

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 068 324**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
②① N° d'enregistrement national : **17 55954**
⑤① Int Cl⁸ : **B 61 D 11/00** (2017.01), B 61 D 11/02, E 21 D 9/12

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ TRAIN SUIVEUR D'UN TUNNELIER COMPRENANT DES MOYENS DE CONVOYAGE D'UN VOUSOIR.

②② Date de dépôt : 28.06.17.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.01.19 Bulletin 19/01.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 26.07.19 Bulletin 19/30.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS Société anonyme — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *BONNEMAISON QUENTIN, MARIE, CHRISTOPHE, PAPOT BASTIEN, SIMON et VIALLET VINCENT, STEPHANE, LAURENT.*

⑦③ Titulaire(s) : *BOUYGUES TRAVAUX PUBLICS Société anonyme.*

⑦④ Mandataire(s) : *REGIMBEAU.*

FR 3 068 324 - B1



DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne une remorque d'un train suiveur pour un tunnelier.

5 ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

On connaît des machines de creusement de tunnels, appelées tunneliers, qui comportent une structure mobile de grandes dimensions consistant en une grande usine mobile à l'avant de laquelle est disposé un bouclier ayant une section compatible avec la future section en adéquation
10 avec la forme définitive du tunnel (tunnel de section circulaire, bilobé, rectangulaire...)

La partie antérieure du bouclier qui vient en contact avec le front de taille pour réaliser la découpe de la formation géologique traversée par le tunnel comporte une tête de coupe supportant des outils de travail et
15 entraînée en rotation à une vitesse déterminée qui est fonction de la nature du terrain à creuser.

Derrière le bouclier, le tunnelier comporte un train suiveur, également connu sous la désignation de back-up, qui avance en même temps que la tête de coupe lors du creusement du tunnel.

Ce train suiveur se déplace sur une voie de circulation reposant sur
20 l'enveloppe en béton du tunnel et se compose de plusieurs remorques (ou wagons) contenant les différents modules d'exploitation, comme par exemple les dispositifs d'alimentation électrique, les systèmes hydrauliques, les dispositifs d'alimentation en air et de ventilation ou encore les locaux
25 sanitaires.

Afin de permettre l'acheminement du matériel nécessaire à l'exploitation entre l'extérieur et le train suiveur, un passage est aménagé en partie inférieure des remorques afin de permettre la circulation d'un Véhicule Multi Services VMS (également connu sous sa dénomination anglaise de
30 Multi Service Vehicle, MSV) pour le convoyage de voussoirs et autres consommables (pièces de rechange, tuyaux, paniers à matériel, etc.) de l'arrière du train suiveur vers le bouclier.

Il est donc nécessaire de prévoir, au sein de chaque remorque, un passage d'une taille suffisante pour permettre l'introduction et la circulation d'un VMS, ce qui pénalise l'encombrement général de chaque remorque, celles-ci devant en outre transporter les modules d'exploitation. De plus, la
5 réglementation actuelle exige la présence de couloirs rectilignes au maximum permettant l'évacuation, si nécessaire, des opérateurs travaillant sur le chantier, et plus particulièrement depuis le bouclier du tunnelier. Il est en outre nécessaire de prévoir des couloirs supplémentaires pour la maintenance des équipements et le transport de pièces. Ces couloirs et ce
10 passage empiètent par conséquent sur la place disponible pour les modules d'exploitation.

Enfin, la circulation du VMS au sein des remorques pose des problèmes de sécurité, les opérateurs ayant tendance ou étant contraints, selon les modèles et tailles de tunneliers à passer par la même voie de
15 circulation que le VMS. Or, une telle coactivité n'est pas acceptable du point de vue de la sécurité.

RESUME DE L'INVENTION

Un objectif de l'invention est donc de proposer une solution aux
20 problèmes décrits ci-avant, et plus particulièrement une remorque comprenant un plus grand espace pour permettre le passage des opérateurs et les opérations de maintenance, sans pénaliser pour autant sa capacité de transport des modules d'exploitation, et qui permette en outre de simplifier les opérations logistiques et de limiter les risques de co-activité, augmentant
25 ainsi le niveau de sécurité au sein du train suiveur en fonctionnement.

Pour cela, l'invention propose une remorque d'un train suiveur d'un tunnelier comprenant :

- des moyens de roulement configurés pour permettre un déplacement
30 de la remorque sur une voie de circulation,
- un châssis comportant une partie inférieure comprenant les moyens de roulement et une partie supérieure, opposée aux moyens de roulement,

- des moyens de convoyage, fixés dans la partie inférieure du châssis, lesdits moyens de convoyage étant configurés pour déplacer au moins un support le long de la remorque, ledit support étant configuré pour transporter au moins un voussoir le long du châssis.

5

Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives de la remorque décrite ci-dessus sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- les moyens de convoyage s'étendent entre les moyens de roulement de la remorque.

- les moyens de convoyage comprennent au moins un rail et/ou au moins un convoyeur.

- la remorque comprend au moins deux rails s'étendant parallèlement l'un à l'autre, de préférence deux paires de rails s'étendant parallèlement deux à deux, les deux paires de rails étant superposées.

- le convoyeur est un convoyeur à chaîne, le support étant alors configuré pour être fixé sur le convoyeur et entraîné par ledit convoyeur.

- la remorque comprend un couloir central configuré pour permettre une circulation d'un opérateur, ledit couloir central s'étendant au-dessus des moyens de convoyage.

Selon un deuxième aspect, l'invention comprend également un train suiveur d'un tunnelier comprenant au moins une remorque comme décrite ci-dessus.

25

Certaines caractéristiques préférées mais non limitatives du train suiveur décrit ci-dessus sont les suivantes, prises individuellement ou en combinaison :

- le train suiveur comprend au moins deux remorques et un pont de jonction configuré pour connecter les moyens de convoyage de l'une des remorques aux moyens de convoyage de l'autre des remorques de manière

30

à permettre le transfert d'au moins un voussoir le long des deux remorques via leurs moyens de convoyage respectifs.

– les moyens de convoyage des deux remorques comprennent chacun au moins un rail et dans lequel le pont de jonction entre lesdits rails comprend
5 une portion de rail fixée sur chacun des rails par l'intermédiaire de liaisons mécaniques comportant une liaison glissière et au moins l'une des liaisons suivantes : une liaison pivot simple, une double liaison pivot, une liaison rotule.

– le train suiveur comprend un plateau tournant configuré pour
10 réceptionner un support configuré pour transporter au moins un voussoir le long du châssis, ledit plateau tournant étant configuré pour tourner le support afin de faciliter la préhension par un érecteur d'un voussoir porté par le support.

– les moyens de convoyage comprennent deux paires de rails
15 superposés, le plateau tournant étant en outre configuré pour déplacer verticalement le support et le transférer de l'une des paires de rails à l'autre.

Selon un troisième aspect, l'invention propose un tunnelier comprenant un train suiveur comme décrit ci-dessus.

20

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur
25 lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'une remorque pouvant être utilisée dans l'invention, sur laquelle le support a été omis.

