

(19)



(11)

EP 3 115 509 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
02.12.2020 Bulletin 2020/49

(51) Int Cl.:
E01D 21/00^(2006.01) E02D 29/055^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16178925.0**

(22) Date de dépôt: **11.07.2016**

(54) **PROCÉDÉ DE RÉALISATION ET MISE EN PLACE D'UN OUVRAGE D'ART**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG UND AUFSTELLUNG EINES BAUWERKS

METHOD OF MAKING AND INSTALLING A CONSTRUCTION

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **09.07.2015 FR 1556511**

(43) Date de publication de la demande:
11.01.2017 Bulletin 2017/02

(73) Titulaire: **Vinci Construction France
92730 Nanterre Cedex (FR)**

(72) Inventeurs:
• **CHEVALLIER, Emmanuel
94550 Chevilly-Larue (FR)**

• **METGE, Nicolas
94550 Chevilly-Larue (FR)**

(74) Mandataire: **Novagraaf Technologies
Bâtiment O2
2, rue Sarah Bernhardt
CS90017
92665 Asnières-sur-Seine Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**DE-A1- 2 140 053 DE-A1- 19 915 202
DE-U1-202011 105 507 FR-A1- 2 698 114**

EP 3 115 509 B1

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

Description

Domaine de l'invention

[0001] La présente invention concerne un procédé permettant la réalisation et la mise en place dans un espace de temps rapide d'un ouvrage d'art, notamment d'un pont, en vue d'assurer le croisement d'une voie inférieure et d'une voie supérieure existante selon deux niveaux superposés.

Etat de la technique

[0002] Dans le domaine, on connaît un procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art pour le croisement d'une voie inférieure et d'une voie supérieure existante s'étendant respectivement selon deux niveaux superposés. Ce procédé comporte les étapes suivantes et dans cet ordre :

- réaliser des soutènements de part et d'autre de la voie inférieure à l'aplomb de la voie supérieure et à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art,
- réaliser des fondations pour supporter un tablier horizontal ou quasi-horizontal auxiliaire, positionner ce dernier dans une position située à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art sur ces fondations-là,
- réaliser en sous-œuvre une excavation entre les soutènements,
- réaliser en sous-œuvre les fondations de l'ouvrage d'art définitif,
- déposer le tablier horizontal auxiliaire, et
- placer un tablier horizontal ou quasi-horizontal définitif préfabriqué en position définitive à l'aplomb de l'emplacement de la voie supérieure, sur les fondations propres à ce tablier définitif et réalisées préalablement.

[0003] Il a été constaté que l'utilisation d'un tel procédé affectait négativement la disponibilité de la voie supérieure.

[0004] En particulier, ce procédé nécessite obligatoirement un minimum de deux interruptions temporaires de circulation avec enlèvement de la voie supérieure pour la mise en œuvre de ces travaux. Une première interruption temporaire de circulation est réalisée pour mettre en place les deux premières étapes, au cours desquelles les soutènements et le tablier auxiliaire sont mis en place. Ainsi, la voie supérieure doit être démontée avant la mise en œuvre de ces deux premières étapes, puis remise en place à l'issue de celles-ci. Une deuxième interruption temporaire de circulation est réalisée pour mettre en place les étapes au cours desquelles le tablier auxiliaire est déposé et le tablier définitif est mis en place. Ainsi, la voie supérieure doit être démontée une deuxième fois avant la mise en œuvre de ces étapes, puis remise en place à l'issue de celles-ci. Ces interruptions

temporaires de circulation avec enlèvement de la voie supérieure augmentent la durée des travaux et donc l'indisponibilité des voies pour le passage de véhicules de transport routier ou ferroviaire.

[0005] De plus, ce type de tablier auxiliaire est généralement conçu de moindre résistance. Entre ces deux interruptions temporaires de circulation, la circulation est rétablie sur la voie supérieure, qui est portée par le tablier auxiliaire. Ainsi malgré le rétablissement de la circulation, l'emploi de ce tablier auxiliaire impose des contraintes de diminution de vitesse des véhicules sur la voie supérieure, génératrices de retard sur ces voies, voire des contraintes de limite en charge.

[0006] De plus, les opérations de déposes et de poses des tabliers et surtout de remise en place de la voie supérieure sont des opérations présentant un risque d'incidents pouvant entraîner un fort retard dans le rétablissement de la circulation. Ces incidents sont multiples, par exemple, un défaut d'approvisionnement des matériaux de construction de la voie supérieure, notamment suite à la dégradation de ces matériaux, par exemple la rupture d'un rail dans le cadre d'une voie ferrée.

[0007] Des solutions alternatives ont été développées avec des engins spéciaux pour fonder un cadre préfabriqué dans un talus supportant une voie supérieure. Le cadre a la taille du passage à aménager sous la voie supérieure pour faire passer la voie inférieure. Sur la face avant du cadre est agencé un profil dont la forme est conçue pour pouvoir s'enfoncer dans le talus. L'engin fonce le cadre progressivement à l'intérieur du talus, la terre étant excavée par le centre du cadre. Le cadre progresse ainsi par ripage et sous la voie supérieure. Il est ensuite laissé en place pour former le support définitif de la voie supérieure.

[0008] Cependant, ce type d'engin présente de nombreux inconvénients. Cette opération présente un risque de forte dégradation de la voie supérieure et donc de retardement des travaux par rapport à leur planification initiale. Par ailleurs, les frottements sont très forts et la voie supérieure bouge plus, le trafic devra donc néanmoins être suspendu pendant cette opération. Egalement, il faut un talus d'une hauteur suffisante pour permettre de placer le cadre sous la voie, avec de plus une marge suffisante de hauteur entre le haut de ce cadre et la voie supérieure. Si cette marge est insuffisante, la voie supérieure va être entraînée lors du fonçage. Il convient également de noter que de tels engins nécessitent beaucoup de puissance et sont très onéreux. DE 20 2011 105 507 U1, DE 21 40 053 A1, FR 2 698 114 A1 et DE 199 15 202 A1 divulguent un procédé selon le préambule de la revendication 1.

Exposé de l'invention

[0009] Dans ce contexte, le problème ici posé est de réduire l'impact des travaux sur la circulation sur la voie supérieure existante. Un objectif ici visé est donc d'optimiser la planification des travaux.

[0010] En particulier, selon l'invention, on propose de réduire le nombre d'interruptions temporaires de circulation au cours desquelles la voie supérieure est enlevée pour la mise en œuvre des travaux, de réduire la durée de ces interruptions temporaires de circulation et/ou de diminuer le risque de prolongement de ces interruptions temporaires de circulation, et enfin d'atténuer ou de supprimer les restrictions de vitesse sur la voie supérieure pendant les travaux.

[0011] La solution proposée par la présente invention est un procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art pour le croisement d'une voie inférieure et d'une voie supérieure existante s'étendant respectivement selon deux niveaux superposés, le procédé comportant dans cet ordre les étapes suivantes :

- enlever la voie supérieure à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art,
- réaliser des soutènements de part et d'autre de l'emplacement de ladite voie inférieure, à l'aplomb de ladite position définitive de l'ouvrage d'art,
- mettre en position un tablier définitif horizontal ou quasi-horizontal, préfabriqué en un ou plusieurs éléments, ledit tablier définitif étant mis en appui direct ou indirect sur lesdits soutènements et à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art, ledit tablier définitif étant destiné à supporter ladite voie supérieure avant et après que l'ouvrage d'art ait été réalisé,
- réaliser une excavation en sous œuvre sous le tablier définitif et entre les soutènements, ladite excavation étant destinée à être traversée par la voie inférieure.

[0012] Un tel procédé permet avantageusement d'utiliser un tablier définitif qui est le même durant et jusqu'à la fin des travaux. Ainsi, un tablier ou plusieurs tabliers auxiliaires agencés pour être remplacés par un tablier définitif sont rendus inutiles grâce aux étapes précitées. Ce procédé ne nécessite alors plus qu'une interruption temporaire de circulation avec démontage de la voie supérieure à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art.

[0013] La voie supérieure peut ainsi être remise en place une fois que le tablier définitif est posé, avant ou durant l'étape de réaliser l'excavation.

[0014] On a donc réduit le nombre minimal nécessaire d'interruptions temporaires de circulation au cours desquelles la voie supérieure est défaire pour la mise en œuvre des travaux.

[0015] Comme le tablier mis en place est définitif, sans mise en place préalable temporaire d'autres tabliers, la durée de ces interruptions temporaires de circulation avec enlèvement de la voie est également réduite. De même, les risques de prolongement de ces interruptions temporaires de circulation, liés à plusieurs démontages et remontages de la voie supérieure, sont diminués.

[0016] Par ailleurs, l'utilisation du tablier définitif per-

mettra durant la suite des travaux, de moins diminuer la vitesse des véhicules qu'avec un tablier auxiliaire.

[0017] L'impact sur la circulation des véhicules sur la voie supérieure est donc diminué.

[0018] Par ailleurs, comparé aux engins spéciaux fonçant un cadre dans un talus, le procédé supprime le risque de dégradation des voies supérieures, et donc de retardements correspondants. La circulation sur la voie supérieure peut également être poursuivie durant l'excavation. De plus, le procédé selon l'invention est applicable quelle que soit la hauteur de talus. Il est même applicable en l'absence de talus, lorsque la voie supérieure est au niveau du terrain environnant et que la voie inférieure doit passer en contrebas du terrain environnant.

[0019] Ainsi, le procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon l'invention peut comprendre une étape de remettre en place la voie supérieure sur le tablier définitif, de manière à ce que cette voie supérieure soit apte à la circulation, cette étape de remettre en place la voie supérieure étant mise en œuvre après l'étape de mettre en position le tablier définitif.

[0020] Si selon l'invention, le nombre minimal nécessaire d'interruption temporaire de la circulation avec démontage de la voie supérieure est de un, il est possible cependant selon certaines réalisations de l'invention, d'ajouter une ou plusieurs autres interruptions temporaires de la circulation avec démontage de la voie supérieure. Dans de tels cas, entre le premier démontage de la voie supérieure et son dernier remontage, au moins un remontage intermédiaire de la voie supérieure et un deuxième démontage de la voie supérieure sont mis en œuvre. On a alors au moins deux interruptions temporaires de la circulation avec démontage de la voie supérieure. Bien que l'on augmente ainsi le risque d'un incident entraînant du retard sur le chantier, cela permet néanmoins de rétablir la circulation entre deux opérations de chantier nécessitant que la voie supérieure ait été démontée, si le temps entre ces deux opérations de chantier s'avérait trop long.

[0021] Le procédé selon l'invention permet donc une grande souplesse d'adaptation, seule une interruption temporaire de la circulation avec démontage de la voie supérieure est obligatoire, mais il reste possible d'en réaliser une ou plusieurs.

[0022] Par exemple, le procédé peut comprendre une unique interruption temporaire de la circulation avec démontage de la voie supérieure. L'étape de défaire la voie supérieure à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art, est donc la première et unique étape de démontage de la voie supérieure.

[0023] Selon un autre exemple, l'étape de défaire une première fois la voie supérieure à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art, est la première d'une série d'étapes de démontage de la voie supérieure.

[0024] Ainsi selon une réalisation de l'invention le procédé comprend en outre, avant l'étape de mettre en position un tablier définitif préfabriqué, les étapes suivantes

dans cet ordre:

- une étape de remonter une première fois la voie supérieure, cette étape ayant lieu après l'étape de réaliser des soutènements,
- une étape de défaire une deuxième fois la voie supérieure à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art.

[0025] Cette réalisation permet une mise en œuvre du procédé selon l'invention avec deux interruptions temporaires de la circulation avec enlèvement de la voie supérieure:

- une première interruption temporaire de circulation durant laquelle est mise en œuvre l'étape de réaliser lesdits soutènements,
- une deuxième interruption temporaire de circulation durant laquelle est mise en œuvre l'étape de positionner ledit tablier définitif sur ces soutènements,

la circulation sur la voie supérieure étant rétablie entre les deux interruptions temporaires de circulation.

[0026] Selon une réalisation de l'invention, les soutènements forment des supports définitifs du tablier définitif.

[0027] Selon une réalisation de l'invention, le procédé comprend en outre les étapes suivantes :

- réaliser des supports définitifs distincts des soutènements, après ladite étape de réaliser l'excavation en sous-œuvre,
- transférer la charge dudit tablier définitif depuis les soutènements vers les supports définitifs.

[0028] La voie supérieure peut être remise en place une fois que le tablier définitif est posé, avant ou durant l'étape de réaliser des supports définitifs distincts des soutènements. De préférence, la voie supérieure est remise en place au plus tôt une fois le tablier définitif mis en place. Ainsi cette voie supérieure est remise en place préférentiellement avant l'étape de réaliser des supports définitifs distincts des soutènements, et de manière encore plus préférentielle avant l'étape d'excaver.

