les deux poutres pour, d'une part, retirer les traverses anciennes (2a) de la voie (1A, 1B) et, d'autre part, poser des traverses neuves (2b),
 - un poste de désolidarisation/solidarisation (320) des traverses (2a, 2b) aux rails (3) suspendu aux deux poutres (32) et configuré pour translater le long des deux poutres, ledit poste de désolidarisation/solidarisation des traverses étant agencé pour que le bras articulé (311) ait accès à la voie,
 - une trémie (330) de ballastage de la voie,
 - un moyen de stockage (40) d'un ballast neuf (4b) ainsi qu'un convoyeur (60) à ballast s'étendant depuis le moyen stockage du ballast neuf vers la trémie (330) de ballastage.

[Revendication 2]

Train de travaux (100) selon la revendication 1, dans lequel les deux

poutres (32) ont un écartement entre elles pris au niveau de la partie haute (35) qui est inférieur à un écartement entre les poutres (32) pris au niveau d'une partie basse (34, 34').

- [Revendication 3] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le wagon principal (30) comprend une cabine de contrôle (312) du chariot (310) et du bras articulé (311), suspendue entre les deux poutres (32), de sorte qu'en utilisation un opérateur ait une vue dégagée sur la voie depuis la cabine de contrôle (312).
- [Revendication 4] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le wagon principal (30) comprend un support articulé (360) pour une tête d'aspiration (12) du dispositif d'aspiration (10) du ballast ancien (4a).
- [Revendication 5] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le poste (320) de désolidarisation/solidarisation des traverses (2a, 2b) aux rails (3) comporte deux sièges (322), chacun étant suspendu à une des deux poutres au-dessus d'un rail (3) et configuré pour translater perpendiculairement aux deux poutres (32).
- [Revendication 6] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le régaleur (341) est configuré pour être mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres (32).
- [Revendication 7] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel ledit au moins un bras (342) du régaleur (341) a une largeur au maximum égale à un écartement entre deux traverses (2a) consécutives.
- [Revendication 8] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le régaleur (341) est agencé pour être, en utilisation, en appui sur les rails (3) de la voie.
- [Revendication 9] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel le wagon principal (30) comprend un compacteur (350) muni d'au moins une plaque vibrante (351) pour écraser et répartir le ballast neuf (4b) entre au moins deux traverses neuves (2b), ledit compacteur (350) étant suspendu aux deux poutres (32), ledit compacteur étant mobile en translation axiale et latérale par rapport aux poutres.
- [Revendication 10] Train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 comportant des batteries pour une alimentation électrique autonome du train de travaux.
- [Revendication 11] Procédé (P) de renouvellement d'un ballast et de traverses d'une portion

de voie (1A, 1B) mis en œuvre par un train de travaux (100) selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, ledit procédé comportant :

– A) une phase d'amorçage comportant les étapes suivantes :

A1) aspirer (P10) entre au moins les rails (3) de la voie (1A, 1B) le ballast ancien (4a) au moyen du dispositif d'aspiration (10) de sorte à former un volume libre (90) sous les rails (3), ledit volume libre (90) présentant une longueur, définie selon l'orientation des rails (3), au moins égale à une longueur d'une traverse ancienne (2a) ou neuve (2b) ;

A2) rabattre (P11) dans le volume libre (90), au moyen du régaleur (341), le ballast ancien (4a) non aspiré vers le centre de la voie (1A, 1B) et niveler le ballast ancien (4a) non aspiré sous la voie pour former un fond de fouille (91) sensiblement plan et uniforme ;

A3) désolidariser (P12) une pluralité de traverses anciennes (2a) des rails de la voie de sorte à former une ouverture (92) définie dans le plan des rails (3) et débouchant dans le volume libre (90) et présentant une longueur au moins égale à la longueur d'une traverse ancienne (2a) ou neuve (2b), lesdites traverses anciennes (2a) tombant sur le fond de fouille (91) une fois désolidarisées ;

A4) pour chaque traverse ancienne désolidarisée, saisir et tourner dans le volume libre la traverse ancienne désolidarisée au moyen du bras articulé (311), puis retirer (P14) ladite traverse ancienne désolidarisée par l'ouverture (92) avant d'entreposer ladite traverse ancienne désolidarisée dans le moyen de stockage (20) des traverses ;

– B) une phase nominale comportant les étapes suivantes :

B1) au moyen du bras articulé, insérer (P16) par l'ouverture (92) puis, après rotation dans le volume libre, solidariser aux rails de la voie une traverse neuve (2b) en lieu et place d'une traverse ancienne (2a) retirée, ladite traverse neuve ayant été récupérée dans le moyen de stockage (20) des traverses ;

B2) ballaster (P18) le ballast neuf (4b) à travers la trémie (330) de ballastage de sorte à combler en partie le volume libre (90), ledit ballast neuf ayant été acheminé depuis le moyen de stockage (40) du ballast neuf vers ladite trémie par un convoyeur (60) ;

B3) aspirer (P20) le ballast ancien entre au moins les rails (3) et deux

nouvelles traverses anciennes encore solidarisées aux rails ;
 B4) rabattre (P22) le ballast ancien non aspiré comme à l'étape A2) ;
 B5) désolidariser (P24) une nouvelle traverse ancienne (2a) des rails de la voie de sorte que la longueur de l'ouverture (92) reste sensiblement égale à celle formée à l'étape A3), ladite nouvelle traverse ancienne (2a) tombant sur le fond de fouille (91) une fois désolidarisée ;
 B6) saisir et tourner dans le volume libre la nouvelle traverse ancienne désolidarisée au moyen du bras articulé, puis retirer (P26) la nouvelle traverse ancienne désolidarisée par l'ouverture avant d'entreposer la nouvelle traverse ancienne désolidarisée dans le moyen de stockage des traverses ; et

B7) répéter (P28) les étapes B1) à B6) jusqu'au renouvellement du ballast et des traverses de la portion prédéfinie de la voie (1A, 1B).

[Revendication 12]

Procédé (P) selon la revendication 11 comportant, après la phase nominale B), une phase de finition C) qui comprend les étapes suivantes :

C1) au moyen du bras articulé, insérer (P30) par l'ouverture (92) puis, après rotation dans le volume libre, déposer sur le fond de fouille (91) une pluralité de traverses neuves (2b), la pluralité de traverses neuves (2b) étant égale en nombre à la pluralité de traverses anciennes (2a) de l'étape A3), lesdites traverses neuves ayant été récupérées dans le moyen de stockage (20) des traverses ;

C2) solidariser (P32) chaque traverse neuve (2b) de la pluralité de traverses neuves aux rails de la voie de sorte à refermer l'ouverture (92) débouchant dans le volume libre (90) ; et

C3) ballaster (P34) le ballast neuf (4b) sur la voie de sorte à combler le volume libre (90).