La figure 2 est une vue en coupe d'une remorque illustrée en figure 1
30 et sur laquelle ont été schématisés des exemples de modules d'exploitation ainsi qu'un exemple de support portant des voussoirs.

La figure 3 est une vue de côté schématique illustrant un tunnelier comprenant des exemples de remorques conformes à l'invention.

Les figures 4a et 4b illustrent un premier et un deuxième exemple de réalisation d'un support configuré pour porter un voussoir et pouvant être
5 utilisé avec une remorque conforme à l'invention.

Les figures 5a, 5b et 5c illustrent le support de la figure 4a lors de son arrivée à l'avant d'un train suiveur (figure 5a), le déchargement du voussoir (figure 5b) et le retour du support à vide (figure 5c).

La figure 6 illustre un troisième exemple de réalisation d'un support
10 configuré pour porter un voussoir et un exemple de moyen de convoyage associé, lorsque le support arrive à l'avant du train suiveur.

La figure 7 illustre deux exemples de remorque conformes à l'invention comportant des exemples de modules d'exploitation ainsi qu'un exemple de pont de jonction entre des moyens de convoyage.

La figure 8 est une vue en détail de l'un des ponts de jonction de la
15 figure 7 dans un virage avec pente.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

De manière classique, un tunnelier 1 comprend, en partie avant, un
20 bouclier 2 ayant une section sensiblement circulaire dont le diamètre correspond au diamètre du tunnel dont on réalise le creusement. Le bouclier 2 est muni d'une tête de coupe qui vient en contact avec le front de taille pour creuser le tunnel.

Le tunnelier 1 comporte en outre un train suiveur 3 s'étendant derrière
25 le bouclier 2 et qui avance en même temps que la tête de coupe lors du creusement du tunnel. Le train suiveur 3 se déplace sur une voie de circulation 5 reposant sur l'enveloppe de béton formée de voussoirs 7 du tunnel.

Le train suiveur 3 se compose de plusieurs remorques 10 (ou wagons)
30 qui comprennent les différents modules d'exploitation 6. Habituellement, mais de manière non-limitative, le train suiveur 3 comprend plusieurs remorques 10 : une remorque suspendue (aussi appelée « bridge ») 8, connectée à un

érecteur (faisant partie du bouclier) et configuré pour mettre en place des voussoirs 7 contre la paroi taillée par la tête de coupe, quatre ou cinq remorques centrales 10 comprenant les modules d'exploitation 6, et deux remorques arrière 9 configurées pour charger les voussoirs 7 dans le train
 5 suiveur 3.

Dans ce qui suit, on désignera par « arrière » la partie d'une remorque 10 ou du train suiveur 3 la plus éloignée du bouclier 2, par opposition à « avant » qui désignera la partie de la remorque 10 ou du train suiveur 3 la plus proche du bouclier 2, lorsque la remorque 10 fait partie d'un tunnelier 1.

10

Une remorque 10 conforme à l'invention comprend :

- des moyens de roulement 11 configurés pour permettre le déplacement de la remorque 10 sur la voie de circulation 5,
- un châssis 20 comportant une partie inférieure 21 comprenant les
 15 moyens de roulement 11 et une partie supérieure 26, opposée aux moyens de roulement 11,
- des moyens de convoyage 30, fixés dans la partie inférieure 21 du châssis 20, lesdits moyens de convoyage 30 étant configurés pour déplacer au moins un support 40 le long de la remorque 10, ledit support 40 étant
 20 configuré pour transporter au moins un voussoir le long du châssis 20.

La remorque 10 est donc directement utilisée pour transporter les voussoirs 7 depuis l'arrière du train suiveur 3 en coopérant avec un support 40, sans nécessiter l'utilisation d'un VMS 4. Cela permet donc de réduire fortement la taille du passage nécessaire pour permettre l'amenée et le retour
 25 des voussoirs 7, puisqu'un simple support 40 se déplaçant ou étant déplacé le long de moyens de convoyage 30 suffit. Le volume ainsi gagné peut servir à la réalisation d'un ou plusieurs couloirs pour des opérateurs, des opérations de maintenance ou encore le transport de pièces.

La remorque 10 peut comprendre un support 40.

30

Dans une forme de réalisation, chaque remorque centrale 10 comprend des moyens de convoyage 30 fixés dans leur partie inférieure 21 afin de permettre le déplacement du support 40 de la partie arrière de la

remorque centrale 10 la plus éloignée du bouclier 2 vers la partie avant de la remorque centrale 10 la plus proche du bouclier 2. Les moyens de convoyage 30 d'une remorque 10 donnée sont donc connectés aux moyens de convoyage 30 de la remorque 10 suivante afin de permettre le transfert du support 40 d'une remorque 10 à l'autre.

On comprendra bien entendu que plusieurs supports 40, transportant chacun un ou plusieurs voussoirs 7, peuvent donc être transportés par le train suiveur 3 simultanément. Les remorques centrales 10 forment donc des zones de stockage de voussoirs 7 en vue de leur reprise par l'érecteur qui se chargera ensuite de les fixer contre la paroi du tunnel dont on réalise le creusement.

Cette configuration peut permettre, selon la taille du tunnel, de stocker dans le train suiveur 3 au moins la totalité des voussoirs 7 nécessaires pour réaliser un anneau complet du tunnel.

Les remorques arrière 9 quant à elles peuvent soit comprendre des moyens de convoyage 30, soit un logement configuré pour recevoir un VMS 4 afin d'amener les voussoirs 7 jusqu'aux remorques centrales 10 et permettre leur chargement sur le ou les support 40(s) des remorques centrales 10.

Les moyens de roulement 11 peuvent être conventionnels et comprendre, par exemple, des boggies.

Les supports 40 sont adaptés pour être déplacés par les moyens de convoyage 30 le long de la remorque 10, ou en variante se déplacer le long des moyens de convoyage 30 le long de ladite remorque 10.

Par exemple, les moyens de convoyage 30 peuvent comprendre au moins un rail ou au moins un convoyeur.

Dans une première forme de réalisation illustrée sur les figures 4a à 5c, les moyens de convoyage 30 comprennent au moins un rail 32. Le

support 40 comprend alors des moyens configurés pour coopérer avec le rail 32 et permettre ainsi le déplacement du support 40 le long du rail 32. Le support 40 peut être placé sur le rail 32, auquel cas le voussoir 7 peut être posé sur le support 40, ou en variante être suspendu audit rail 32, auquel cas
5 le voussoir 7 est fixé sur le support 40.

Dans un mode de réalisation, les moyens de convoyage 30 comprennent deux rails 32 parallèles et le support 40 comprend un chariot comprenant des moyens de déplacement associés, par exemple des roues 42 du type roues 42 ferroviaires comprenant une bande de roulement, au
10 moins un boudin (de préférence deux) et un bandage. Dans cette forme de réalisation, le support 40 est donc placé sur les rails 32. De préférence, les rails 32 s'étendent dans un plan horizontal (parallèle au sol).

On a par exemple illustré sur les figures 4a et 4b deux exemples de réalisation de chariot pouvant servir de support 40.