[0029] L'étape de transférer la charge depuis les soutènements vers les supports définitifs, ne nécessite pas un démontage de la voie supérieure. Par mesure de sécurité, il est possible de suspendre le trafic des véhicules (trains ou automobiles, selon la nature de la voie supérieure), sur cette voie mais sans démontage de cette voie. Il n'y a donc dans ce cas pas d'interruption physique de la continuité de la voie supérieure. C'est simplement le trafic qui est suspendu, par exemple par déviation ou interdiction temporaire de circuler, la voie étant elle maintenue en place. Cette suspension du trafic est moins coûteuse en termes de temps d'utilisation de la voie supérieure. En effet, les opérations de suspension et de réouverture du trafic sont moins longues que des étapes de

démontage et de remise en place de la voie supérieure. Ces opérations ne présentent pas non plus les risques inhérents aux étapes de démontage et de remise en place de la voie supérieure.

[0030] Ainsi, la réalisation de l'invention avec utilisation du tablier définitif, sans tablier auxiliaire, mise en place de support définitifs distincts des soutènements, puis transfert de charge, génère moins d'arrêt du trafic et de prise de risque en terme de respect de la planification des travaux, que les solutions de l'art antérieur avec mise en place d'un tablier auxiliaire et d'un tablier définitif.

[0031] Selon une réalisation de l'invention, le procédé comprend une étape de monter des supports provisoires sur lesdits soutènements, ladite étape de mettre ledit tablier définitif en appui sur lesdits soutènements étant réalisée ultérieurement et de manière à ce que l'appui du tablier définitif sur lesdits soutènements se fasse indirectement via lesdits supports provisoires.

[0032] De plus, selon l'invention, les soutènements permettent à la fois d'assurer le soutènement pour la stabilité du sol et à la fois de porter une charge verticale, en particulier celle du tablier définitif, soit provisoirement, soit définitivement, selon la réalisation de l'invention mise en œuvre.

[0033] Selon l'invention, les soutènements sont des palplanches, notamment des palplanches avec des sections en forme de demi hexagone et agencées successivement en quinconce. Elles sont de préférence reliées entre elles, notamment par des glissières.

[0034] Ces palplanches sont de préférence enfoncées dans le sol, pour réaliser le soutènement.

[0035] Les palplanches sont particulièrement efficaces pour réaliser à la fois le soutènement et le port provisoire ou définitif du tablier définitif.

[0036] Il est possible de renforcer les soutènements, notamment lorsque ces soutènements sont utilisés comme supports définitifs. Par exemple, notamment lorsque les soutènements sont utilisés comme supports définitifs, il est possible de battre d'autres palplanches avec des sections en forme de demi hexagone, dont la concavité est située en vis-à-vis d'une concavité d'une palplanche formant le soutènement. On obtient ainsi des coffrages hexagonaux à l'intérieur desquels on peut couler du béton. Les renforts en béton ainsi obtenus peuvent être réalisés de manière espacée.

[0037] Selon l'invention, l'étape de monter des supports provisoires sur ces soutènements peut comprendre une sous-étape de recépage des palplanches.

[0038] Selon l'invention, le procédé comprend une étape de réaliser un coffrage et un coulage de mortier, notamment à prise rapide en tête des palplanches, de manière à renforcer la tenue mécanique en vue de l'étape de positionner le tablier définitif sur les palplanches, directement ou via des supports provisoires.

[0039] Les supports provisoires peuvent être soudés sur les palplanches.

[0040] Des tôles métalliques verticales peuvent être soudées aux palplanches, notamment pour servir de ren-

fort vertical. Notamment pour monter les supports provisoires sur les palplanches, ces tôles peuvent servir de renfort vertical soutenant une plaque horizontale, fixée au sommet de ces tôles et destinée à recevoir le tablier définitif. Des goussets peuvent former un renfort d'équerre entre ces plaques et ces tôles.

[0041] Alternativement, on peut placer des plaques métalliques posées directement sur les têtes des palplanches, puis soudées à ces dernières.

[0042] Selon une réalisation de l'invention, les soutènements, avec éventuellement des supports provisoires montés dessus, sont agencés de manière à ce que, lorsque le tablier est posé sur les soutènements, directement ou indirectement via les supports provisoires, le tablier serve de buton reprenant les efforts horizontaux exercés par la terre sur les soutènements.

[0043] Le tablier peut notamment être en béton armé, en béton précontraint, ou en poutrelles enrobées.

[0044] Selon une réalisation de l'invention, les supports définitifs sont distincts des soutènements et attenants à ces derniers. Cela permet un report de charge partiel des soutènements sur le support définitif.

[0045] Selon une réalisation de l'invention, les soutènements et/ou les supports provisoires comprennent un ou des matériaux soudables entre eux.

[0046] Selon une réalisation de l'invention, l'étape de monter lesdits supports provisoires sur les soutènements comprend une sous-étape de soudage desdits supports provisoires sur lesdits soutènements.

[0047] Selon une réalisation de l'invention, l'étape de transférer la charge depuis les soutènements vers les supports définitifs comporte les sous-étapes suivantes :

- exercer un effort de levée sur le tablier définitif, de manière à ce que la charge due au poids de ce tablier sur les soutènements soit diminuée voire annulée,
- mettre au contact le tablier définitif sur les supports définitifs,
- relâcher l'effort de levée sur le tablier définitif de manière à ce qu'il repose sur les supports définitifs et que la charge due à son poids soit appliquée sur ces supports définitifs.

[0048] Cette étape d'exercer un effort de levée sur le tablier peut être réalisée via des moyens de vérinage, notamment des vérins, ou encore des treuils, ou bien une grue.

[0049] Le procédé selon cette étape est notamment réalisé de manière à ce qu'une fois que le tablier définitif repose sur les supports définitifs, la charge due à son poids et aux surcharges d'exploitation soit appliquée sur ces supports définitifs.

[0050] Selon une réalisation de l'invention, préliminairement à la sous-étape de relâcher l'effort de levée sur le tablier définitif, le procédé comporte en outre la ou les sous-étapes suivantes:

- interposer des cales entre le tablier et lesdits sup-

ports définitifs, et/ou

- enlever ou détruire les supports provisoires, notamment par démontage ou coupage.

5 **[0051]** La reprise de charge verticale peut ainsi se faire par l'intermédiaire de ces cales ou directement sur les supports définitifs.

10 **[0052]** Selon une réalisation alternative du transfert de charge depuis les soutènements vers les supports définitifs, l'étape de transférer la charge comporte la sous-étape de découper la tôle verticale ou des têtes de palplanches, de manière à transférer la charge du tablier définitif des soutènements aux supports définitifs.

15 **[0053]** Le procédé peut également comprendre préliminairement à la sous-étape de relâcher l'effort de levée sur le tablier définitif, une sous-étape de réaliser des joints et/ou des articulations permettant d'absorber la dilatation du tablier définitif, notamment des articulations Freyssinet.

20 **[0054]** Selon une réalisation de l'invention, le tablier définitif comprend des bossages venant en appui sur lesdites cales ou indirectement sur lesdits supports définitifs. Ainsi la reprise de charge peut se faire au niveau de ces bossages.

25 **[0055]** Selon certaines réalisations de l'invention, dans lesquels les supports définitifs sont distincts des soutènements, ces bossages, les supports provisoires et les supports définitifs sont agencés de manière à pouvoir positionner les moyens de vérinage entre les supports provisoires qui sont alignés le long des soutènements d'un même côté de l'excavation.

30 **[0056]** Selon une réalisation de l'invention, les supports définitifs sont des structures de béton droites, reprenant la charge verticale du tablier vers et jusqu'au sol. Par exemple, les supports définitifs comprennent des piédroits reliés entre eux par un radier, lesdits piédroits et ledit radier formant une structure en « U ».

35 **[0057]** Selon une réalisation de l'invention, le procédé est mis en œuvre sur une zone de chantier comprenant une zone de préfabrication du tablier définitif. Le procédé selon l'invention peut ainsi comprendre une étape de préfabrication du tablier définitif, en particulier dans cette zone de préfabrication.

40 **[0058]** Selon une réalisation du procédé de l'invention, ce dernier comprend une étape de déplacer ledit tablier définitif de la zone de préfabrication à la position située à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art. Cela diminue d'avantage la durée des travaux en déplaçant directement le tablier définitif de sa zone de préfabrication à sa position définitive. Préalablement à l'étape de déplacer ledit tablier définitif et pour la mise en œuvre de cette étape-ci, le procédé peut comprendre une étape de réalisation d'au moins une piste d'acheminement du dit tablier définitif. Cela permet de faciliter la mise en œuvre de cette étape de déplacement. On peut par exemple utiliser deux pistes de part et d'autre des soutènements, pour acheminer le tablier définitif, notamment par des remorques automotrices synchronisées, notamment

comme celles vendues sous la marque Kamag.

[0059] La pente longitudinale de la ou des pistes d'acheminement est de préférence agencée pour amener les tabliers au plus près de leur altitude définitive. Par exemple, cette ou ces pistes déclinent ou montent depuis la zone de préfabrication jusqu'à la voie supérieure.

[0060] La réalisation de ces pistes d'acheminement jusqu'à la voie supérieure peut être réalisée avant l'interruption temporaire de la circulation sur la voie supérieure. Son achèvement et donc son extension à l'aplomb de la voie supérieure pourra alors être réalisée lors de l'interruption temporaire de la circulation sur la voie supérieure.

[0061] Selon une réalisation de l'invention, une piste pour excavation entre les soutènements, par exemple déclinante, peut être réalisée entre les soutènements et jusqu'à la voie supérieure, pour acheminer des engins d'excavation vers la voie supérieure. Sa réalisation peut être effectuée durant l'unique interruption temporaire de circulation, ou selon une autre réalisation de l'invention entre les première et deuxième interruptions temporaires de circulation sur la voie supérieure, afin de ne pas impacter cette circulation. Son achèvement et donc son extension au niveau de la voie supérieure pourra alors être réalisée lors d'une interruption temporaire de circulation sur la voie supérieure.

[0062] Selon une réalisation de l'invention, cette piste d'excavation peut également être une piste d'acheminement des moyens de déplacement du tablier définitif. Dans un tel cas, il n'est plus nécessaire d'avoir des pistes d'acheminement de part et d'autre de la piste d'excavation.

[0063] En référence aux figures ci-après, un exemple non limitatif de mise en œuvre du procédé selon l'invention va être décrit.

Brève description des figures

[0064]

- La figure 1 représente une vue aérienne de la zone de chantier dans laquelle est mis en œuvre le procédé selon l'invention avec un état d'avancement du procédé selon l'invention.
- La figure 2 représente une vue aérienne d'une partie de la zone de chantier de la figure 1 mais à un état d'avancement ultérieur du procédé selon l'invention.
- La figure 3a représente une vue aérienne d'une partie de la zone de chantier de la figure 2 mais à un état d'avancement ultérieur du procédé selon l'invention.
- La figure 3b représente les supports provisoires et les dispositifs de butonnage du procédé selon l'invention, réalisés lors de l'étape du procédé selon l'invention menant à l'état d'avancement de la figure 3a.
- La figure 3c représente un support provisoire et un

dispositif de butonnage de la figure 3b vu en coupe selon CC'.

- La figure 4a représente une vue aérienne de la zone de chantier à un état d'avancement du procédé selon l'invention ultérieur à celui de la figure 3a.
- La figure 4b représente une vue en coupe de la mise en œuvre d'une étape de l'invention menant à l'état d'avancement de la figure 4a.
- La figure 4c représente un agrandissement de la zone entourée d'un cercle en figure 4b.
- La figure 5a représente en vue en coupe de la mise en œuvre d'une sous-étape du procédé selon l'invention.
- Les figures 5b et 5c représentent des agrandissements de zones entourées d'un cercle de la figure 5a.
- Les figures 6a et 6b représentent une sous-étape ultérieure à celle de la figure 5a.

Descriptions d'exemples de réalisation

[0065] La présente invention concerne un procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art pour le croisement d'une voie inférieure et d'une voie supérieure s'étendant respectivement selon deux niveaux superposés. Elle s'applique en particulier à la création d'une nouvelle voie (ci-après la voie inférieure) routière ou ferroviaire sous une voie (ci-après la voie supérieure) existante ferroviaire ou routière.

[0066] La voie inférieure peut être créée à un emplacement qui ne correspondait pas à une voie préexistante.

[0067] Cependant, la nouvelle voie inférieure peut également être créée sur l'emplacement et en remplacement d'une voie préexistante, par exemple à un croisement, pour lequel on souhaiterait faire passer cette voie sous l'autre. Dans un tel cas, préliminairement à l'étape consistant à réaliser des soutènements de part et d'autre de ladite voie inférieure, à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art, il convient si nécessaire de démolir ou décaper la voie inférieure et d'acheminer des palplanches à proximité de cette voie inférieure. Il s'agit, par exemple d'ôter l'asphalte et les murets éventuels, dans le cas d'une route. Selon une réalisation de l'invention, l'avancement de la démolition de la voie inférieure se fait en même temps que la mise en place des soutènements de part et d'autre de l'emplacement de la voie inférieure.