[Revendication 13]

Procédé (P) selon l'une quelconques des revendications 11 ou 12, dans lequel, aux étapes A1) et B3), le ballast ancien (4a) est aspiré sous les traverses anciennes (2a) jusqu'à une profondeur comprise entre 20 cm et 50 cm.

[Revendication 14]

Procédé (P) selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel, au préalable des étapes A1) et B3), le ballast ancien (4a) est humidifié au moyen d'un dispositif d'arrosage (370).

[Revendication 15]

Procédé (P) selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel le fond de fouille (91) se situe sous les traverses (2a, 2b) à une profondeur comprise entre 20 cm et 30 cm.

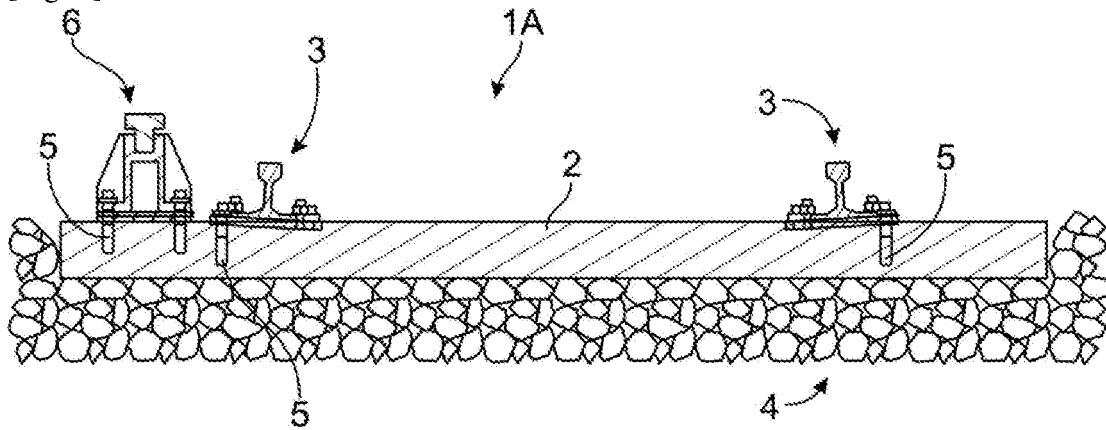
[Revendication 16]

Procédé (P) selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, dans

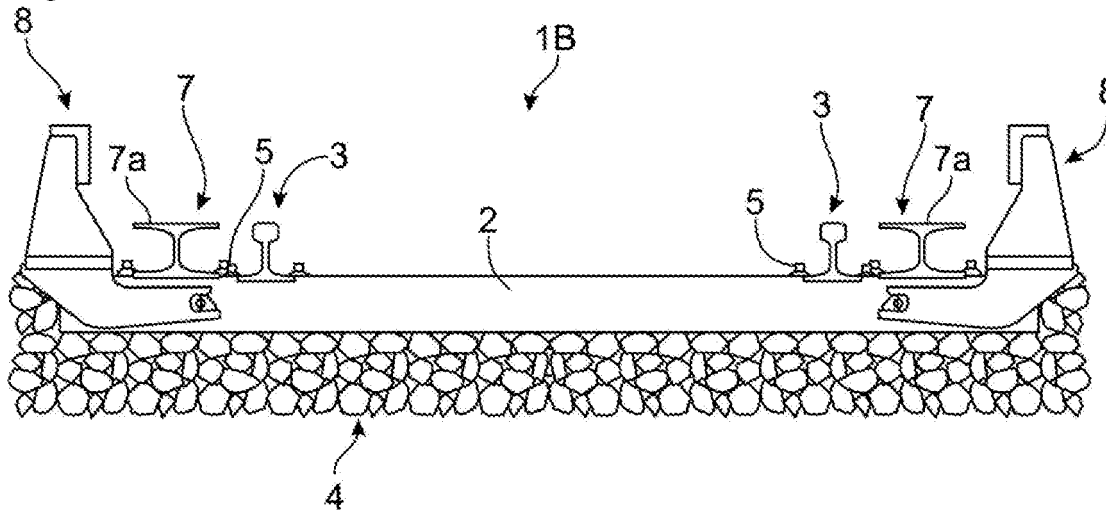
lequel chacune des rotations des étapes A4) et B6) est réalisée de sorte que la traverse ancienne soit positionnée sensiblement dans l'axe des rails (3).

- [Revendication 17] Procédé (P) selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, dans lequel, après le ballastage, une étape de compactage du ballast neuf (4b) est réalisée par un compacteur (350) entre les traverses neuves (2b) solidarisées.
- [Revendication 18] Procédé (P) selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, dans lequel chaque étape du procédé (P) est alimentée en énergie électrique par des batteries.

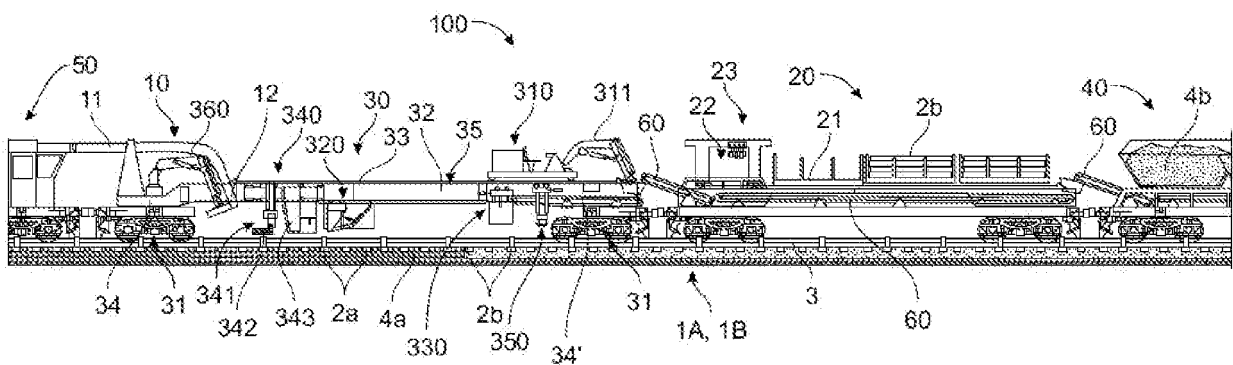
[Fig. 1]