15 Dans l'exemple de la figure 4a, le chariot 40 comprend un socle comportant deux barres parallèles 43 à l'extrémité de chacune desquelles sont fixées une ou deux roues ferroviaires 42. Les barres 43 sont reliées entre elles par une ou plusieurs traverses 44 rendant le chariot monobloc. Le chariot 40 comporte en outre, sur la face destinée à recevoir le ou les
20 voussoirs 7, des cales 45 configurées pour empêcher le(s) voussoir(s) 7 de bouger. Ces cales 45 sont ici formées de parois inclinées configurées pour venir en contact avec la face convexe des voussoirs 7. Les cales 45 peuvent être planes ou en variante concaves afin de se conformer à la forme convexe de la face en regard des voussoirs 7. Elles peuvent être fixes ou amovibles
25 selon ce qui est souhaité pour le chariot.

Dans l'exemple de la figure 4b, le chariot 40 comprend uniquement les deux barres 43 parallèles à l'extrémité de chacune desquelles sont fixées une ou deux roues ferroviaires 42. Les barres 43 sont reliées entre elles par un ou plusieurs organes de liaison souple 46. Ici, l'organe de liaison 46
30 comprend une chaîne. Le chariot 40 comporte en outre, sur la face destinée à recevoir le ou les voussoirs 7, des cales 45 configurées pour empêcher

le(s) voussoir(s) 7 de bouger. Ces cales 45 peuvent être sensiblement identiques à celles décrites précédemment.

Lorsque la remorque 10 ne comprend qu'une paire de rails 32, le support 40 amène les voussoirs 7 en se déplaçant le long des rails 32 de l'arrière de la remorque 10 vers l'avant de la remorque 10 (c'est-à-dire en direction du bouclier 2), où les voussoirs 7 sont déchargés, puis revient en se déplaçant le long de ces mêmes rails 32 jusqu'à l'arrière de la remorque 10 afin de permettre son rechargement avec de nouveaux voussoirs 7.

Lorsque la remorque 10 en question est la remorque centrale 10 la plus proche du bouclier 2, le support 40 est déchargé par un mécanisme configuré pour placer les voussoirs 7 à disposition de l'érecteur en vue de leur fixation à la paroi du tunnel.

Dans une variante de ce mode de réalisation, illustré par exemple en figures 5a à 5c, les moyens de convoyage 30 comprennent deux paires de rails 32 s'étendant parallèlement deux à deux, l'une des paires de rails 32 étant configurée pour transporter le support 40 chargé de voussoirs 7 vers le bouclier 2 tandis que l'autre paire de rail 32 est configurée pour ramener le support 40 à vide vers l'arrière du train suiveur 3.

Les paires de rails 32 sont de préférence superposées, c'est-à-dire qu'elles s'étendent globalement l'une au-dessus de l'autre (suivant une direction verticale, c'est-à-dire perpendiculaire au tracé du tunnel). Cette configuration permet en effet de réduire l'encombrement au sol nécessaire pour les moyens de convoyage 30 et les supports 40 tout en laissant un volume suffisant au-dessus des supports 40 pour aménager le couloir pour les opérateurs, la maintenance et le transport de pièces. Typiquement, cette configuration permet de loger les moyens de convoyage 30 entre les moyens de roulement 11, en partie basse de la partie inférieure 21 du châssis 20.

En utilisation, le support 40 est déplacé le long du train suiveur 3 grâce à une première des paires de rails 32, par exemple la paire de rails 32 supérieure. Le support 40 remonte le long du train suiveur 3 grâce à la paire de rails 32 supérieure jusqu'à atteindre la remorque centrale 10 la plus en avant, à proximité de la remorque suspendue (bridge) 8 et de l'érecteur.

Arrivé au niveau de la remorque centrale 10 la plus en avant, le support 40 sort des rails 32 afin de permettre son déchargement et son retour vers l'arrière du train suiveur 3, via l'autre paire de rails 32.

Pour cela, au cours d'une première étape, un plateau de transfert 50
5 peut être placé dans le prolongement des rails 32 supérieurs afin de pouvoir réceptionner le support 40 chargé de voussoir(s) 7 (figure 5a).

Puis, au cours d'une deuxième étape, le support 40 est placé sur le plateau 50.

Au cours d'une troisième étape, optionnelle, le plateau 50 peut tourner
10 de 90° afin de faciliter la préhension du voussoir 7 par l'érecteur (figure 5b). En effet, lors de son transport, le voussoir 7 est de préférence placé sur le support 40 de manière à minimiser son encombrement dans la direction perpendiculaire à sa direction de déplacement dans le train suiveur 3. Le voussoir 7 est donc placé sur le support 40 de sorte que sa plus grande
15 longueur soit parallèle à sa direction de déplacement. En d'autres termes, lors du déplacement du voussoir 7 dans le train suiveur 3, l'axe définissant la courbure de la face convexe du voussoir 7 est perpendiculaire à la direction de déplacement. Or, pour permettre la mise en place du voussoir 7 dans le tunnel par l'érecteur, il est nécessaire de tourner le voussoir 7 de 90° par
20 rapport à son orientation lors de son transport par le support 40.

Au cours d'une quatrième étape, le voussoir 7 est alors déchargé sur une table de préhension de l'érecteur.

Au cours d'une cinquième étape, le plateau 50 est abaissé afin de le placer dans le prolongement de la paire de rails 32 inférieurs, et tourné à
25 nouveau de 90° (dans un sens ou dans l'autre) afin de positionner les roues 42 du support 40 en regard des rails 32 (figure 5b).

Au cours d'une sixième étape, le support 40 est glissé sur les rails 32 inférieurs et renvoyé à vide vers l'arrière du train suiveur 3.

Le support 40 peut comprendre un moteur configuré pour mettre en
30 rotation tout ou partie de ses roues 42 afin de permettre son déplacement le long des rails 32. En variante, le support 40 peut être passif et ne pas comprendre de moteur, auquel cas il peut être tracté ou poussé le long des

rails 32 par un moteur placé sur le train suiveur 3, sur le bouclier 2 ou encore sur une partie externe au tunnelier 1, à l'arrière du train suiveur 3.

Dans une deuxième forme de réalisation, illustrée sur la figure 6, les
 5 moyens de convoyage 30 comprennent un convoyeur 34. Par exemple le
 convoyeur 34 peut être du type convoyeur 34 à chaîne et comprendre une
 bande de convoyage unique sur laquelle est fixé le support 40, typiquement
 un plateau support, ou en variante comprendre deux chaînes se déplaçant à
 une même vitesse et sur lesquelles sont fixées des plots 47 configurés pour
 10 porter, ensemble, le ou les voussoirs 7. Dans l'exemple de réalisation illustré
 en figure 6, le support 40 comprend deux paires de plots 47 fixées
 solidairement à deux chaînes et configurés pour supporter un ou des
 voussoirs 7. Ici, les plots 47 sont de forme sensiblement rectangulaire, une
 tige faisant saillie de chacun desdits plots 47, et le voussoir 7 est posé en
 15 équilibre sur les quatre tiges. Le cas échéant, les plots 47 peuvent être reliés
 deux à deux afin de rigidifier le support 40.