[0068] Dans un mode de réalisation, les soutènements sont réalisés au moyen d'une opération de battage de palplanches, notamment des palplanches entre 10 et 25 mètres de long. Ce battage comprend notamment l'action de planter les palplanches verticalement dans le sol. Il s'agit alors de réaliser le battage de palplanches de part et d'autre de l'emplacement de la voie inférieure.

[0069] En référence à la figure 1, il va être décrit un ensemble d'étapes préliminaires à l'étape de réaliser des soutènements de part et d'autre de l'emplacement de ladite voie inférieure, à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art.

[0070] Dans l'exemple non limitatif de la figure 1, il s'agit de faire passer une nouvelle voie inférieure sous deux voies ferrées parallèles 1, correspondant chacune à un sens de circulation.

[0071] Dans l'exemple illustré, à l'aplomb de l'ouvrage d'art, la voie inférieure doit passer à un niveau plus bas que celui du terrain environnant, notamment de la zone de chantier ZC. Néanmoins, comme expliqué précédemment, il est possible de réaliser la voie inférieure au travers d'un talus portant la voie supérieure, sans que la voie inférieure soit amenée à un niveau plus bas que le terrain environnant, à condition que ce talus ait une hauteur suffisante.

[0072] Un emplacement de la future voie inférieure est défini en trois parties. Une première partie 4 se situe d'un côté des voies supérieures 1, dans cet exemple au Nord des clôtures de protection 2 des voies supérieures. Une deuxième partie se situe sous les voies ferrées 1, au niveau d'une aire 3, interdite d'accès en dehors d'une interruption de la circulation sur les voies ferrées 1. Une troisième partie 5 se situe de l'autre côté des voies supérieures 1, dans cet exemple au Sud des clôtures de protection 2 des voies supérieures.

[0073] Bien entendu, l'orientation des voies n'est pas limitative et n'est indiquée que dans un souci de clarté.

[0074] Les soutènements utilisés dans cet exemple sont des palplanches. Alors que les voies ferrées 1 sont actives, c'est-à-dire ouvertes à la circulation, des palplanches 11 sont plantées de part et d'autre de la première partie 4 de l'emplacement de la voie inférieure à créer. On obtient donc un couloir 8 entre deux rangées de ces palplanches 11. Le battage de ces palplanches se fait à une profondeur suffisante pour que les palplanches soient aptes à soutenir le terrain. Les palplanches dépassent de terre une fois plantées. Il y a lieu de préférence de s'arrêter à une distance de sécurité d_s des clôtures 2 des voies ferrées, de préférence à une distance de chute des palplanches.

[0075] Les rangées de palplanches sont complétées de palplanches supplémentaires 12 en direction des voies ferrées et à l'intérieur de la distance de sécurité, lors de suspensions très courtes, une après-midi au plus, ne nécessitant pas de dépose du ballast, des rails, ni des lignes électriques. Il est également possible de profiter de plages horaires durant lesquelles il n'y a habituellement pas de circulation de trains.

[0076] En parallèle du battage des palplanches 11, 12, ou avant, on procède à la préfabrication d'un tablier définitif 6, horizontal ou quasi-horizontal, et à la réalisation de pistes d'acheminement 9 arrêtées au pied des clôtures 2.

[0077] Selon l'exemple non limitatif illustré, ce tablier définitif 6 est préfabriqué en un seul bloc dans une zone de préfabrication 10, incluse dans la zone de chantier ZC. Cette dernière a été définie avant le début des travaux, par exemple par des clôtures Lzc. Une fois préfabriqué, le tablier définitif reste en place, jusqu'à ce que les autres étapes du procédé précédant sa mise en place

soient achevées. Sa position de préfabrication est ainsi sa position de livraison au chantier.

[0078] Comme dans l'exemple illustré, le tablier définitif 6 peut être réalisé et placé en une position près du sol ou à même le sol. Dans ce cas, pour le transporter, selon un premier mode de transport, on pourra utiliser des remorques automotrices de part et d'autre du tablier définitif. Ces remorques pourront porter comme expliqué plus loin, des moyens de levages passant au-dessus du tablier définitif pour le lever depuis en haut.

[0079] Alternativement, dans un mode de réalisation non illustré, selon un deuxième mode de transport, le tablier définitif 6 peut être réalisé et placé sur une structure suffisamment haute pour que des remorques automotrices puissent se placer dessous. Dans ce cas, pour le transporter les remorques automotrices portent des moyens de levage, tels que des vérins, logés entre ces remorques et le tablier définitif et permettant de soulever ce dernier.

[0080] Dans le cas du premier mode de transport, les pistes d'acheminement 9 sont réalisées de part et d'autre de la zone de préfabrication 10 et de part et d'autre du couloir 8 ménagé entre les rangées de palplanches 11 et 12. Ces pistes 9 vont servir à la circulation de remorques automotrices, comme celles de la marque Kamag, pour acheminer le tablier définitif 6 de sa zone de préfabrication 10 à son emplacement définitif au niveau des voies ferrées 1, comme il sera expliqué ultérieurement.

[0081] Dans cet exemple, le premier tablier 6 est destiné à être positionné sous les voies ferrées 1, qui ne sont guères surélevées par rapport à la zone de chantier ZC.

[0082] D'une manière générale, ces pistes 9 sont inclinées ou non en direction des voies ferrées 1, selon la hauteur de ces dernières par rapport au terrain environnant. Ainsi, les tabliers pourront être acheminés en se rapprochant progressivement de l'altitude de leur position définitive.

[0083] Ensuite on procède à la première interruption temporaire de circulation ITC 1 sur les voies ferrées 1, avec dépose de ces dernières, au niveau de la partie 3 située à l'aplomb de l'emplacement de la voie inférieure. A ce niveau, les lignes électriques sont écartées, les rails, les traverses et le ballast sont déposés.

[0084] Ensuite, on procède à l'étape de réaliser des soutènements de part et d'autre de l'emplacement de ladite voie inférieure, à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art. Par exemple, comme illustré en figure 2, ces soutènements sont des palplanches complémentaires 13, battues en prolongement des deux rangées de palplanches 12, 11.

[0085] Il est possible de maintenir, comme dans l'exemple illustré, la première interruption temporaire de circulation ITC 1 et de poursuivre les travaux, une fois les palplanches 13 mises en place. Alternativement, et de manière non représentée, il est également possible une fois les palplanches 13 mises en place, de remettre en place le ballast, les voies ferroviaires et les fils caténaires au-dessus de ces palplanches 13, s'il s'agit d'une

voie ferroviaire. Dans ce dernier cas, la première interruption temporaire de circulation ITC1 avec démontage de la voie prend fin.

[0086] Une fois les palplanches 13 mises en place, il peut être procédé à une excavation des terres et matériaux éventuels dans le couloir 8, pour réaliser une rampe d'accès jusqu'à une hauteur donnée, par exemple 3 mètres sous le ballast, jusqu'à un talus de soutien des voies ferrées 1.

[0087] A noter que dans le cas dudit deuxième mode de transport, les pistes d'acheminement 9 de part et d'autre du couloir ne sont pas réalisées et c'est le couloir 8, notamment la rampe d'accès, qui servira également de piste d'acheminement.

[0088] Ensuite, selon l'exemple illustré, on poursuit la première interruption temporaire de circulation ITC 1.

[0089] A noter que dans le cas non illustré où les voies supérieures 1 ont été remises en place, on procède à une deuxième interruption temporaire de la circulation avec dépose des voies ferrées 1.

[0090] Durant l'interruption temporaire de circulation, la première interruption temporaire de circulation ITC 1 dans cet exemple, l'étape de monter des supports provisoires 20 est mise en œuvre. Ces supports provisoires 20 sont destinés à être portés par les soutènements 13 et à transférer la charge verticale du tablier définitif 6 vers ces soutènements, qui eux-mêmes transfèrent cette charge au sol.

[0091] D'une manière générale selon l'invention, cette étape peut comprendre une sous-étape de recépage des palplanches.

[0092] Comme illustré en figures 3a, l'ensemble Za des palplanches 13 situées dans la partie 3 à l'aplomb de l'ouvrage d'art, où les voies ont été déposées, sont recépées, pour les mettre à hauteur de montage des supports provisoires 20.

[0093] Selon le procédé de l'invention, avant la réalisation des supports provisoires 20, et avant le recépage éventuel des palplanches correspondantes 13, la rampe d'accès est prolongée par une tranchée d'accès 17 entre ces palplanches 13. Cela permet de laisser une hauteur pour le montage 15 de ces supports provisoires.

[0094] Selon l'invention, par exemple une fois les palplanches 13 éventuellement recépées, des opérations de renforcement des soutènements peuvent être effectuées. Par exemple, comme illustré en figures 3b et 3c, on réalise un coffrage 22 et un coulage de mortier à prise rapide 25 (représenté par les zones avec des petits ronds) en tête des palplanches 13, permettant ainsi de renforcer la tenue mécanique en vue de l'étape de positionner le tablier définitif sur les palplanches 13, directement ou, comme dans l'exemple illustré, via ces supports provisoires 20.

[0095] Dans ce dernier cas, préliminairement à l'étape de positionner le tablier définitif 6 sur les soutènements 13, on monte les supports provisoires 20 sur les soutènements, soit selon l'exemple illustré, sur les palplanches 13. Préférentiellement, les supports provisoires 20 sont

soudés sur les soutènements 13.

[0096] Dans l'exemple illustré, cela est réalisé en soudant des tôles métalliques 23 verticales aux palplanches 13, via des soudures 23'. Ces tôles 23 servent de renfort vertical soutenant une plaque horizontale 24, fixée au sommet de ces tôles et destinée à recevoir le tablier définitif 6 (représenté en pointillé en figure 3c). Pour assurer la solidité de la fixation des plaques horizontales 24 sur la tranche supérieure de la tôle 23, des goussets 23'' forment un renfort d'équerre entre ces plaques 24 et ces tôles 23. La plaque 24 comprend éventuellement un plat en néoprène 24', non visible en figure 3c mais visible en figure 4c. On obtient ainsi un appui provisoire du tablier définitif 6 sur les supports provisoires 20.

[0097] Alternativement et de manière non illustrée, on peut placer des plaques métalliques posées directement sur les têtes des palplanches, puis soudées à ces dernières. Il n'y a ainsi plus besoin de tôle verticale 23.

[0098] On peut également réaliser des dispositifs de reprises de charges horizontales du tablier définitif 6 sur les palplanches 13, dépassant à l'aplomb de la tranchée 17. Chaque dispositif de reprise de charge horizontale comprend au moins une plaque métallique 21, plaquée verticalement contre plusieurs palplanches 13 et servant de surface d'appui sur ces palplanches 13. De préférence, il y a une ou des plaques de part et d'autres des palplanches 13. Ces plaques 21 portent des boutons 26 dépassant à l'aplomb de la tranchée 17.

[0099] Ces boutons 26 peuvent être formés par une équerre 28 et une barre horizontale 27, reliant un pan vertical de l'équerre à une des plaques 21. Ces barres peuvent être des boulons de réglage se vissant au travers de la ou des plaques 21 et de la palplanche 13 correspondante. La plaque horizontale de l'équerre est destinée à être fixée au tablier définitif 6, une fois ce dernier en appui sur les soutènements 13. Cette dernière fixation peut être réalisée via des vis à béton 27'.

[0100] De manière non représentée, les boutons peuvent alternativement être des protubérances faite d'une seule pièce avec le tablier définitif. Dans ce cas, ils font saillie vers le bas et sont positionnés près des plaques 21. Une vis à béton traverse chaque bouton et se visse dans les plaques 21 et la palplanche 13 correspondante.

[0101] Dans l'exemple illustré, le mortier permet aux palplanches 13 à la fois de servir de soutènement à la terre située de part et d'autre de la tranchée 17 et de reprises de charges provisoires du tablier définitif 6. Ces reprises de charges sont à la fois verticales, via les supports provisoires 20, et horizontales, via les boutons 26.

[0102] Ces reprises de charges horizontales sont notamment dues à la fois à la poussée de la terre sur les soutènements 13, et ultérieurement une fois la voie supérieure remise en place, à des freinages des trains circulant sur cette voie 1.

[0103] Préliminairement à l'étape de déplacer le tablier définitif de la position de livraison à la position située à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art, des moyens de levage et des moyens de déplacement sont

positionnés au niveau du tablier définitif de manière à pouvoir le soulever.

[0104] Dans l'exemple illustré en figure 4b, les moyens de levage peuvent comprendre au moins une poutre de levage 50 portant des treuils 51, permettant la levée et la descente du tablier définitif 6.