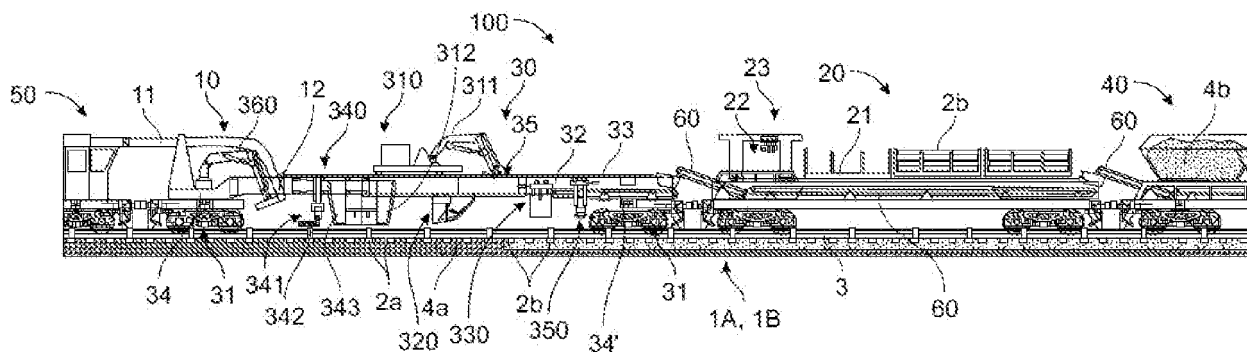
[Fig. 2]



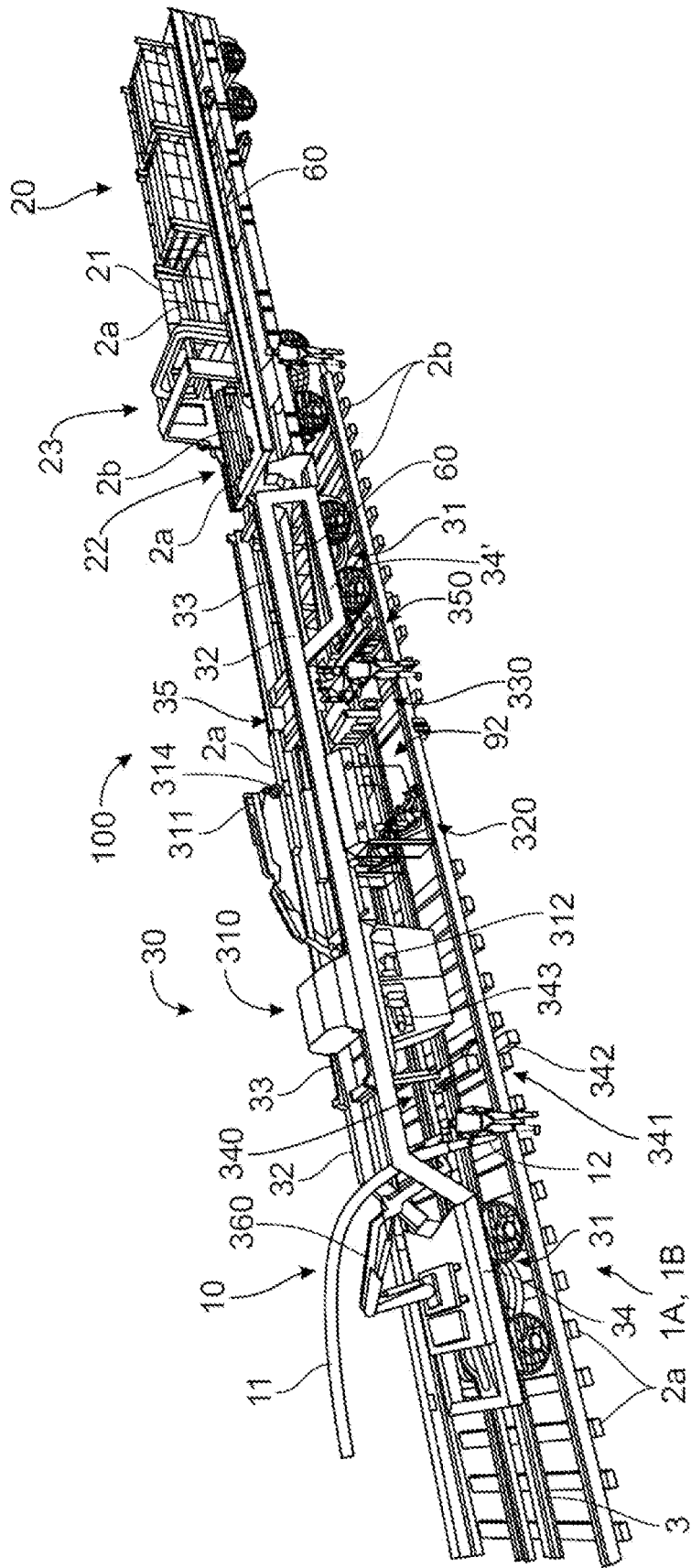
[Fig. 3]



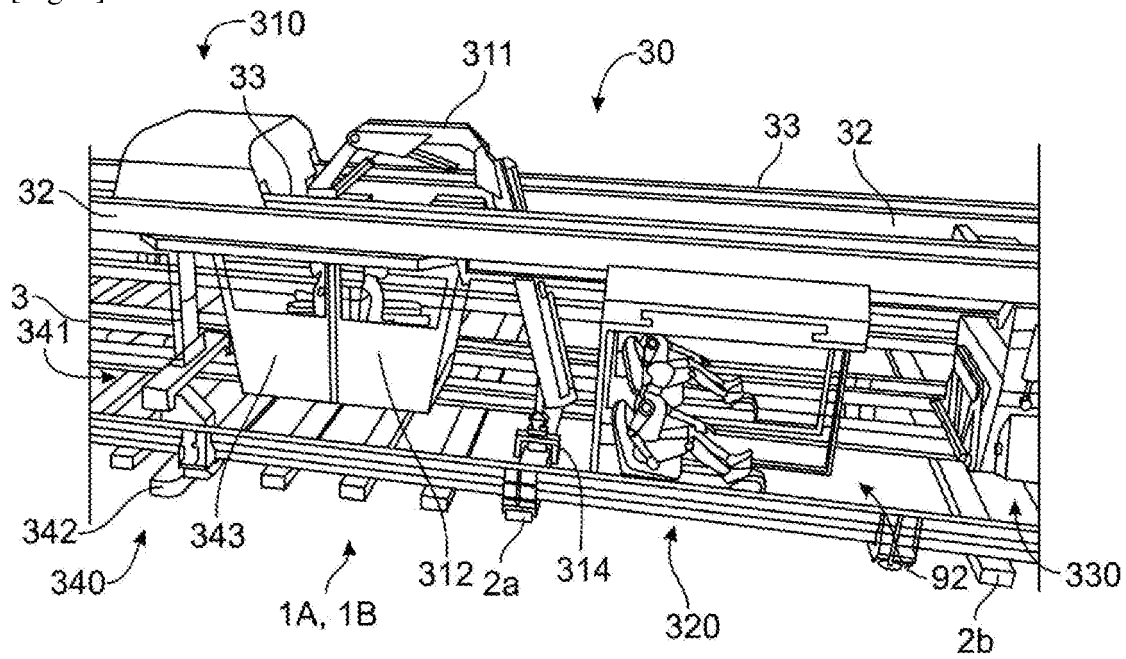
[Fig. 4]