Lorsque le support 40 est fixé sur le convoyeur 34, comme c'est le cas
 d'un convoyeur 34 à chaîne, un seul convoyeur 34 peut suffire pour alimenter
 l'érecteur en voussoirs 7 puis ramener le support 40 à vide. En effet, lorsque
 20 le support 40 se trouve sur la partie supérieure 26 du convoyeur 34, les
 voussoirs 7 peuvent être placés sur le support 40 et amenés jusqu'à l'érecteur
 puis, une fois le support 40 déchargé, celui-ci peut être ramené en passant
 en partie inférieure 21 du convoyeur 34 en suivant simplement le mouvement
 de la ou des chaîne(s). Il n'est donc pas nécessaire de transférer les supports
 25 40 en vue de leur retour vers l'arrière du train suiveur 3, ceux-ci étant fixés
 sur le convoyeur 34. Toutefois, le voussoir 7 étant également placé sur le
 support 40 de sorte que sa plus grande longueur soit parallèle à sa direction
 de déplacement afin de minimiser son encombrement, il peut être envisagé
 de réceptionner le voussoir 7 sur un plateau 50 tournant afin de le faire
 30 tourner de 90° avant sa préhension par l'érecteur. On comprendra qu'ici le
 plateau 50 peut être uniquement un plateau tournant et qu'il n'est pas
 nécessaire que ce plateau soit capable de se déplacer verticalement.

Selon une autre variante de réalisation (non visible sur les figures), le convoyeur 34 peut comprendre un bâti et :

- un jeu de rouleaux de convoyage montés à rotation sur le bâti autour d'un axe sensiblement perpendiculaire à la direction de convoyage des voussoirs 7,
- un ensemble de billes sphériques montées libres en rotation sur le bâti,
- un ensemble de billes sphériques montées en rotation sur le bâti autour d'un axe sensiblement perpendiculaire à la direction de convoyage des voussoirs 7.

Dans cette variante de réalisation, le support 40 présente alors une face inférieure sensiblement lisse configurée pour glisser sur les rouleaux de convoyage ou les billes sphériques et faire interface avec les rouleaux ou les billes afin de ne pas risquer d'abîmer les voussoirs 7 lors de leur déplacement. Le support 40 est en outre passif et est tracté ou poussé le long du convoyeur 34 par un moteur placé sur le train suiveur 3, sur le bouclier 2 ou encore sur une partie externe au tunnelier 1, à l'arrière du train suiveur 3.

Grâce aux moyens de convoyage 30 fixés sur la remorque 10 et l'utilisation de supports 40 au lieu d'un train suiveur 3 pour alimenter l'érecteur en voussoirs 7, il est possible de modifier la configuration des remorques 10 afin d'optimiser le positionnement des différents modules d'exploitation 6 et de créer un ou plusieurs couloirs 12 pour des opérateurs, des opérations de maintenance et le transport de pièces.

On a par exemple illustré en figure 1 un exemple réalisation d'un châssis 20 d'une remorque 10 pouvant être mis en œuvre dans cette invention.

Le châssis 20 comprend la partie inférieure 21 et la partie supérieure 26 décrites ci-avant.

La partie inférieure 21 comprend ici une traverse avant 22a et une traverse arrière 22b s'étendant sensiblement parallèlement l'une à l'autre et reliées entre elles par un plateau central 23. La traverse avant 22a et la

traverse arrière 22b servent à la fixation de plateformes configurées pour recevoir chacune un ou plusieurs modules d'exploitation 6.

La traverse avant 22a et la traverse arrière 22b s'étendent en outre sensiblement perpendiculairement à la direction de déplacement de la remorque 10 dans le tunnel. Comme nous le verrons par la suite, le plateau central 23 peut servir de base pour le transport de matériel, de personnel, etc. A cet effet, le plateau central 23 peut notamment être équipé d'un ou plusieurs rails 32 s'étendant suivant la direction de déplacement de la remorque 10, afin de permettre le transport de charges lourdes et/ou de charges légères.

La partie inférieure 21 comprend en outre une structure 24 avant, sur laquelle sont fixés des moyens de roulement 11 avant, l'extrémité avant des moyens de convoyage 30 de la remorque 10 et la traverse avant 22a, et une structure 24 arrière, sur laquelle sont fixés des moyens de roulement 11 arrière, l'extrémité arrière des moyens de convoyage 30 de la remorque 10 et la traverse arrière 22b.

Plus précisément, chaque structure 24 comporte une embase en forme de C configurée pour reprendre les efforts en pression de la remorque 10. L'embase 24 en C comprend par ailleurs une face externe (adaptée pour s'étendre en regard de la voie de circulation 5) sur laquelle sont fixés les moyens de roulement 11. La forme en C de la structure 24 permet d'adapter le châssis 20 à la forme circulaire du tunnel creusé par la tête de coupe.

Chaque traverse est fixée à la structure 24 correspondante au niveau des extrémités libres de l'embase 24 en C. Les moyens de convoyage 30 sont alors fixés à la face interne de l'embase 24 en C, dans sa partie basse, entre les moyens de roulement 11.

Dans le cas où les moyens de convoyage 30 comprennent deux paires de rails 32 ou deux paires de convoyeurs 34 en parallèle (cas notamment des convoyeurs 34 à rouleaux ou à billes), lesdites paires de rails 32 (ou de convoyeurs 34) sont alors fixées l'une au-dessus de l'autre, en ménageant un espace suffisant entre la paire supérieure et le plateau central 23 (respectivement entre la paire inférieure et la paire supérieure) pour

permettre le passage du support 40 équipé du nombre de voussoirs 7 désiré, et entre la paire supérieure et la paire inférieure (respectivement entre la paire supérieure et le plateau central 23) pour permettre le passage du support 40 à vide.

5 En variante, dans le cas du convoyeur 34 à chaîne, ledit convoyeur 34 est fixé sur l'embase 24 en C en ménageant un espace suffisant entre sa face supérieure et le plateau central 23 pour permettre le passage du support 40 équipé du nombre de voussoirs 7 désiré, et entre sa face inférieure et le sol pour permettre le passage du support 40 à vide

10 Le cas échéant, chaque structure 24 comporte en outre deux montants verticaux 25 fixant la traverse associée à l'embase 24 en C. Les moyens de convoyage 30 peuvent alors être fixés entre ces deux montants 25.

 La partie supérieure 26 du châssis 20 comprend, de manière analogue à la partie inférieure 21, une traverse avant 27a et une traverse arrière 27b.
15 Ces traverses 27a, 27b sont reliées entre elles par des traverses latérales 28. Les traverses avant 27a, arrière 27b et latérales 28 servent à la fixation de plateformes configurées pour recevoir chacune un ou plusieurs modules d'exploitation 6.

 La partie supérieure 26 est fixée sur la partie inférieure 21 par
20 l'intermédiaire de montants structurels 29 s'étendant verticalement entre les traverses avant 22a, 27a et arrière 22b, 27b de chaque partie 21, 26. Le cas échéant, ces montants structurels 29 s'étendent dans le prolongement des montants 26 des structures 24.