[0105] Comme indiqué précédemment, les moyens de levage 50, 51, notamment la ou les poutres 50 peuvent être montées directement sur des moyens de déplacement 52. Ces derniers sont par exemple des remorques automotrices 52, par exemple de la marque Kamag. Ces remorques automotrices 52 sont placées de part et d'autre du tablier définitif 6 et la poutre de levage 50 est positionnée au-dessus du tablier définitif 6. Les câbles des treuils 51 sont fixés au tablier pour pouvoir le soulever.

[0106] Selon l'invention, une étape de prolongement des pistes d'acheminement 9 est également effectuée. Ces dernières sont réalisées de part et d'autre de la tranchée d'accès 17. Ainsi ces pistes d'acheminement 9 vont permettre le cheminement des moyens de déplacement 52 disposés par paires de part et d'autre de l'emplacement de la voie inférieure, les pistes d'acheminement formant le chemin de glissement ou rail de déplacement joignant la position de livraison à la position définitive de l'ouvrage d'art. Comme illustré en figures 4a et 4b, Le tablier définitif 6 est d'abord soulevé par les treuils 51, puis déplacé en étant porté via les poutres de levage 50, depuis la position initiale de livraison 10 jusqu'à la position finale à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art correspondant à une section interrompue de la voie supérieure. La figure 4a représente la position du tablier définitif 6 à trois instants de son déplacement.

[0107] Une fois la position définitive de l'ouvrage d'art atteinte, le tablier définitif 6 est descendu sur les supports provisoires 20 par les moyens de levage 50, 51. Il est alors possible d'enlever les moyens de déplacement 52 ainsi que des organes de calage associés (non représentés), les organes de calage ayant pour fonction de maintenir en position le tablier définitif sur les moyens de déplacement.

[0108] A noter également que dans le mode de déplacement illustré, où le tablier définitif 6 est déplacé avec les remorques automotrices 52 et les poutres de levage 50, les remorques circulent de part et d'autres des soutènements 13, le tablier définitif 6 passant au-dessus de ces soutènements 13. Par conséquent, comme on peut le voir en figure 4a, le tablier définitif 6 est amené au niveau de la voie supérieure horizontalement et avec son orientation définitive.

[0109] Dans le mode de réalisation alternatif, précédemment décrit et non représenté en figures 4a et 4b, selon lequel le couloir 8 sert de piste d'acheminement, les moyens de déplacement circuleront le long de ce couloir, de préférence de la position de livraison 10 du tablier 6 vers sa position définitive.

[0110] Pour cela, on peut également utiliser d'une manière différente les remorques automotrices évoquées

précédemment. Le tablier définitif 6 est en position de livraison surélevée par rapport au sol, de manière à ce que les remorques automotrices puissent passer dessous. Au lieu que celles-ci portent des portiques de levage 50 depuis lesquels le tablier définitif 6 descend sur les supports provisoires 20, elles porteront des moyens de soulèvement, non représentés, placés entre ces remorques et le tablier définitif 6. Ces moyens de soulèvement peuvent être des vérins.

[0111] Selon les cas, le tablier définitif 6 peut être amené au-dessus des palplanches 11 dans une orientation différente de son orientation définitive.

[0112] C'est par exemple, mais non nécessairement, le cas, si le tablier définitif passe entre les soutènements 13 pour être amené jusqu'à l'aplomb de la voie supérieure 1 dans une orientation différente.

[0113] Par exemple, en se référant à la figure 4a, si le tablier définitif 6 avait été amené en étant porté par-dessous par des remorques automotrices circulant dans le couloir 8 et la tranchée d'accès 17, en étant porté à une altitude inférieure à celle du dessus des palplanches 11, celui-ci aurait été tourné vers la gauche de sorte que ces bords longitudinaux soient environ parallèles aux soutènements 13. Une fois arrivés à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage, les vérins portés par les remorques automotrices soulèvent le tablier définitif à un niveau plus élevé que celui des soutènements. Ensuite, les remorques automotrices sont actionnées pour tourner et orienter le tablier dans sa position définitive. Enfin, les vérins sont relâchés, et donc abaissés pour permettre au tablier 6 de se poser sur les soutènements 13. En revanche, si le tablier définitif 6 est amené en étant porté par-dessous par des remorques automotrices circulant dans le couloir 8 et la tranchée d'accès 17, en étant cependant porté à une altitude supérieure à celle du dessus des palplanches 11, ce tablier peut être amené directement selon son orientation définitive. Une fois le tablier définitif 6 positionné sur les soutènements 13, ici via les supports provisoires 20, la circulation sur la voie supérieure, les voies ferrées 1 dans cet exemple, peut être rétablie, sous réserve éventuelle, pendant quelques temps, d'un ralentissement des moyens de transport destinés à circuler sur cette voie, sans paralyser le trafic. Il s'agit donc de la fin de l'interruption temporaire de circulation ITC 1.

[0114] Par la suite, il n'y aura plus d'interruption temporaire de circulation avec enlèvement de la voie. Les trains vont pouvoir à nouveau circuler. De plus, les risques inhérents au démontage et au remontage de la voie ferrée seront absents. Le respect de la planification du chantier est donc davantage maîtrisé.

[0115] Même si la circulation des trains se fait à une vitesse limitée, l'impact sur le trafic ferroviaire est moindre.

[0116] Il est ensuite propice de mettre en œuvre une étape d'excavation. Pour cela, on excave la terre au niveau de la tranchée d'accès 17 entre les palplanches 13 de part et d'autre de l'emplacement de la voie inférieure.

La terre située sous la voie supérieure 1 est excavée pour que l'excavation obtenue ait une hauteur suffisante pour le passage de la voie inférieure.

[0117] Dans cet exemple, une fois l'excavation réalisée, on procède à la réalisation des supports définitifs.

[0118] Dans l'exemple illustré en figure 5a, ces supports définitifs 40 sont formés par une structure en « U », comprenant des piédroits 42, 43, à savoir des parois verticales. Elle comprend également une dalle de béton, dénommée radier 41, joignant les piédroits 42, 43. Cette structure en « U » va former des délimitations d'une trémie, à l'intérieur de l'excavation 44. La structure en « U » peut être obtenue par coulage d'un matériau de construction, sur place, qui en se solidifiant, forme les fondations de l'ouvrage d'art. Lors de la réalisation de la trémie et des supports définitifs 40, le tablier définitif 6 repose toujours sur les soutènements 13, ici via les supports provisoires 20.

[0119] A noter que d'autres supports définitifs que ceux illustrés peuvent être utilisés, par exemple on peut utiliser des pieux ou des palplanches plantés dans le sol en lieu et place des piédroits. Ces pieux ou ces palplanches de part et d'autre de l'excavation sont reliés à leur base par des poutres horizontales transversales ou un radier pour assurer leur soutien.

[0120] Selon les réalisations non illustrées selon lesquelles les palplanches servent de support définitif, un radier peut être placé au niveau du sol en appui sur les palplanches situées de part et d'autre de l'excavation. Comme les palplanches sont enfoncées dans le sol de plusieurs mètres, dans certains cas, le terrain entre ces palplanches peut être suffisant pour reprendre les charges sur les palplanches au niveau du sol.

[0121] Dans l'exemple illustré, les piédroits 42, 43, peuvent comprendre classiquement un logement 46a s'étendant depuis le sommet du piédroit correspondant 42, 43, et le long de ce piédroit, perpendiculairement au radier 41. Un exemple est illustré en figures 5a à 5c.

[0122] Comme illustré en figures 5b et 5c, chaque piédroit 42, 43, comprend une tête présentant une face d'appui 48 qui s'étend globalement parallèlement au radier 41 ; cette face d'appui 48 orientée vers le sens opposé au sol, est destinée à être en contact avec un dispositif d'appui et des moyens de vérinage 45 utilisés ultérieurement pour transférer la charge depuis les supports provisoires 20 vers les supports définitifs 40.

[0123] Comme on peut le voir sur les figures 5a à 5c, les supports définitifs 40, sont préférentiellement attenants aux palplanches 13, sur lesquelles sont montés les supports provisoires 20. On peut constater sur ces figures que la palplanche et le piédroit sont côte à côte.

[0124] Pour le transfert de la charge ultérieur du tablier définitif 6 depuis les supports provisoires 20 et les soutènements 13 vers les supports définitifs 40, des moyens de vérinage 45 sont positionnés entre la surface d'appui 48 des piédroits 42, 43, et le tablier définitif 6, de sorte que ce dernier puisse prendre appui sur les moyens de vérinage. En particulier, les moyens de vérinage 45 sont

destinés à entrer verticalement en contact avec le tablier définitif 6 pour le levage. Les moyens de vérinage 45 utilisés sont par exemple des vérins, notamment de type extra-plat.

[0125] Selon une réalisation de l'invention, le tablier comprend des bossages 30 destinés à venir en appui sur la surface d'appui 48 des piédroits 42, 43. Les moyens de vérinage 45 sont positionnés de part et d'autre de ces bossages 30.

[0126] D'une manière générale selon l'invention, il est possible de réaliser les travaux pour créer la voie inférieure de l'autre côté de la voie supérieure 1, au Sud dans cet exemple, pendant la réalisation de l'étape de réaliser l'excavation 44 en sous œuvre sous ladite voie supérieure 1. Pour cela on peut utiliser des méthodes classiques. Par exemple, battre d'autres palplanches en s'éloignant de la voie supérieure, et commencer l'excavation entre celles-ci.

[0127] A noter que les travaux sur la troisième partie 5 de l'emplacement de la voie inférieure, ici au Sud, pourront se poursuivre tout au long du chantier.

[0128] Une fois que la structure en « U » est terminée et de préférence les vérins 45 mis en place, on procède à la suspension du trafic sur la voie supérieure 1. A la différence de la ou des interruptions temporaires de circulation précédemment décrites, il s'agit d'une simple interdiction aux trains (ou des voitures dans le cas où la voie supérieure est une route) de circuler, sans dépose de la voie supérieure 1.

[0129] Ensuite, on met en œuvre l'étape de transfert de charge du tablier définitif 6 depuis les supports provisoires 20 vers les supports définitifs 40, qui se décompose en plusieurs sous-étapes successives.

[0130] Une première sous-étape inclut de lever le tablier définitif 6 via les moyens de vérinage 45, ou du moins d'exercer une poussée verticale ascendante suffisante sur le tablier pour que toute la charge du tablier repose sur ces vérins 45.

[0131] On peut alors procéder à la sous-étape suivante d'interposer des cales 32, visibles en figure 6a, entre les bossages 30 du tablier définitif 6 et la surface d'appui 48 des piédroits 42, 43.

[0132] Pour conclure le transfert de charge vers les supports définitifs 40, il convient ensuite de relâcher les vérins 45 pour que le tablier définitif 6 s'appuie sur les supports définitifs 40.

[0133] Lorsque la charge du tablier définitif 6 repose sur les supports définitifs 40, il est alors possible d'autoriser la reprise du trafic sur la voie supérieure 1. Ladite suspension du trafic est donc terminée. Les trains peuvent circuler à leur vitesse habituelle.

[0134] L'ouvrage d'art est alors en position définitive et à hauteur définitive.

[0135] A noter que dans le mode de réalisation décrit et comme on peut le voir en figure 6a, les supports définitifs 40 sont rehaussés, amenant la face inférieure du tablier à une hauteur légèrement au-dessus de celle des supports provisoires 20, avant le relâchement des vérins

45. Selon une réalisation alternative du transfert de charge, aucun vérin n'est utilisé et au lieu de rehausser les supports définitifs, le haut des supports provisoires 20 ou des soutènements 13 est détruit, par exemple par découpage de la tôle verticale 23 ou des têtes de palplanches 13. Cette destruction provoque le transfert de la charge du tablier définitif des soutènements aux supports définitifs.

[0136] On peut également procéder à la sous-étape de réalisation d'un dispositif d'appui définitif.

[0137] Par exemple, chaque logement 46a des piédroits peut être traversé par le dispositif d'appui définitif.

[0138] Comme illustré en figures 5a à 5c, le logement 46a s'étend sur une longueur limitée donnée. Le tablier définitif 6 comprend également un logement 46b, qui lui est traversant de la face supérieure du tablier définitif 6 à la face inférieure des bossages 30. Les logements 46a et 46b des piédroits et du tablier sont agencés de manière à ce que lors de la mise en place du tablier, ils soient alignés, comme on peut l'observer en figures 5a à 5c.

[0139] Lorsque la charge du tablier définitif 6 repose sur les supports définitifs 40, comme illustré en figure 6a, les logements 46b et 46a débouchent dans un espace 46c compris entre la face inférieure des bossages 30 et la surface d'appui 48 des piédroits 42, 43. Comme illustré en figure 6a, selon un exemple de mise en œuvre de la sous-étape de réalisation d'un dispositif d'appui définitif, un coffrage est agencé autour des bossages 30 sur la surface d'appui 48 des piédroits 42, 43. Les cales 32 peuvent servir d'éléments d'étanchéité de ce coffrage.