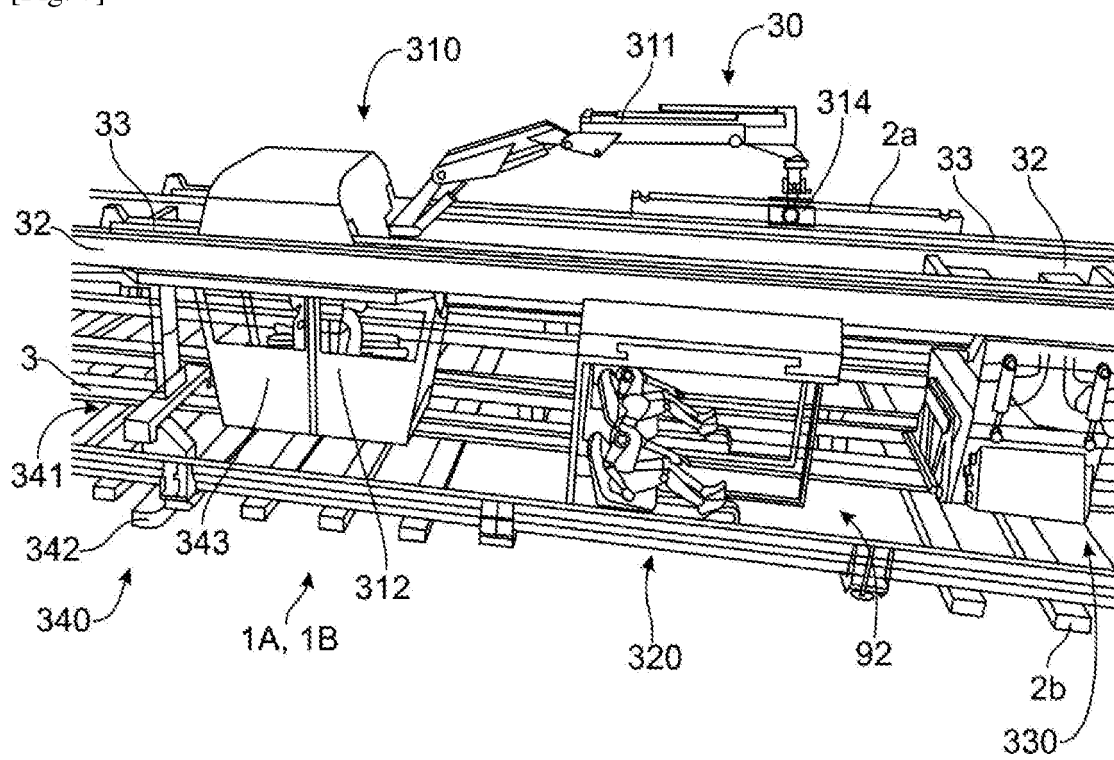
[Fig. 5]

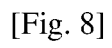


[Fig. 6]

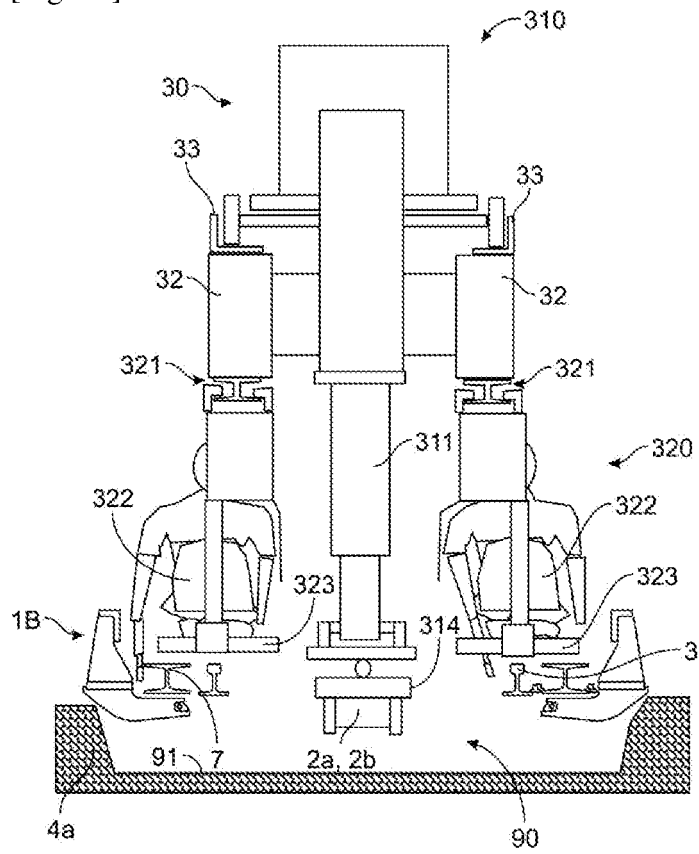


[Fig. 7]