25 Un train suiveur 3 conforme à un mode de réalisation de l'invention peut ainsi comprendre, de manière non limitative, de l'avant vers l'arrière à partir du bouclier 2 :

- une remorque suspendue 8 (bridge), connectée à un érecteur,
- au moins une remorque centrale 10 comprenant des modules
30 d'exploitation 6, de préférence entre quatre et cinq remorques centrales 10, et

– au moins une remorque arrière 9 configurée pour charger les voussoirs 7, par exemple deux remorques arrière 9.

Les remorques centrales 10 comprennent chacune des moyens de convoyage 30 comme décrits ci-dessus. Au moins un support 40, est placé
5 sur ces moyens de convoyage 30 afin de transporter au moins un voussoir 7. Le train suiveur 3 peut comprendre un ou plusieurs supports 40 par remorque centrale 10 (voir figure 3).

Afin de permettre le passage du support 40 d'une remorque centrale 10 vers la remorque centrale 10 voisine et de reprendre les efforts entre les
10 deux remorques centrales 10, un pont de jonction 60 peut être prévu entre les moyens de convoyage 30 desdites remorques centrales 10.

Dans le cas de moyens de convoyage 30 comprenant un convoyeur 34, et plus particulièrement un convoyeur 34 à chaîne(s), la ou les chaînes du convoyeur 34 peuvent simplement s'étendre le long de l'ensemble de
15 remorques centrales 10 afin de permettre le passage du support 40 de la remorque centrale 10 la plus à l'arrière à la remorque centrale 10 la plus à l'avant. Ces chaînes étant relativement flexibles, elles s'adaptent aux éventuels mouvements relatifs entre deux remorques 10 adjacentes (dus notamment aux virages, irrégularités du sol et pentes) sans rompre, tout en
20 assurant le passage du support 40 d'une remorque centrale 10 à la suivante. Le pont de jonction 60 entre deux remorques centrales 10 adjacentes est donc formé par le convoyeur 34 lui-même.

Dans le cas de moyens de convoyage 30 comprenant un ou plusieurs rails 32, la présence d'un pont de jonction 60 capable de compenser les
25 éventuels mouvements relatifs entre deux remorques centrales 10 adjacentes est préférable, les rails 32 étant rigides et pouvant difficilement se déformer sans rompre. Par exemple, le pont de jonction 60 peut comprendre une portion de rail 61, dont l'épaisseur et le cas échéant la hauteur et le matériau constitutif sont sensiblement les mêmes que celle(ceux) des rails
30 32 des remorques 10.

La portion de rail 61 est alors montée sur le rail 32 des remorques centrales 10 qu'il connecte par l'intermédiaire de deux liaisons mécaniques

62, 65. La première liaison mécanique 62 peut comprendre l'une parmi les liaisons suivantes :

- une simple liaison pivot dont l'axe de pivotement est vertical (c'est-à-dire sensiblement perpendiculaire à la voie de circulation 5). Cette liaison permet ainsi de compenser les rotations relatives des remorques centrales 10 dans les virages.
- une double liaison pivot comprenant un pivot dont l'axe est vertical et un pivot dont l'axe est horizontal (parallèle à la voie de circulation 5) et transversal à la direction de déplacement. Cette liaison permet ainsi de compenser les rotations relatives des remorques centrales 10 dans les virages et ainsi que celles résultant à une pente.
- une liaison rotule, afin de compenser les rotations relatives des remorques centrales 10 dans les virages et ainsi que celles résultant à une pente.

Le cas échéant, la première liaison mécanique 62 comprend en outre une liaison glissière 64 afin de compenser les jeux de longueur induits par les courbes du tunnel.

La deuxième liaison mécanique 63 peut comprendre une liaison pivot simple, une double liaison pivot, une liaison rotule ou une liaison encastrement.

Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 6 et 7, la première liaison mécanique 62 comprend une double liaison pivot 63 et une liaison glissière 64 tandis que la deuxième liaison mécanique 65 comprend une double liaison pivot. Comme on peut le voir notamment en figure 7, qui illustre la configuration du pont de jonction 60 alors que les remorques centrales 10) adjacentes prennent un virage en pente, la portion de rail 61 pivote autour de l'axe horizontal pour reprendre les efforts en rotation dus à la pente et autour de l'axe vertical pour reprendre les efforts en rotation appliqués aux rails 32 des remorques 10 qui sont dus au virage. La liaison glissière 64 quant à elle s'est allongée, afin de reprendre les jeux de longueur induit par le virage.

De préférence, dans le cas où un tel pont de jonction 60 est utilisé, le support 40 comprend des roues 42 ferroviaires à double boudins afin de

garantir la stabilité et le guidage du support 40 lors de son passage sur le pont de jonction 60.

Les remorques arrière 9 comprennent, de manière conventionnelle, un passage interne permettant l'introduction d'un VMS 4 dans lesdites remorques 10 afin d'amener des voussoirs 7 aux remorques centrales 10.

En utilisation, des voussoirs 7 sont amenés par un VMS 4 au train suiveur 3, depuis l'arrière de celui-ci. Le VMS 4 entre dans la remorque arrière 9, par exemple en roulant sur un plan incliné, traverse celle-ci pour atteindre la première remorque centrale 10, où les voussoirs 7 sont déchargés soit directement sur un ou plusieurs supports 40, soit sur un dispositif d'attente avant d'être placés sur un ou plusieurs support 40. Les supports 40 sont alors placés successivement sur les moyens de convoyage 30 de cette première remorque centrale 10 puis déplacés (soit par leurs propres moyens à l'aide d'un moteur, soit par les moyens de convoyage 30 eux-mêmes (notamment dans cas d'un convoyeur 34 à chaîne), soit par des moyens externes au support 40 et aux moyens de convoyage 30) afin de transporter les voussoirs 7 le long de la première remorque 10 puis le long des remorques centrales 10 suivantes via les ponts de jonction 60, jusqu'à la remorque suspendue (bridge) qui est située tout à l'avant. Chaque support 40 peut transporter un ou plusieurs voussoirs 7 à la fois. Dans une forme de réalisation, chaque support 40 transporte un seul voussoir 7 à la fois, afin de réduire l'encombrement vertical nécessaire pour le passage des voussoirs 7 et d'augmenter ainsi le volume disponible pour le couloir central 12.

En parallèle, de manière optionnelle, le VMS 4 peut reculer pour aller chercher des voussoirs 7 supplémentaires puis retourner, une fois chargé, au niveau de la première remorque 10 en passant à travers la remorque arrière 9 afin de décharger les voussoirs 7 supplémentaires sur les supports 40. Ces supports 40 vont alors suivre les supports 40 déjà chargés vers l'avant du train suiveur 3. Il est possible de renouveler le chargement de supports 40 jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de place sur les moyens de convoyage 30 du train suiveur 3 pour un support 40 supplémentaire.