[0140] Comme illustré en figure 6b, le dispositif d'appui 60 comprend classiquement une tige 61 destinée à s'insérer dans le logement 46a du piédroit 42, qui forme donc un fourreau pour cette tige 61. Cela permet de mettre correctement en position le dispositif d'appui 60 sur la face d'appui 48 du piédroit 42 et de maintenir en position le dispositif d'appui 60 définitif lorsque celui-ci encaisse des efforts verticaux issus du tablier définitif 6.

[0141] Par exemple, la tige 61 est insérée par la face supérieure du tablier définitif 6 et glisse jusqu'au fond du logement 46a du piédroit 42. La longueur de la tige 61 est choisie de manière à ce qu'elle soit agencée à la fois dans le logement 46a du piédroit correspondant 42 et dans une partie du logement correspondant 46b du tablier définitif 6, tout en traversant l'espace 46c entre le bossage 30 et le piédroit 42. Ensuite, un matériau de scellement 62, tel que du béton, est utilisé pour remplir les espaces entre les parois des logements 46a, 46b et la tige 61, ainsi que l'espace entourant la tige 61 entre le coffrage, le dessous des bossages 30 et les surfaces d'appui 48 correspondantes.

[0142] Le dispositif d'appui définitif 60 est un élément de l'ouvrage d'art placé entre le tablier définitif 6 et le piédroit 42. Son rôle est de transmettre les actions verticales et horizontales dues à la charge permanente et aux charges d'exploitation (routières ou ferroviaires).

[0143] Ce dispositif d'appui 60 est par exemple une articulation Freyssinet.

[0144] D'une manière générale après le vérinage, et lorsque c'est le cas après la réalisation du dispositif d'appui 60, il est possible de mettre en place des joints d'étanchéité 64 entre le tablier définitif 6 et les têtes des palplanches 13, qui, ne supportant plus le tablier définitif 6, ne sont plus en contact avec ce dernier. On peut également disposer un matériau 65 en bout de tablier de manière à créer un drain.

[0145] D'une manière générale selon l'invention, les travaux d'achèvement de la voie inférieure vont pouvoir se poursuivre alors que la circulation est active, notamment le terrassement, et la mise en place de la voie inférieure, par exemple de l'asphalte, de chaque côté de la voie supérieure et en sous œuvre de celle-ci.

[0146] A noter qu'il a été décrit l'acheminement et la pose d'un tablier 6. Il est cependant également possible de poser plusieurs tabliers horizontaux définitifs côte à côte, selon la même procédure que celle décrite précédemment.

Revendications

1. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art pour le croisement d'une voie inférieure et d'une voie supérieure (1) existante s'étendant respectivement selon deux niveaux superposés, le procédé comportant dans cet ordre les étapes suivantes :

- enlever la voie supérieure (1) à l'aplomb d'une position définitive de l'ouvrage d'art,
- réaliser des soutènements (13) de part et d'autre de l'emplacement de ladite voie inférieure, à l'aplomb de ladite position définitive de l'ouvrage d'art,
- mettre en position un tablier définitif (6) horizontal ou quasi-horizontal, préfabriqué en un ou plusieurs éléments, ledit tablier définitif étant mis en appui direct ou indirect sur lesdits soutènements (13) et à l'aplomb de la position définitive de l'ouvrage d'art, ledit tablier définitif (6) étant destiné à supporter ladite voie supérieure avant et après que l'ouvrage d'art ait été réalisé,
- réaliser une excavation (44) en sous œuvre sous le tablier définitif (6) et entre les soutènements (13), ladite excavation étant destinée à être traversée par la voie inférieure,

caractérisé en ce que les soutènements étant des palplanches (13).

2. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les palplanches (13) ont des sections en forme de demi hexagone et sont agencées successivement en quinconce.

3. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre les étapes suivantes:

- battre d'autres palplanches avec des sections en forme de demi hexagone, dont la concavité est située en vis-à-vis d'une concavité d'une palplanche (13) formant le soutènement, formant ainsi des coffrages hexagonaux,
- couler du béton à l'intérieur des coffrages hexagonaux.

4. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les soutènements forment des supports définitifs dudit tablier définitif.

5. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre les étapes suivantes:

- réaliser des supports définitifs (40) distincts des soutènements (13), après ladite étape de réaliser l'excavation (44) en sous-œuvre,
- transférer la charge dudit tablier définitif (6) depuis les soutènements (13) vers les supports définitifs (40).

6. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les supports définitifs (40) comprennent des piédroits (42, 43) reliés entre eux par un radier (41), lesdits piédroits et ledit radier formant une structure en « U ».

7. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de monter des supports provisoires (20) sur lesdits soutènements (13), ladite étape de mettre ledit tablier définitif (6) en appui sur lesdits soutènements (13) étant réalisée ultérieurement et de manière à ce que l'appui du tablier définitif (6) sur lesdits soutènements (13) se fasse indirectement via lesdits supports provisoires.

8. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** lesdits soutènements (13) et lesdits supports provisoires (20) comprennent un ou des matériaux soudables entre eux, et **en ce que** l'étape de monter lesdits supports provisoires sur les soutènements comprend une sous-étape de soudage desdits supports provisoires sur lesdits soutènements.

9. Procédé de réalisation et de mise en place d'un

ouvrage d'art selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, **caractérisé en ce que** les supports définitifs (40) sont attenants aux soutènements (13).

10. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, **caractérisé en ce que** l'étape de transférer la charge depuis les soutènements (13) vers les supports définitifs (40) comporte les sous-étapes suivantes :

- exercer un effort de levée sur le tablier définitif (6), de manière à ce que la charge due au poids de ce tablier sur les soutènements soit diminuée voire annulée,
- mettre le tablier définitif au contact des supports définitifs,
- relâcher ledit effort de levée sur le tablier définitif de manière à ce qu'il repose sur les supports définitifs et que la charge due à son poids soit appliquée sur ces supports définitifs.

11. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** préliminairement à la sous-étape de relâcher l'effort de levée sur le tablier (6), le procédé comporte en outre la sous-étape suivante :

- interposer des cales (32) entre le tablier et lesdits supports définitifs (40), et/ou
- enlever ou détruire les supports provisoires (20).

12. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le tablier (6) comprend des bossages (30) venant en appui sur lesdites cales (32) ou directement sur lesdits supports définitifs (40).

13. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend une étape de remettre en place la voie supérieure (1) sur le tablier définitif (6), de manière à ce que cette voie supérieure soit apte à la circulation, cette étape de remettre en place la voie supérieure étant mise en œuvre après ladite étape de mettre en position le tablier définitif.

14. Procédé de réalisation et de mise en place d'un ouvrage d'art selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite étape de remettre en place la voie supérieure (1) sur le tablier définitif (6) est réalisée avant l'étape de réaliser l'excavation (44) en sous-œuvre.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks für die Kreuzung einer unteren Strecke und einer bestehenden oberen Strecke (1), die sich jeweils in zwei übereinanderliegenden Ebenen erstrecken, wobei das Verfahren die folgenden Schritte in dieser Reihenfolge umfasst:
 - Entfernen der oberen Strecke (1) senkrecht zu einer Endposition des Bauwerks,
 - Herstellen von Abstützungen (13) auf beiden Seiten des Standorts der unteren Strecke senkrecht zur Endposition des Bauwerks,
 - Positionieren einer horizontalen oder quasihorizontalen, aus einem oder mehreren Elementen vorgefertigten endgültigen Platte (6), wobei die endgültige Platte direkt oder indirekt auf den Abstützungen (13) aufliegend und senkrecht zur Endposition des Bauwerks angeordnet ist, wobei die endgültige Platte (6) dazu vorgesehen ist, die obere Strecke vor und nach der Herstellung des Bauwerks zu tragen,
 - Herstellen eines Unterfangensaushubs (44) unter der endgültigen Platte (6) und zwischen den Abstützungen (13), wobei der Aushub dazu bestimmt ist, von der unteren Strecke überquert zu werden,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützungen Spundwände (13) sind.
2. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spundwände (13) Querschnitte in Form eines halben Sechsecks aufweisen und hintereinander und gegeneinander versetzt angeordnet sind.
3. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner die folgenden Schritte umfasst:
 - Einbau weiterer Spundwände mit Querschnitten in Form eines halben Sechsecks, deren Konkavität einer Konkavität einer Spundwand (13), die die Abstützung ausbildet, gegenüberliegt, wodurch sechseckige Schalungen ausgebildet werden,
 - Gießen von Beton in das Innere der sechseckigen Schalungen.
4. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützungen endgültige Träger der endgültigen Platte ausbilden.
5. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**

gekennzeichnet, dass es ferner die folgenden Schritte umfasst:

- Fertigen endgültiger Träger (40), die sich von den Abstützungen (13) unterscheiden, nach dem Schritt des Herstellens des Unterfangensaushubs (44),
 - Übertragen der Last der endgültigen Platte (6) von den Abstützungen (13) auf die endgültigen Träger (40).
6. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach dem vorangehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die endgültigen Träger (40) Pfeiler (42, 43) umfassen, die durch eine Sohle (41) miteinander verbunden sind, wobei die Pfeiler und die Sohle eine U-förmige Struktur ausbilden.
 7. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen Schritt des Montierens provisorischer Stützen (20) auf den Abstützungen (13) umfasst, wobei der Schritt des Anordnens der endgültigen Platte (6) aufliegend auf den Abstützungen (13) im Anschluss und in einer Weise ausgeführt wird, dass die Auflage der endgültigen Platte (6) auf den Abstützungen (13) indirekt über die provisorischen Stützen erfolgt.
 8. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach dem vorangehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstützungen (13) und die provisorischen Stützen (20) ein oder mehrere miteinander verschweißbare Materialien umfassen, und dadurch, dass der Schritt des Montierens der provisorischen Stützen auf den Abstützungen einen Unterschritt des Verschweißens der provisorischen Stützen mit den Abstützungen umfasst.
 9. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die endgültigen Träger (40) an die Abstützungen (13) angrenzen.
 10. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bauwerks nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schritt des Übertragens der Last von den Abstützungen (13) auf die endgültigen Träger (40) die folgenden Unterschritte umfasst:
 - Ausüben einer Hubkraft auf die endgültige Platte (6), so dass die auf das Gewicht dieser Platte zurückzuführende Belastung der Abstützungen verringert oder sogar aufgehoben wird,
 - Inkontaktbringen der endgültigen Platte mit

den endgültigen Trägern,
 - Zurücknehmen der Hubkraft auf die endgültige
 Platte, so dass sie auf den endgültigen Trägern
 aufliegt und die auf ihr Gewicht zurückzuführen-
 de Last auf die endgültigen Träger wirkt.

11. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bau-
 werks nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,**
dass im Vorfeld des Unterschritts des Zurück-
 nehmens der Hubkraft auf die Platte (6) das Verfah-
 ren ferner den folgenden Unterschritt umfasst:

- Einlegen von Keilen (32) zwischen die Platte
 und die endgültigen Träger (40) und/oder
 - Entfernen oder Zerstören der provisorischen
 Stützen (20).

12. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bau-
 werks nach dem vorangehenden Anspruch, **da-**
durch gekennzeichnet, dass die Platte (6) Vor-
 sprünge (30) umfasst, die auf den Keilen (32) oder
 direkt auf den endgültigen Trägern (40) aufliegen.

13. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bau-
 werks nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass es einen Schritt
 des Wiedererrichtens der oberen Strecke (1) auf der
 endgültigen Platte (6) umfasst, so dass diese obere
 Strecke für den Verkehr geeignet ist, wobei dieser
 Schritt des Wiedererrichtens der oberen Strecke
 nach dem Schritt des Positionierens der endgültigen
 Platte erfolgt.

14. Verfahren zur Herstellung und Errichtung eines Bau-
 werks nach dem vorangehenden Anspruch, **da-**
durch gekennzeichnet, dass der Schritt des Wie-
 dererrichtens der oberen Strecke (1) auf der endgül-
 tigen Platte (6) vor dem Schritt des Herstellens des
 Unterfangungsaushubs (44) erfolgt.

Claims

1. A method for the construction and installation of a
 road structure for the crossing of a lower track and
 an existing upper track (1) extending respectively on
 two superimposed levels, the method comprising the
 following steps in this order:
- removing the upper track (1) directly above a
 final position of the road structure,
 - erecting support structures (13) on either side
 of the location of said lower track, directly above
 said final position of the road structure,
 - positioning a horizontal or quasi-horizontal final
 deck (6), prefabricated in one or more elements,
 said final deck being placed in direct or indirect
 support on said support structures (13) and di-

rectly above said final position of the road struc-
 ture, said final deck (6) being intended to support
 said upper track before and after the road struc-
 ture has been built,

- carrying out an underpinning excavation (44)
 under the final deck (6) and between the support
 structures (13), said excavation being intended
 to be crossed by the lower track **characterised**
in that the support structures are sheet piles
 (13).