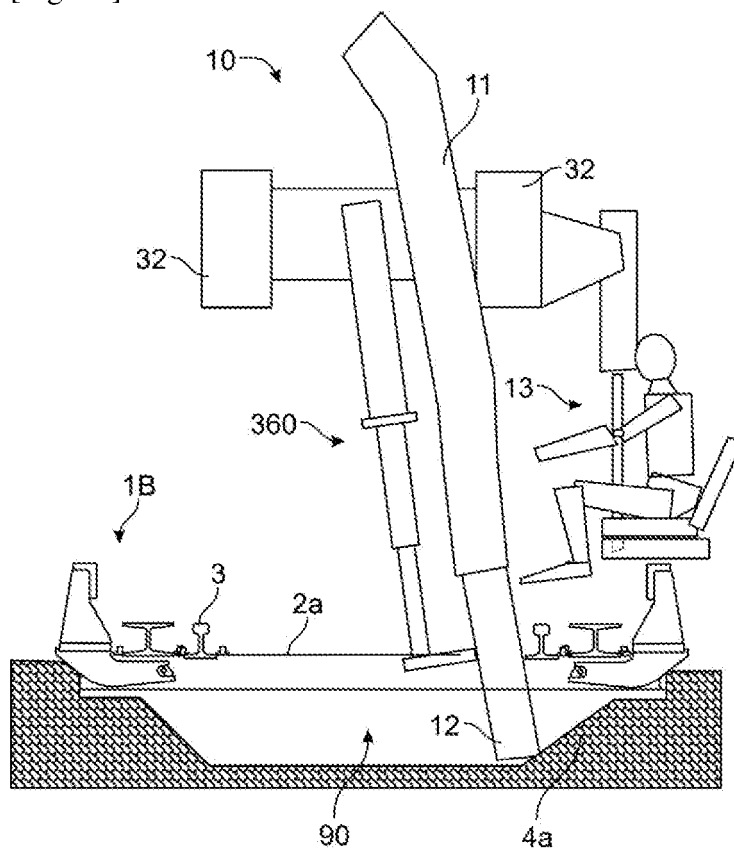




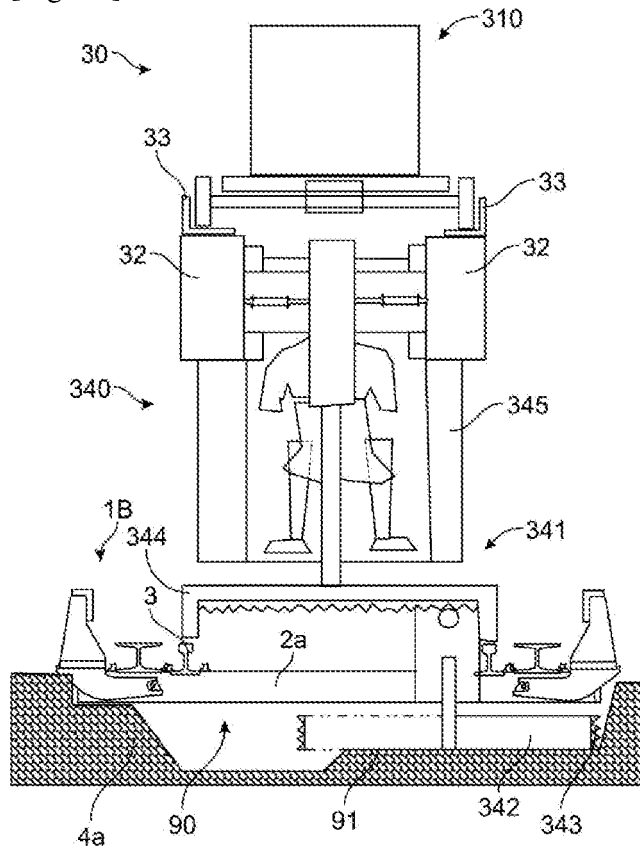
[Fig. 10]



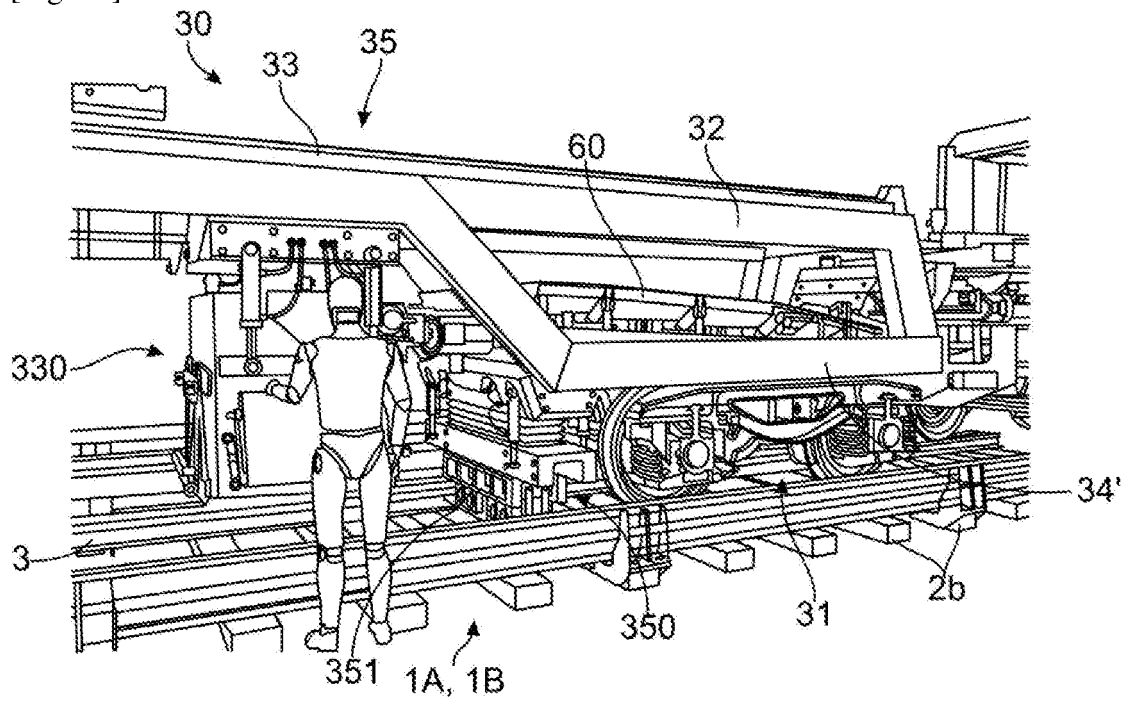
[Fig. 11]