On remarquera que, grâce à l'utilisation de remorques centrales 10 comprenant des moyens de convoyage 30, le VMS 4 n'a plus besoin que de passer dans une, voire deux remorques arrière 9 conventionnelles. Ce sont les supports 40 qui vont avancer progressivement dans le train suiveur 3, en passant d'une remorque centrale 10 à l'autre. Avantageusement, des supports 40 peuvent être stockés d'affilée dans les remorques centrales 10, de sorte que le train suiveur 3 peut transporter un grand nombre de voussoirs 7 en même temps, ce nombre pouvant parfois suffire pour réaliser un anneau complet de voussoir 7 couvrant toute la périphérie du tunnel à réaliser.

De plus, dans la mesure où le VMS 4 s'arrête à l'entrée de la première remorque centrale 10 pour y décharger les voussoirs 7 et que ces voussoirs 7 sont transportés en partie inférieure 21 du châssis 20 des remorques centrales 10 grâce aux moyens de convoyage 30, il n'est plus nécessaire de prévoir un évidement central dans le châssis 20 afin d'autoriser la circulation du VMS 4 à travers les remorques centrales 10. Seul un passage restreint, en partie inférieure 21, reste nécessaire pour accommoder les moyens de convoyage 30 et les supports 40 et permettre ainsi l'amenée des voussoirs 7. Une partie du volume initialement utilisé pour permettre la circulation du VMS 4 peut donc être converti en espace de stockage de modules d'exploitation 6 et/ou en passage pour les opérateurs, couloirs de maintenance, etc. Dans l'exemple de réalisation illustré sur les figures, le volume ainsi récupéré (par rapport au volume du passage ménagé dans la remorque arrière 9 pour le VMS 4) correspond au couloir central 12, qui est délimité par le plateau central, les montants 26 et la partie supérieure 26 du châssis 20 (traverses avant, arrière et latérales) (voir figure 2). Ce couloir central 12 permet ainsi aux opérateurs de circuler sur une voie différente de celle empruntée par les moyens de transport des voussoirs, ce qui supprime les risques de coactivité entre les opérateurs et les différents véhicules. Ce passage simplifie en outre les opérations de logistique, en facilitant notamment les opérations de maintenance et le transport de consommables.

REVENDEICATIONS

1. Remorque (10) d'un train suiveur (3) d'un tunnelier (1) comprenant :

5 – des moyens de roulement (11) configurés pour permettre un déplacement de la remorque (10) sur une voie de circulation (5),

 – un châssis (20) comportant une partie inférieure (21) comprenant les moyens de roulement (11) et une partie supérieure (26), opposée aux moyens de roulement (11),

10 – des moyens de convoyage (30), fixés dans la partie inférieure (21) du châssis (20), lesdits moyens de convoyage (30) étant configurés pour déplacer au moins un support (40) le long de la remorque (20), ledit support étant configuré pour transporter au moins un voussoir (7) le long du châssis (20).

15

2. Remorque (10) selon la revendication 1, dans lequel les moyens de convoyage (30) s'étendent entre les moyens de roulement (11) de la remorque (10).

20 3. Remorque (10) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel les moyens de convoyage (30) comprennent au moins un rail (32) et/ou au moins un convoyeur (34).

25 4. Remorque (10) selon la revendication 3, dans lequel la remorque (10) comprend au moins deux rails (32) s'étendant parallèlement l'un à l'autre, de préférence deux paires de rails (32) s'étendant parallèlement deux à deux, les deux paires de rails (32) étant superposées.

30 5. Remorque (10) selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle le convoyeur (34) est un convoyeur (34) à chaîne, le support (40) étant alors configuré pour être fixé sur le convoyeur (34) et entraîné par ledit convoyeur (34).

5 6. Remorque (10) selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant un couloir central (12) configuré pour permettre une circulation d'un opérateur, ledit couloir central (12) s'étendant au-dessus des moyens de convoyage (30).

7. Train suiveur (3) d'un tunnelier (1) caractérisé en ce qu'il comprend au moins une remorque (10) selon l'une des revendications 1 à 6.

10 8. Train suiveur (3) selon la revendication 7, comprenant au moins deux remorques (8, 9, 10) et un pont de jonction (60) configuré pour connecter les moyens de convoyage de l'une des remorques (10) aux moyens de convoyage (30) de l'autre des remorques (10) de manière à permettre le transfert d'au moins un voussoir (7) le long des deux remorques
15 via leurs moyens de convoyage (30) respectifs.

9. Train suiveur (3) selon la revendication 8, dans lequel les moyens de convoyage (30) des deux remorques comprennent chacun au moins un rail (32) et dans lequel le pont de jonction (60) entre lesdits rails (32)
20 comprend une portion de rail (61) fixée sur chacun des rails (32) par l'intermédiaire de liaisons mécaniques comportant une liaison glissière et au moins l'une des liaisons suivantes : une liaison pivot simple, une double liaison pivot, une liaison rotule.

25 10. Train suiveur (3) selon l'une des revendications 7 à 9, comprenant un plateau tournant configuré pour réceptionner un support (40) configuré pour transporter au moins un voussoir (7) le long du châssis (20), ledit plateau tournant (50) étant configuré pour tourner le support (40) afin de faciliter la préhension par un érecteur d'un voussoir (7) porté par le support (40).

30

11. Train suiveur (3) selon la revendication 10, dans lequel les moyens de convoyage (30) comprennent deux paires de rails (32) superposés, le

plateau tournant (50) étant en outre configuré pour déplacer verticalement le support (40) et le transférer de l'une des paires de rails (32) à l'autre.