2. A method for the construction and installation of a
 road structure according to claim 1, **characterised**
in that the sheet piles (13) have sections in the shape
 of half a hexagon and are successively arranged in
 a staggered pattern.

3. A method for the construction and installation of a
 road structure according to claim 2, **characterised**
in that it further comprises the following steps:

- beating other sheet piles with half-hexagonally
 shaped sections, the concavity of which is locat-
 ed opposite a concavity of a sheet pile (13) form-
 ing the support structure, thus forming hexago-
 nal formworks,
 - pouring concrete inside the hexagonal form-
 works.

4. A method for the construction and installation of a
 road structure according to one of claims 1 to 3, **char-**
acterised in that the support structures form the fi-
 nal supports for said final deck.

5. A method for the construction and installation of a
 road structure according to one of claims 1 to 3, **char-**
acterized in that it further comprises the following
 steps:

- making final supports (40) separate from the
 support structures (13), after said step of carry-
 ing out an underpinning excavation (44),
 - transferring the load of the final deck (6) from
 the support structures (13) to the final supports
 (40).

6. A method for the construction and installation of a
 road structure according to the preceding claim,
characterised in that the final supports (40) com-
 prise posts (42, 43) connected to each other by a
 raft (41), said posts and said raft forming a U-shaped
 structure.

7. A method for the construction and installation of a
 road structure according to claim 5 or 6, **character-**
ised in that it comprises a step of mounting provi-
 sional supports (20) on said support structures (13),
 said step of placing said final deck (6) bearing on

said support structures (13) being carried out subsequently and in such a way that the bearing of the final deck (6) on said support structures (13) takes place indirectly via said provisional supports.

8. A method for the construction and installation of a road structure according to the preceding claim, **characterised in that** said support structures (13) and said provisional supports (20) comprise one or more materials which can be welded together, and **in that** the step of mounting said provisional supports on the support structures comprises a sub-step of welding said provisional supports to said support structures. 5
9. A method for the construction and installation of a road structure according to any one of claims 5 to 8, **characterised in that** the final supports (40) are attached to the support structures (13). 10
10. A method for the construction and installation of a road structure according to any one of claims 5 to 9, **characterised in that** the step of transferring the load from the support structures (13) to the final supports (40) comprises the following sub-steps: 15
 - applying a lifting force on the final deck (6), so that the load due to the weight of this deck on the support structures is reduced or even cancelled, 20
 - bringing the final deck into contact with the final supports,
 - releasing said lifting force on the final deck so that it rests on the final supports and the load due to its weight is applied to these final supports. 25
11. A method for the construction and installation of a road structure according to claim 10, **characterised in that**, as a preliminary to the sub-step of releasing the lifting force on the deck (6), the method further comprises the following sub-step: 30
 - interposing wedges (32) between the deck and said final supports (40), and/or 35
 - removing or destroying said provisional supports (20).
12. A method for the construction and installation of a road structure according to the preceding claim, **characterised in that** the deck (6) comprises bosses (30) bearing on said wedges (32) or directly on said final supports (40). 40
13. A method for the construction and installation of a road structure in accordance with one of the preceding claims, **characterised in that** it comprises a step of putting the upper track (1) back in place on the 45

final deck (6), so that this upper track is suitable for traffic, this step of putting the upper track back in place being carried out after said step of putting the final deck in position.

14. A method for the construction and installation of a road structure according to the preceding claim, **characterised in that** said step of putting the upper track (1) back in place on the final deck (6) is carried out before the step of carrying out the underpinning excavation (44). 50