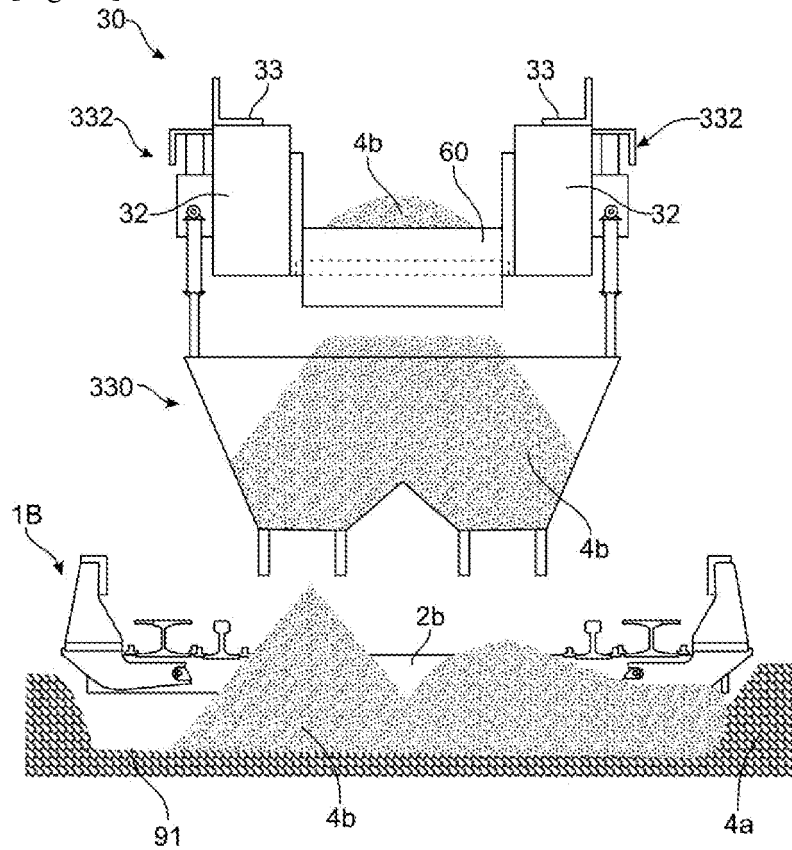
[Fig. 12]



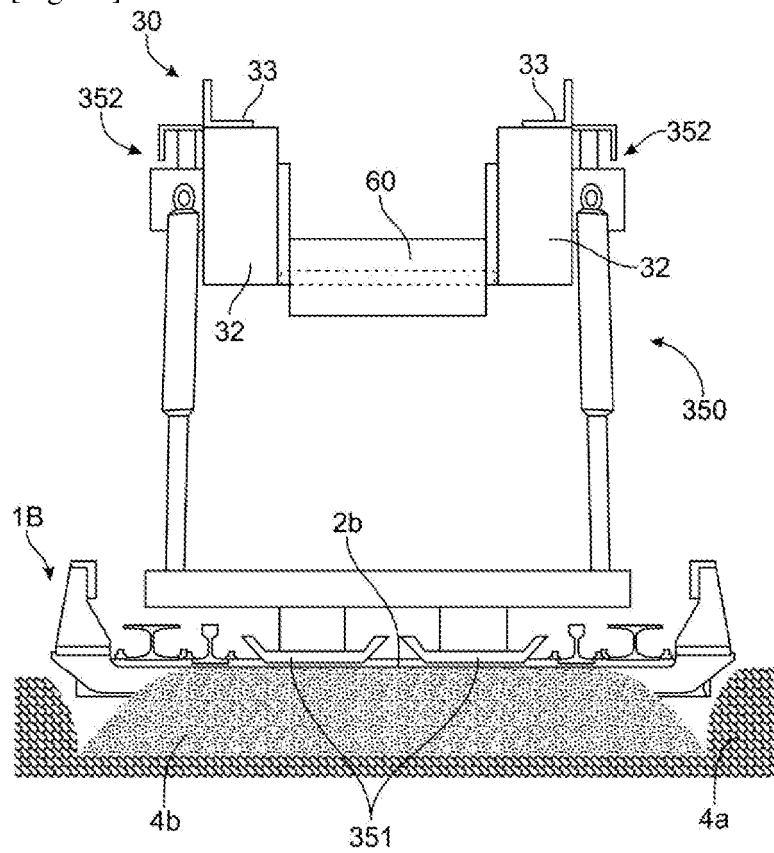
[Fig. 13]



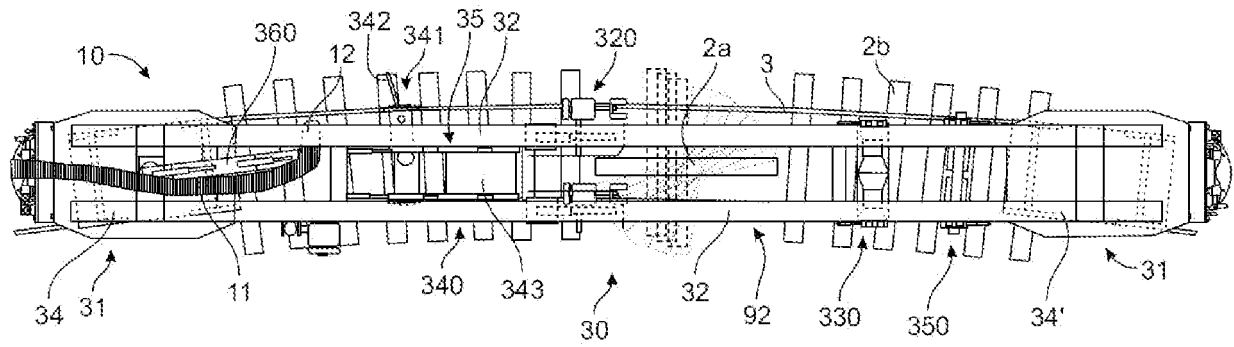
[Fig. 14]