12. Tunnelier (1) comprenant un train suiveur (3) selon l'une des
5 revendications 7 à 11.

FIG. 1

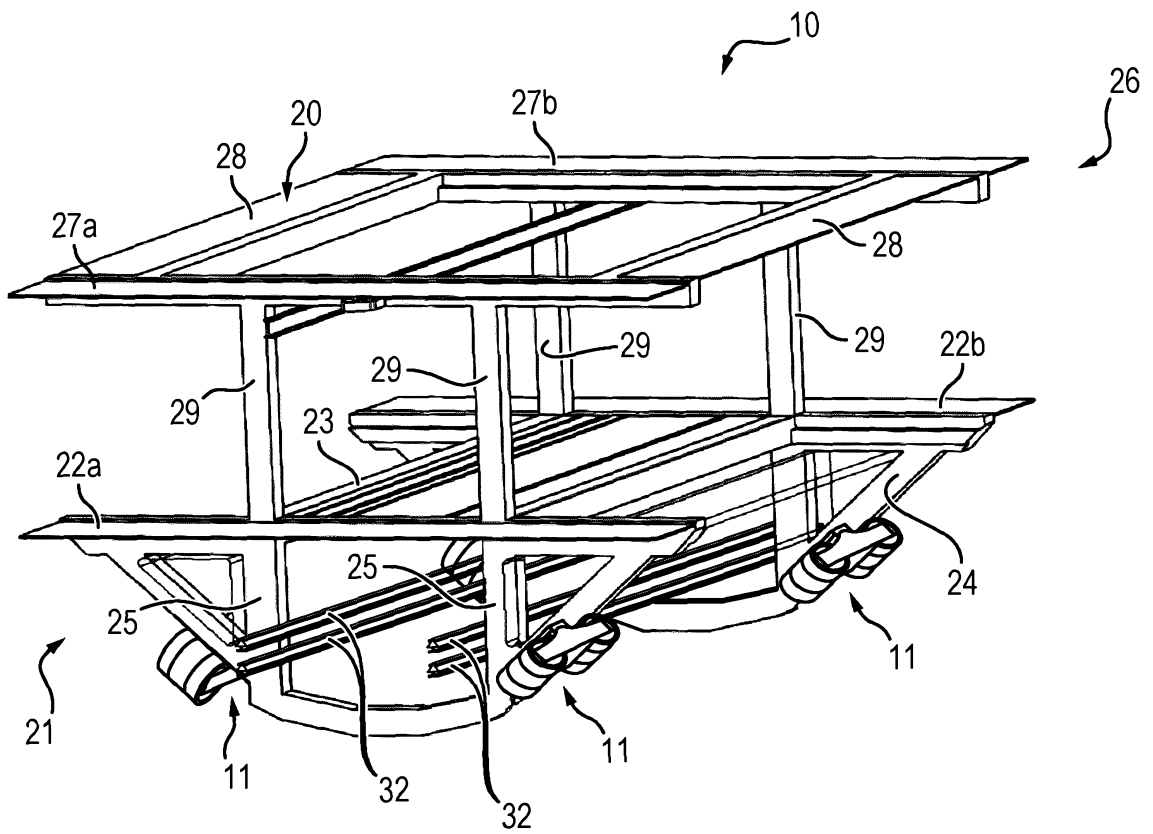


FIG. 2

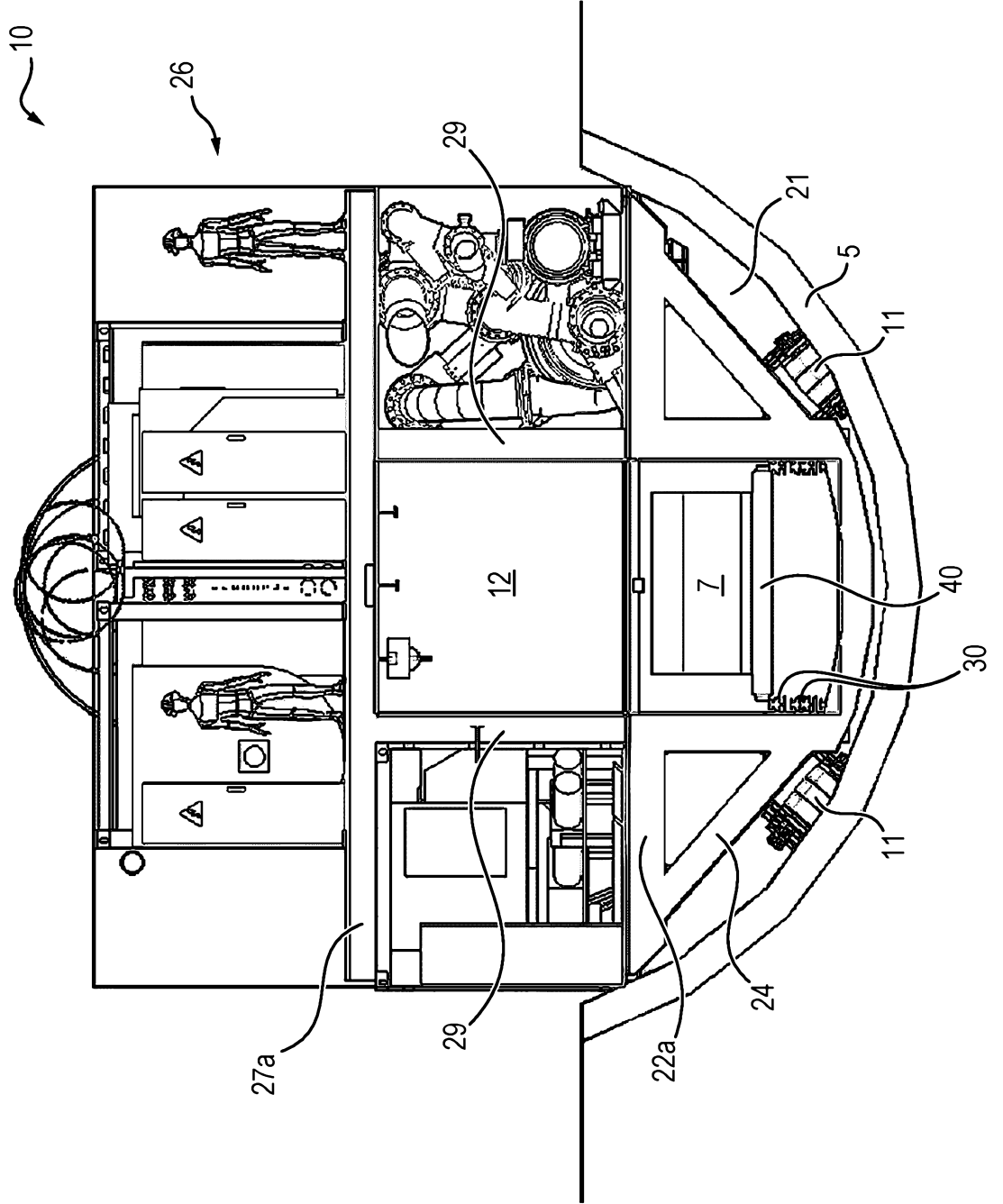


FIG. 3