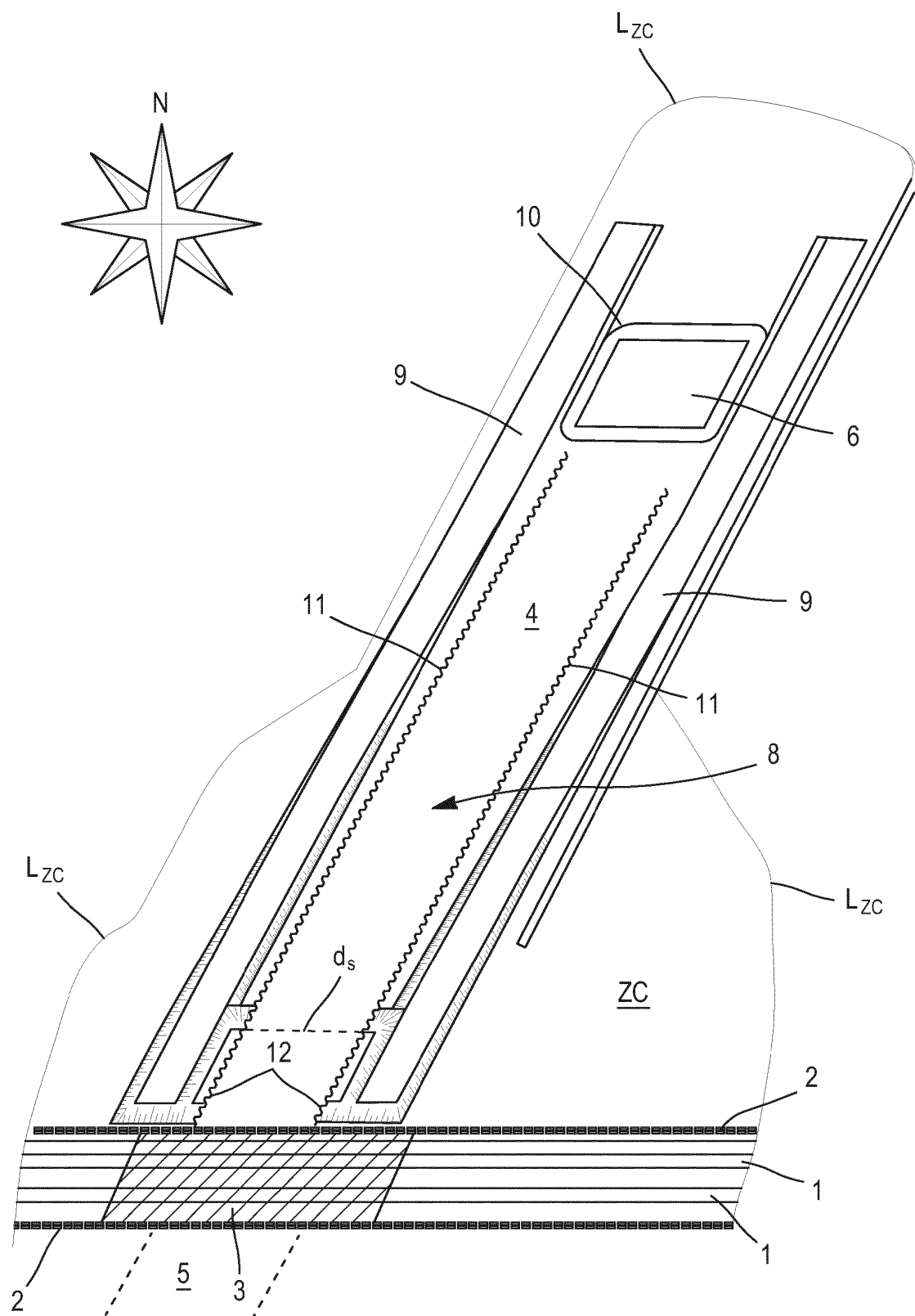


FIG. 1

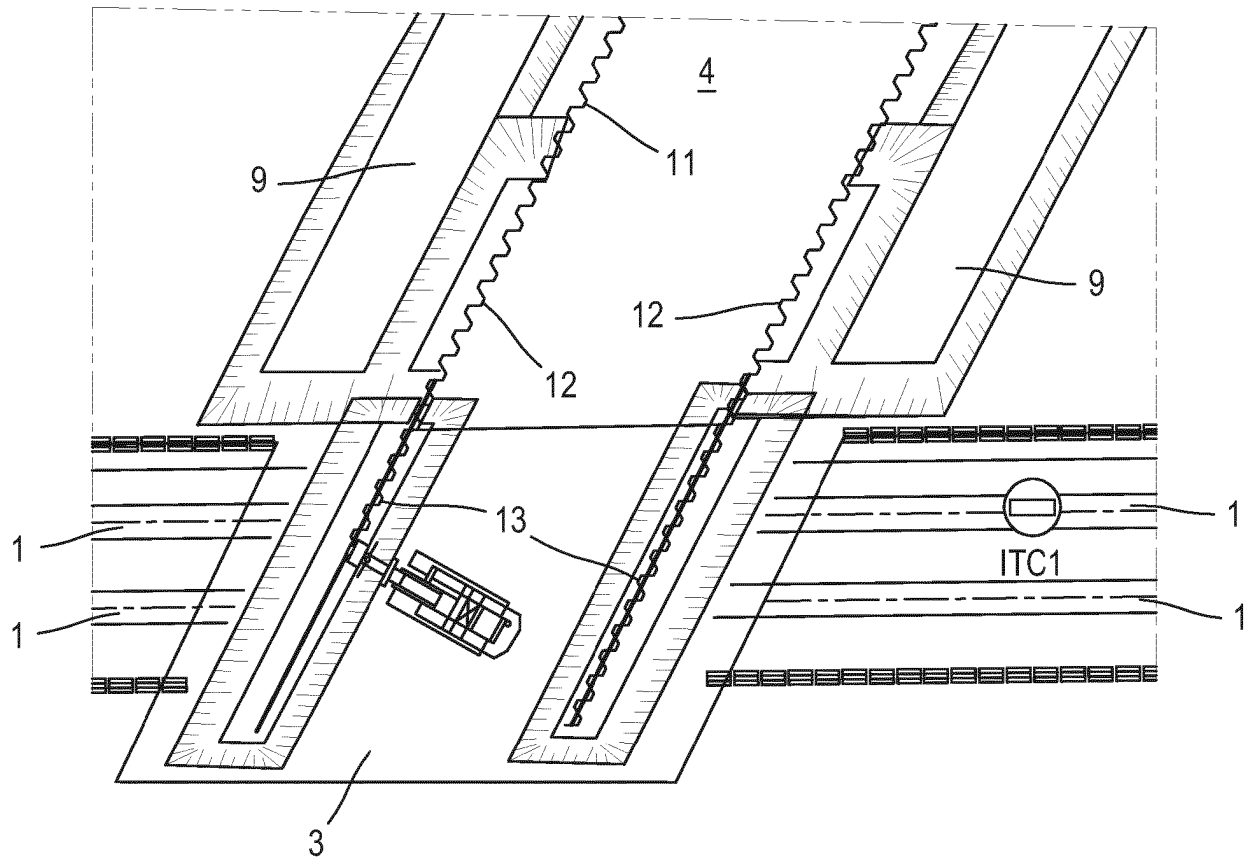


FIG. 2

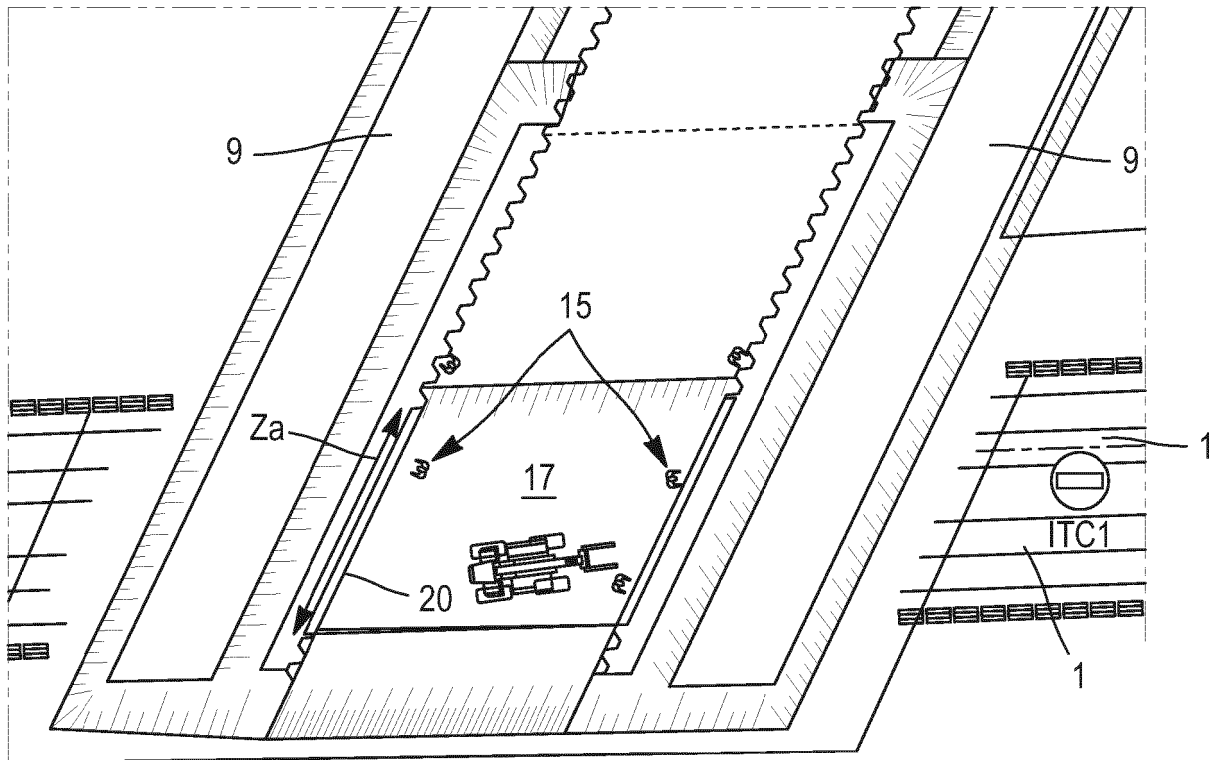
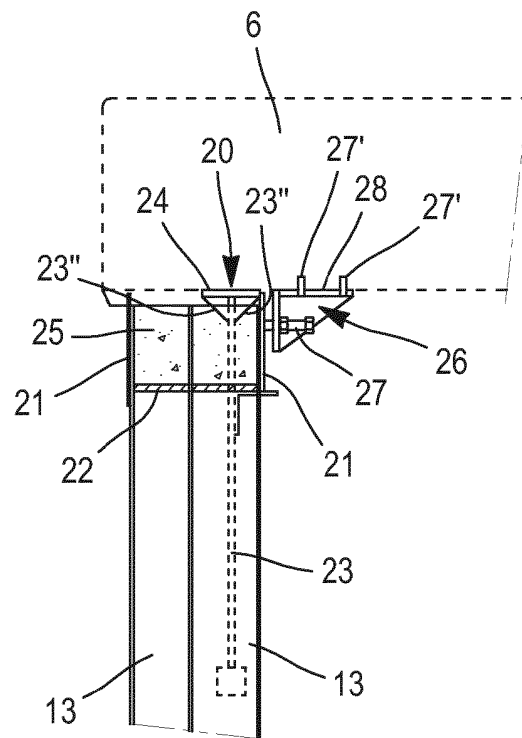
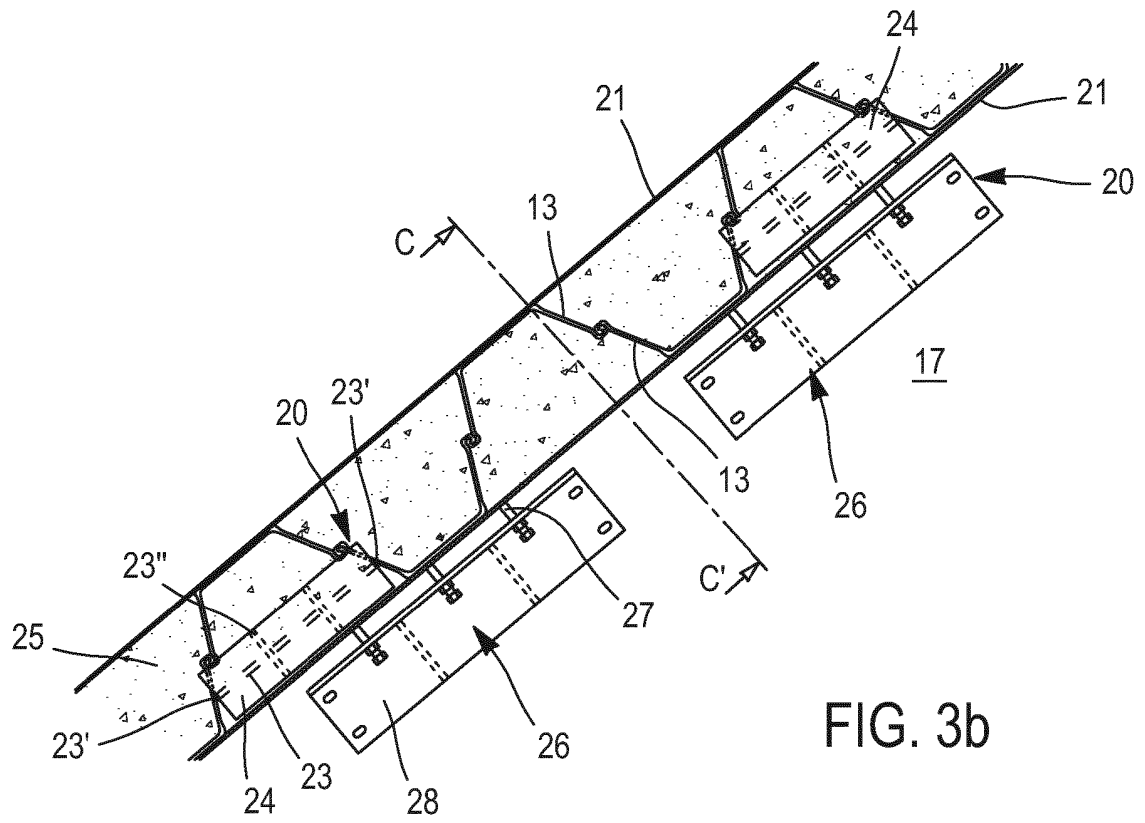


FIG. 3a



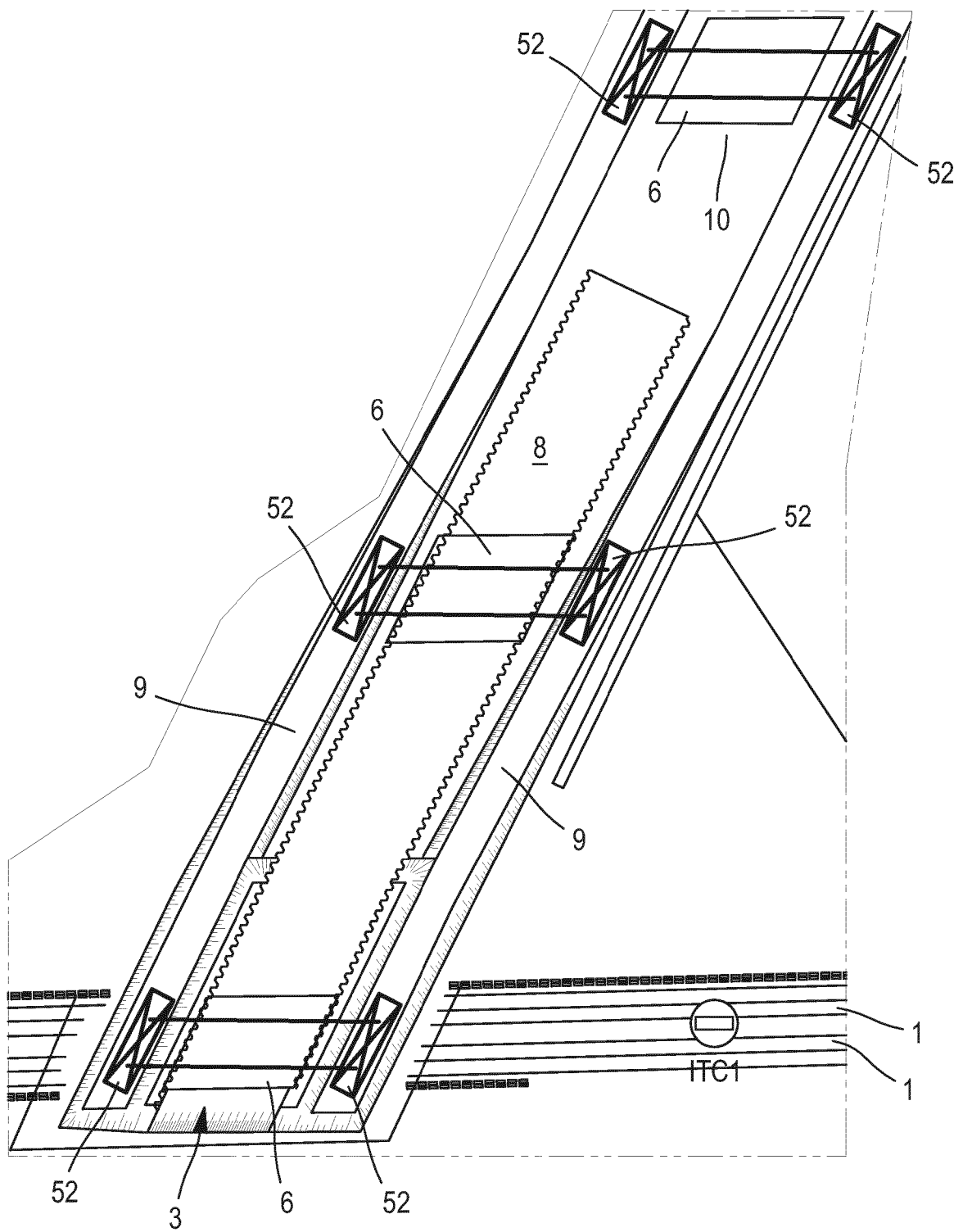
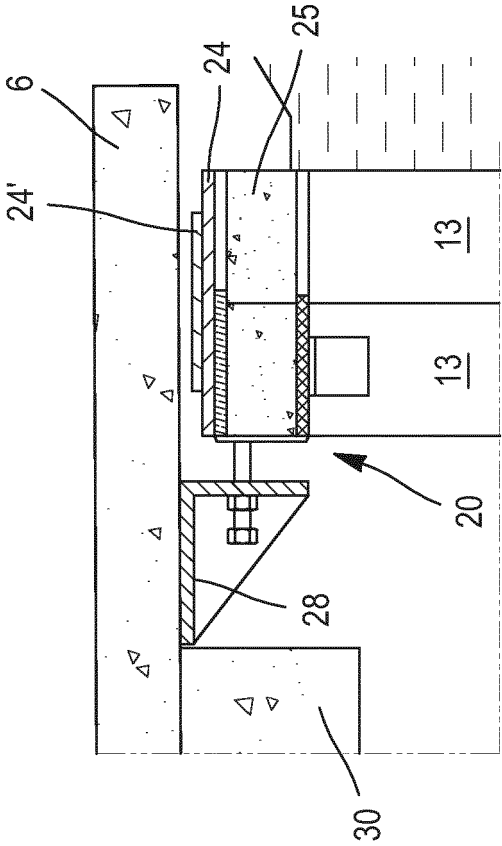
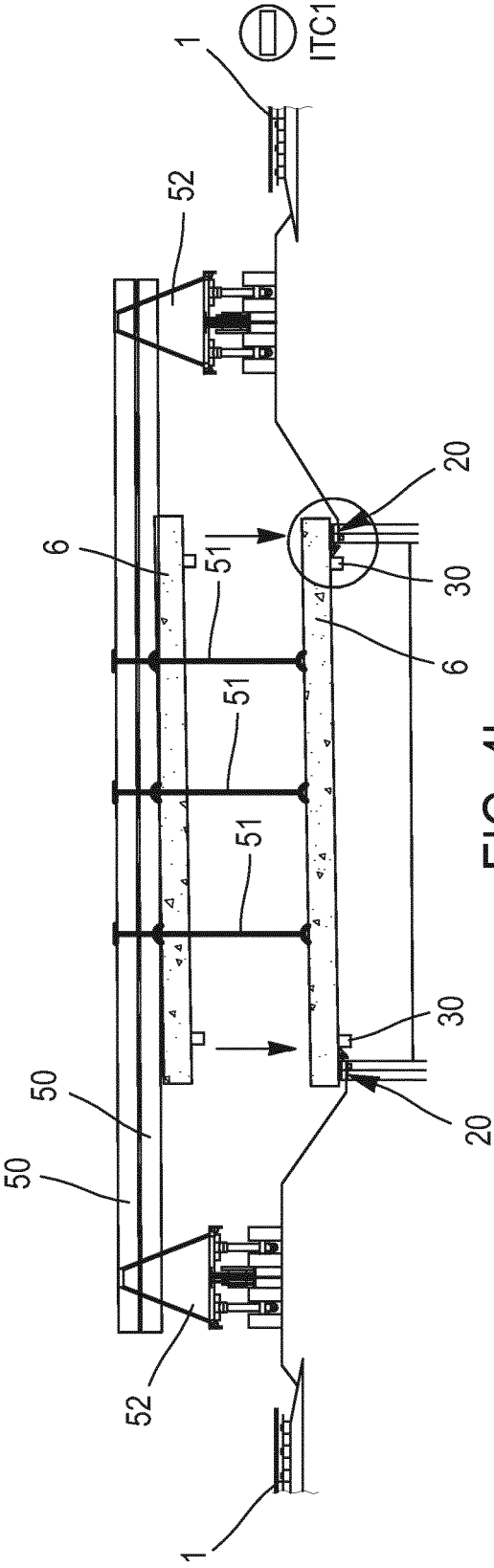