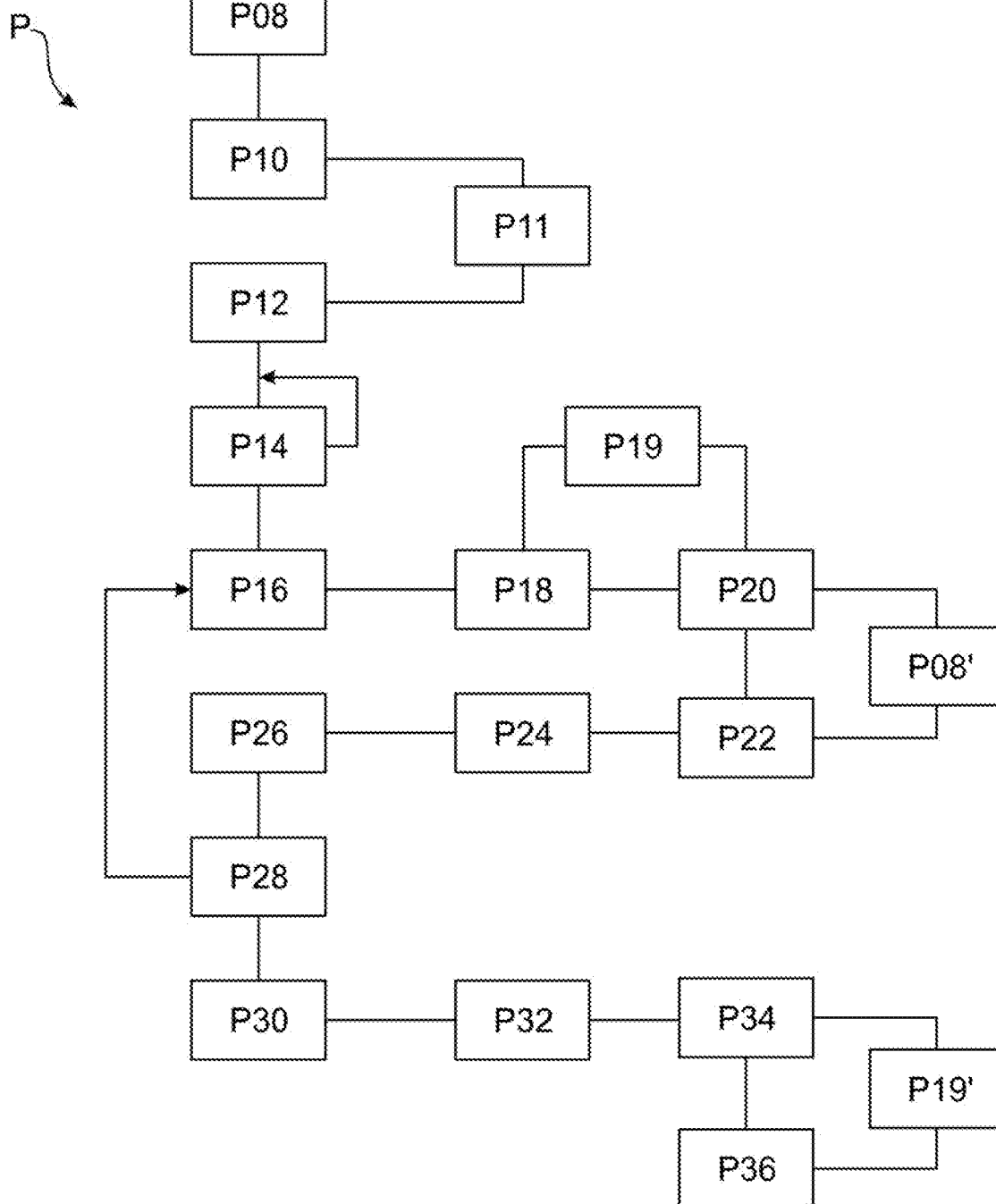
[Fig. 15]



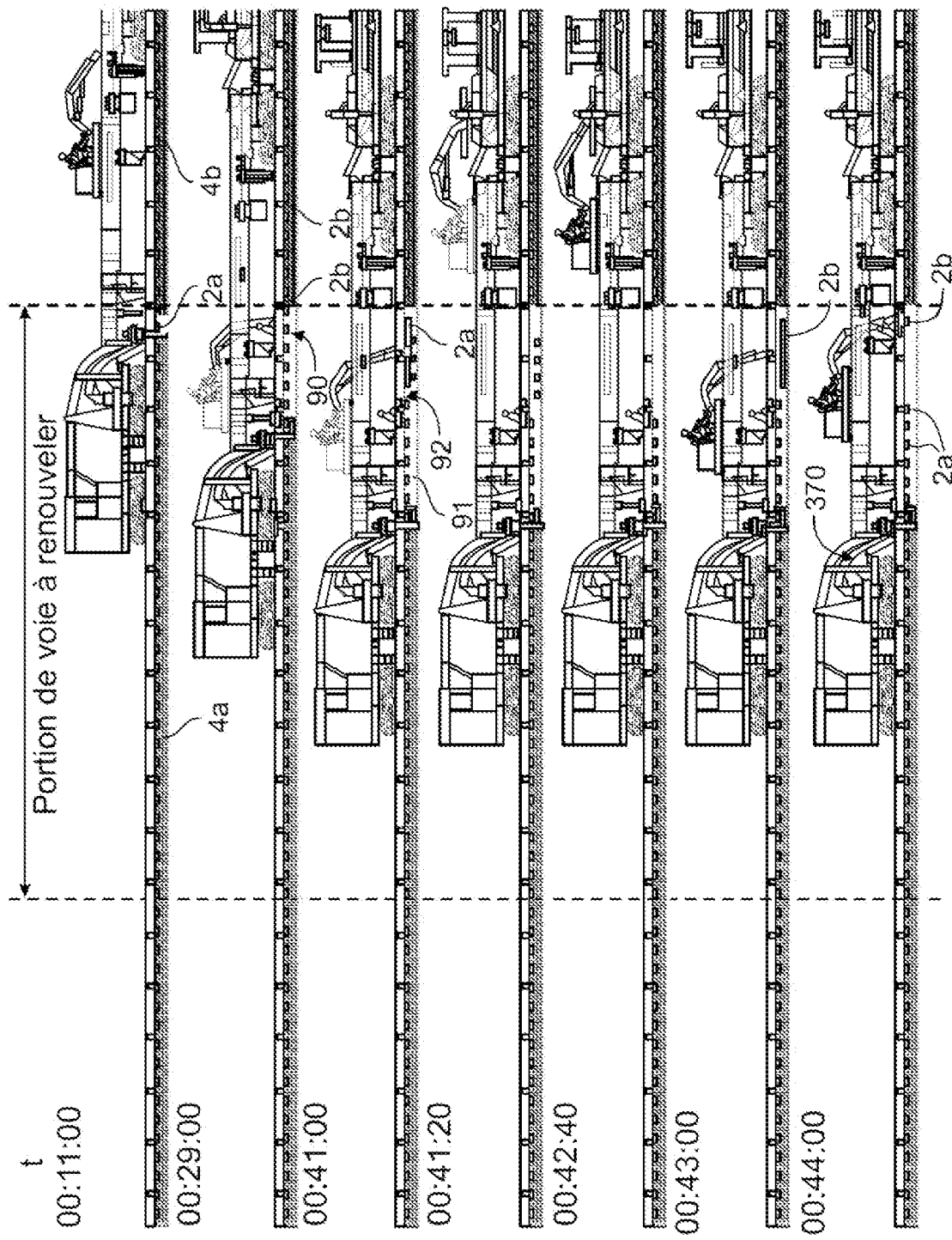
[Fig. 16]



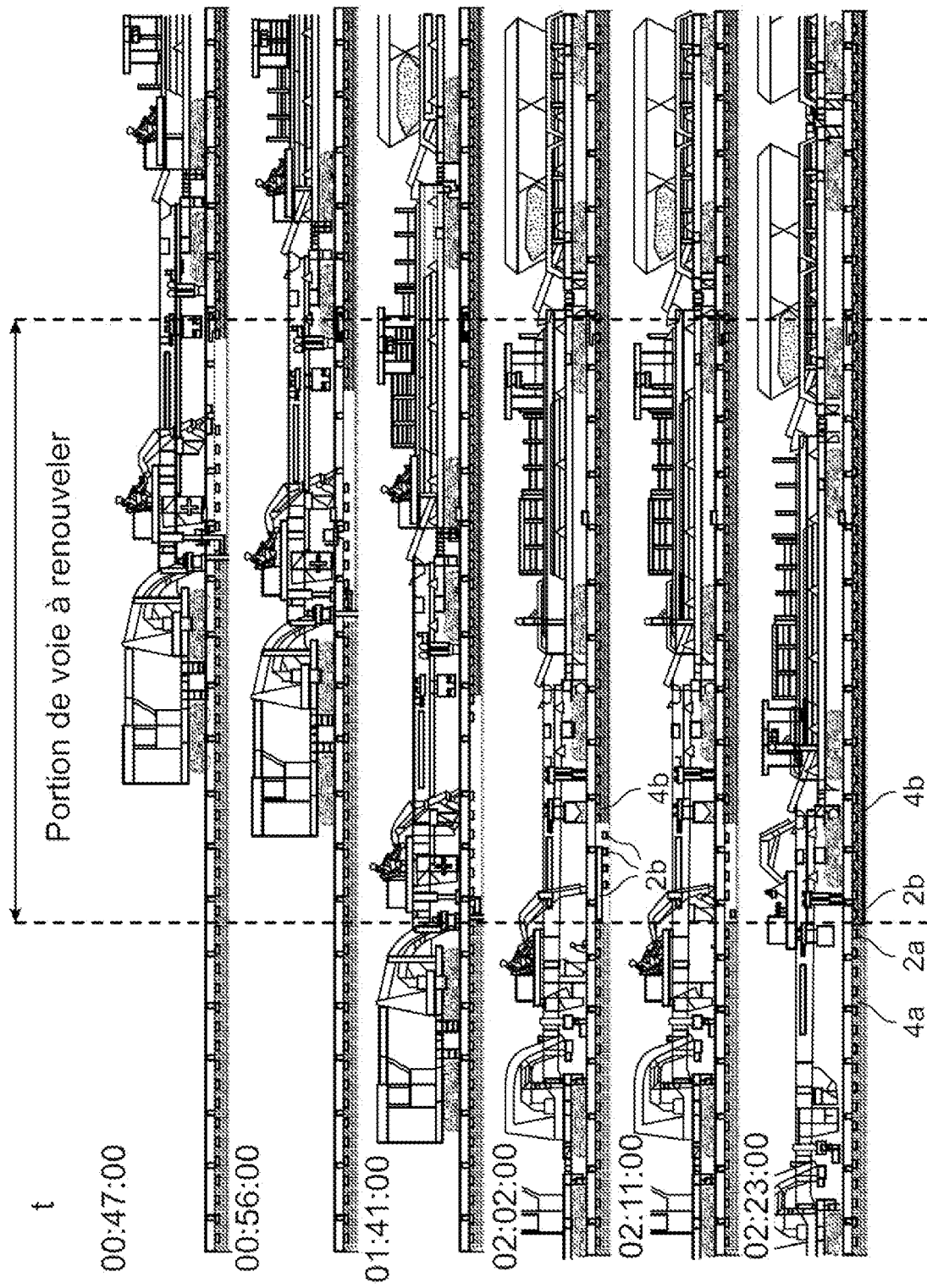
[Fig. 17]



[Fig. 18A]



[Fig. 18B]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 919468
FR 2305513

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 2 663 690 B1 (PLASSER & THEURER EXPORT VON BAHNBAUMASCHINEN GMBH [AT]) 30 novembre 2016 (2016-11-30) * pages 10-15; figures * -----	1-18	B61D 15/00 E01B 27/04 E01B 27/06 E01B 27/10 E01B 29/06 E01B 29/10 E01B 37/00
A	EP 0 608 679 A1 (PLASSER BAHNBAUMASCH FRANZ [AT]) 3 août 1994 (1994-08-03) * alinéas [0011] - [0013]; figures * -----	1-18	
A	AT 389 337 B (PLASSER BAHNBAUMASCH FRANZ [AT]) 27 novembre 1989 (1989-11-27) * abrégé; revendications; figures * -----	1,11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			E01B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 décembre 2023		Movadat, Robin	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE **RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2305513 FA 919468**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-12-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 2663690	B1	30-11-2016	AT	510423 A4		15-04-2012
			CN	103299000 A		11-09-2013
			EP	2663690 A1		20-11-2013
			JP	5984844 B2		06-09-2016
			JP	2014505812 A		06-03-2014
			WO	2012095152 A1		19-07-2012

EP 0608679	A1	03-08-1994	AT	E155183 T1		15-07-1997
			AT	E160400 T1		15-12-1997
			AU	661421 B2		20-07-1995
			AU	672467 B2		03-10-1996
			CA	2114490 A1		30-07-1994
			CA	2133102 A1		30-07-1994
			CN	1095439 A		23-11-1994
			CN	1101787 A		19-04-1995
			CZ	279014 B6		16-11-1994
			CZ	286379 B6		15-03-2000
			EP	0608679 A1		03-08-1994
			EP	0635082 A1		25-01-1995
			ES	2106313 T3		01-11-1997
			ES	2111899 T3		16-03-1998
			FI	944258 A		14-09-1994
			HU	215003 B		28-08-1998
			HU	216127 B		28-04-1999
			JP	3162399 B2		25-04-2001
			JP	3162566 B2		08-05-2001
			JP	H06240609 A		30-08-1994
			JP	H07505689 A		22-06-1995
			NO	303461 B1		13-07-1998
			PL	56602 Y1		30-11-1998
			PL	56805 Y1		29-01-1999
			PL	302025 A1		08-08-1994
			PL	305432 A1		09-01-1995
			RU	2087610 C1		20-08-1997
			RU	2087611 C1		20-08-1997
			SK	6794 A3		10-08-1994
			SK	118394 A3		08-02-1995
			US	5456181 A		10-10-1995
			US	5611403 A		18-03-1997
			WO	9417245 A1		04-08-1994

AT 389337	B	27-11-1989	AUCUN			