FIG. 4a



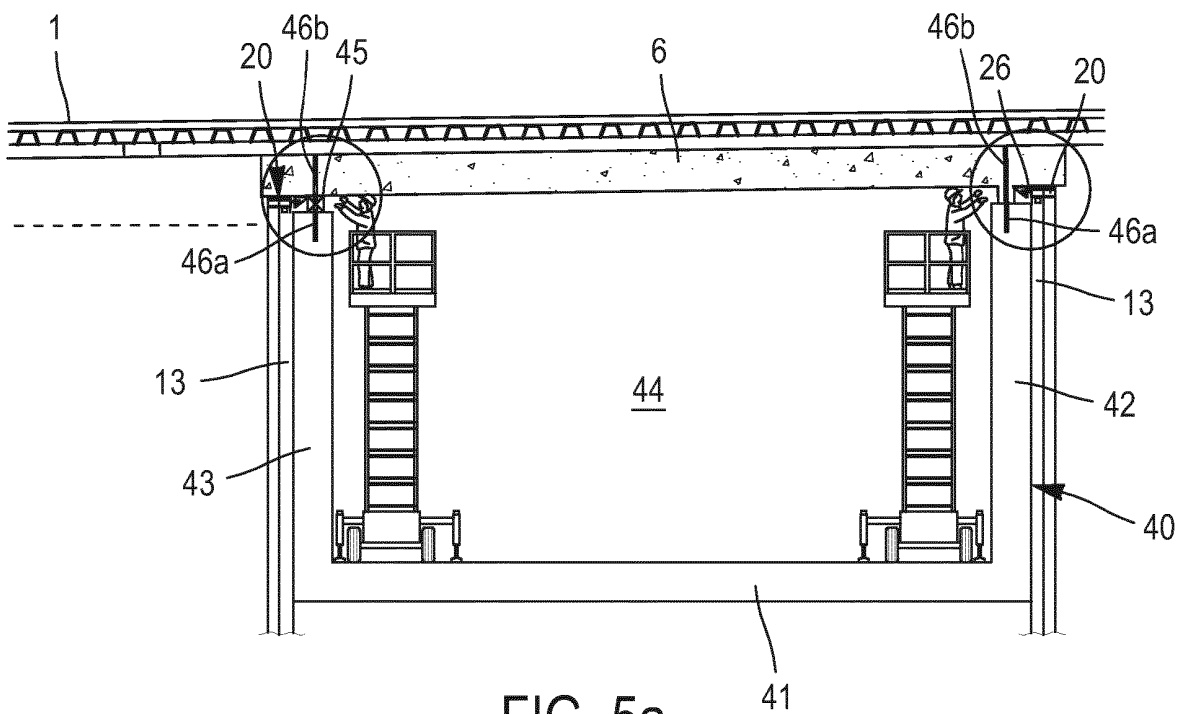


FIG. 5a

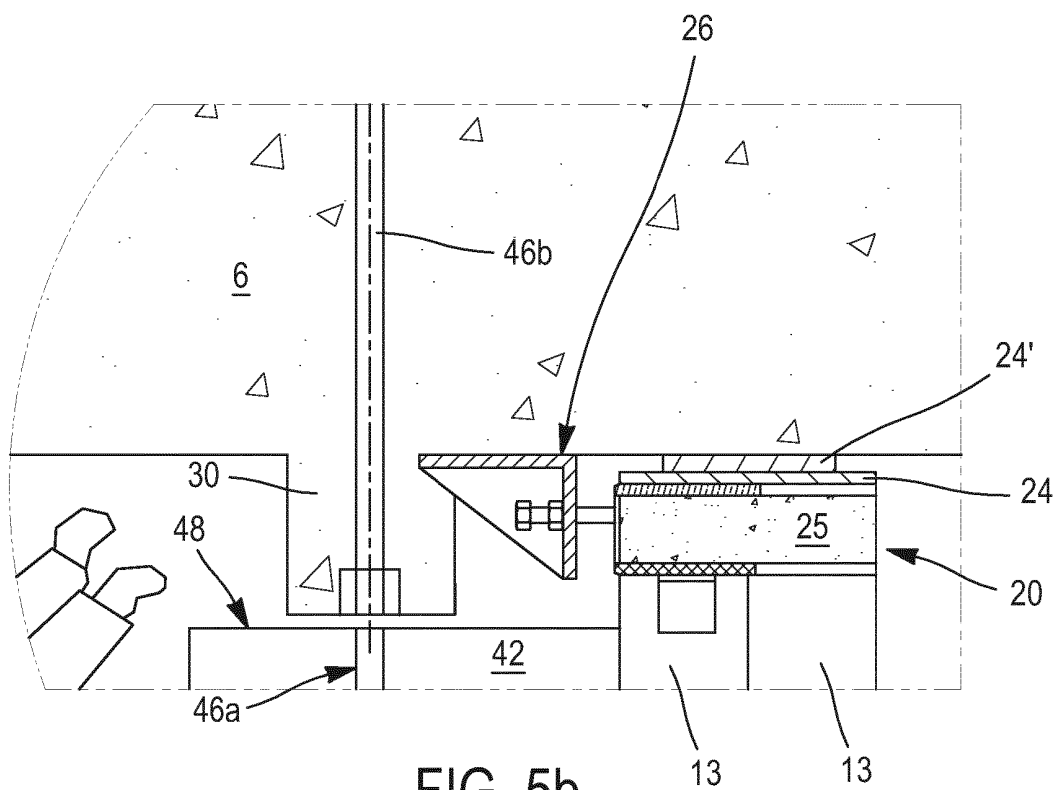


FIG. 5b

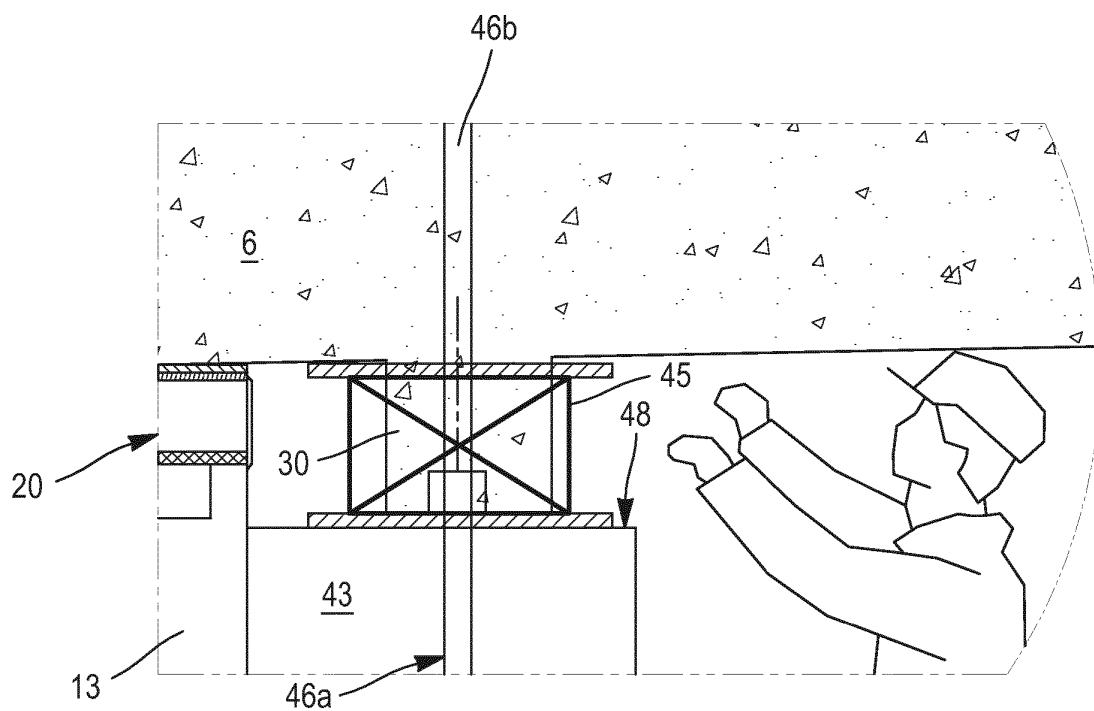


FIG. 5c

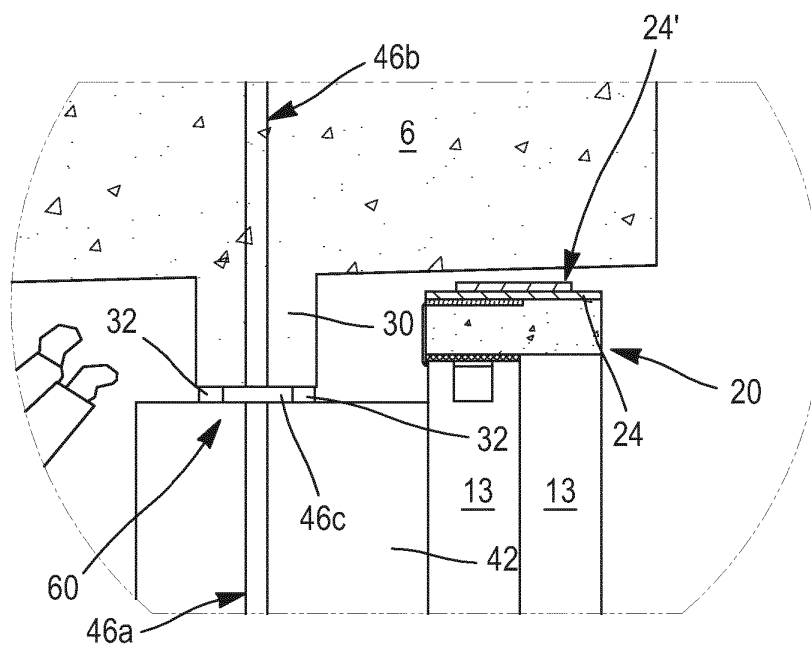


FIG. 6a

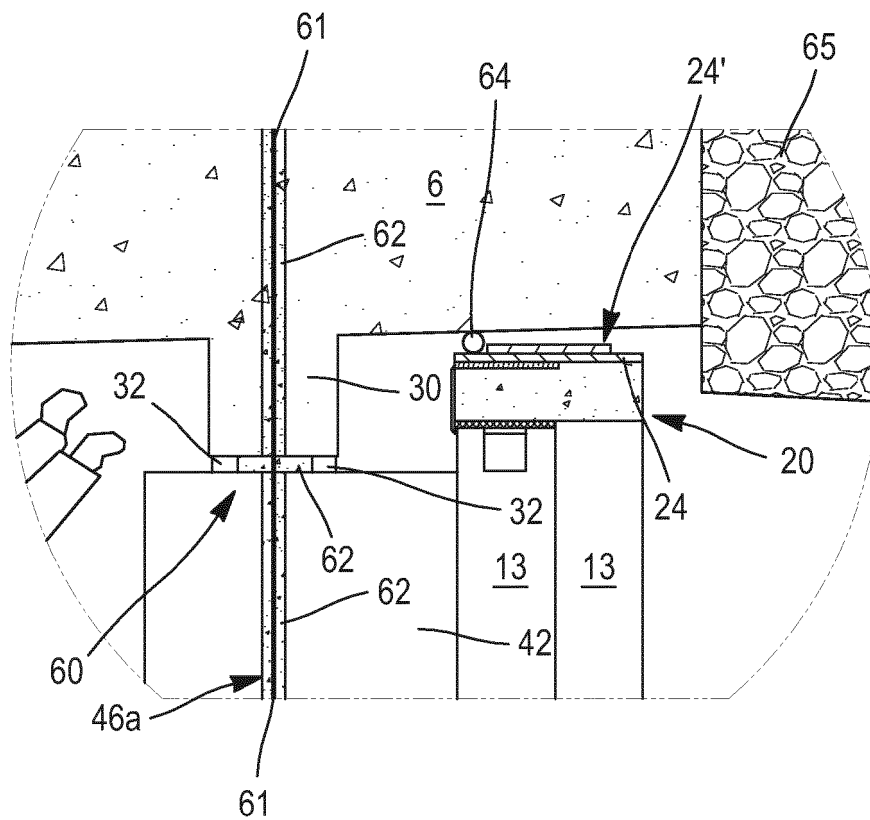


FIG. 6b

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- DE 202011105507 U1 **[0008]**
- DE 2140053 A1 **[0008]**
- FR 2698114 A1 **[0008]**
- DE 19915202 A1 **[0008]**