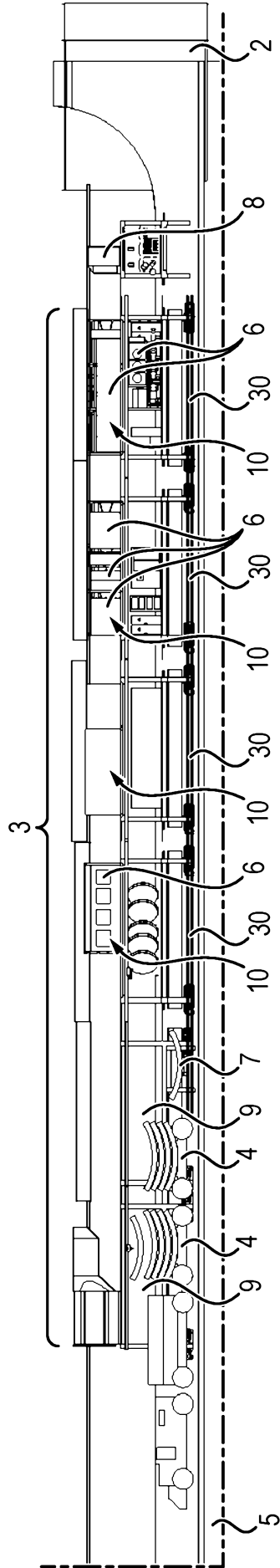


FIG. 4a

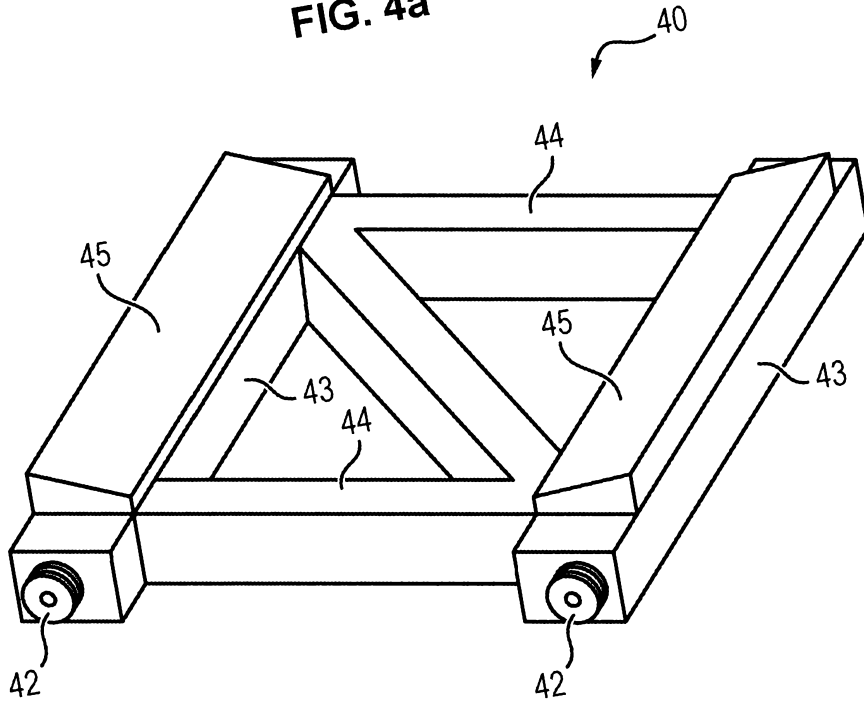


FIG. 4b

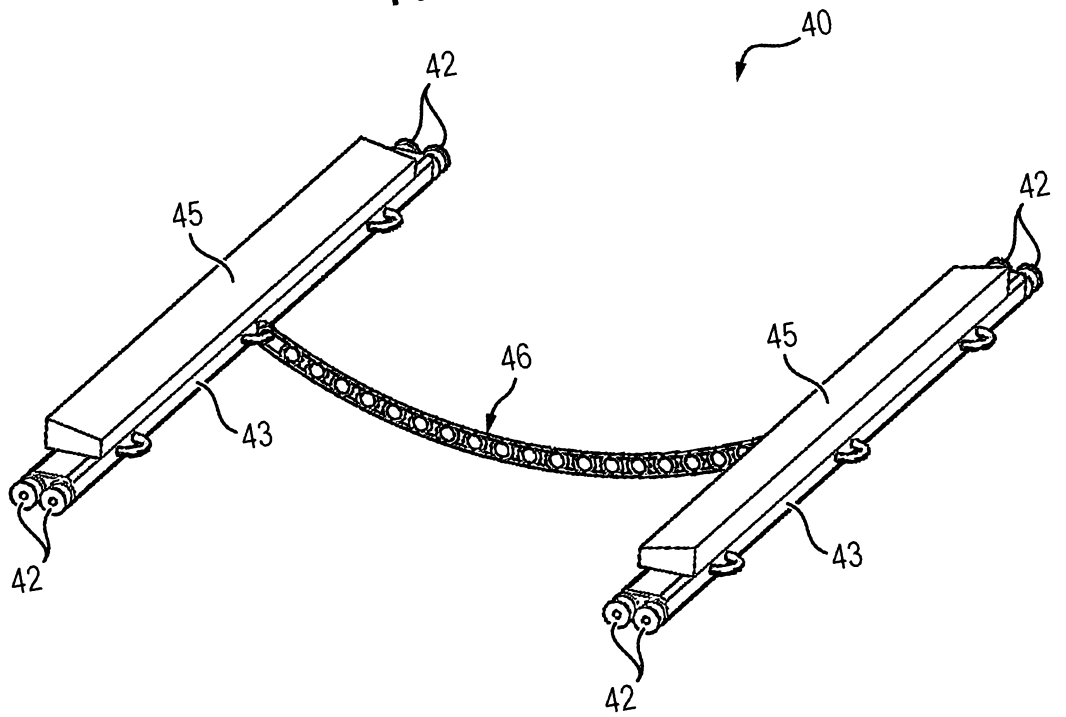


FIG. 5a

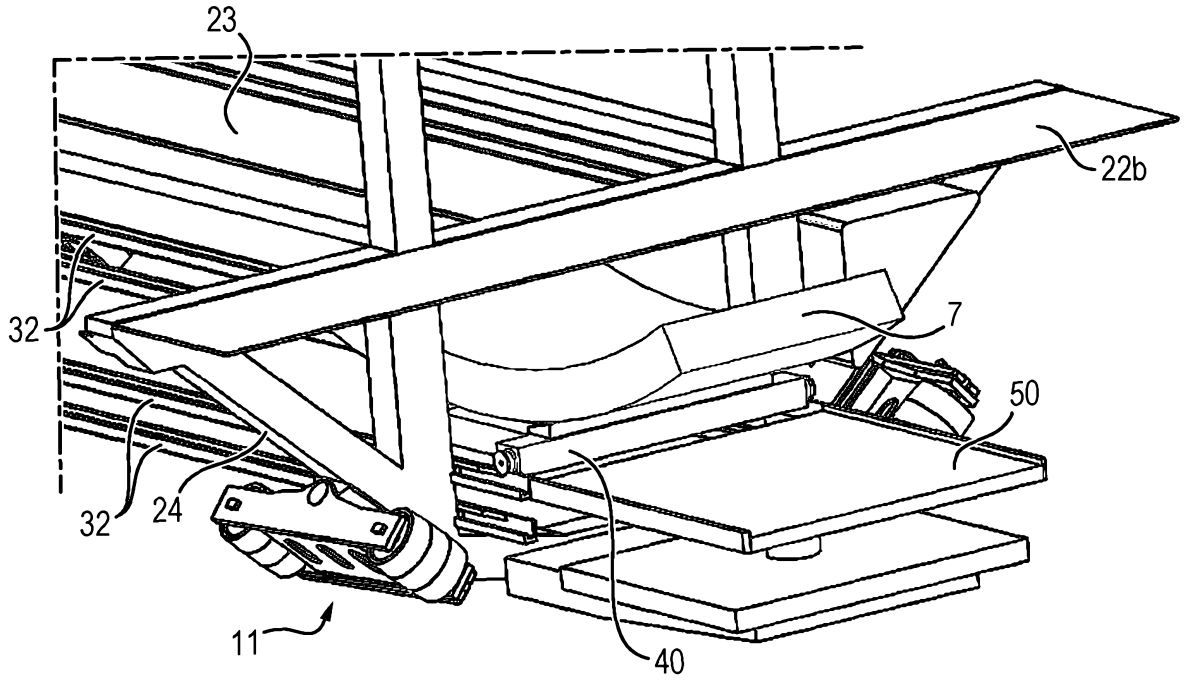


FIG. 5b

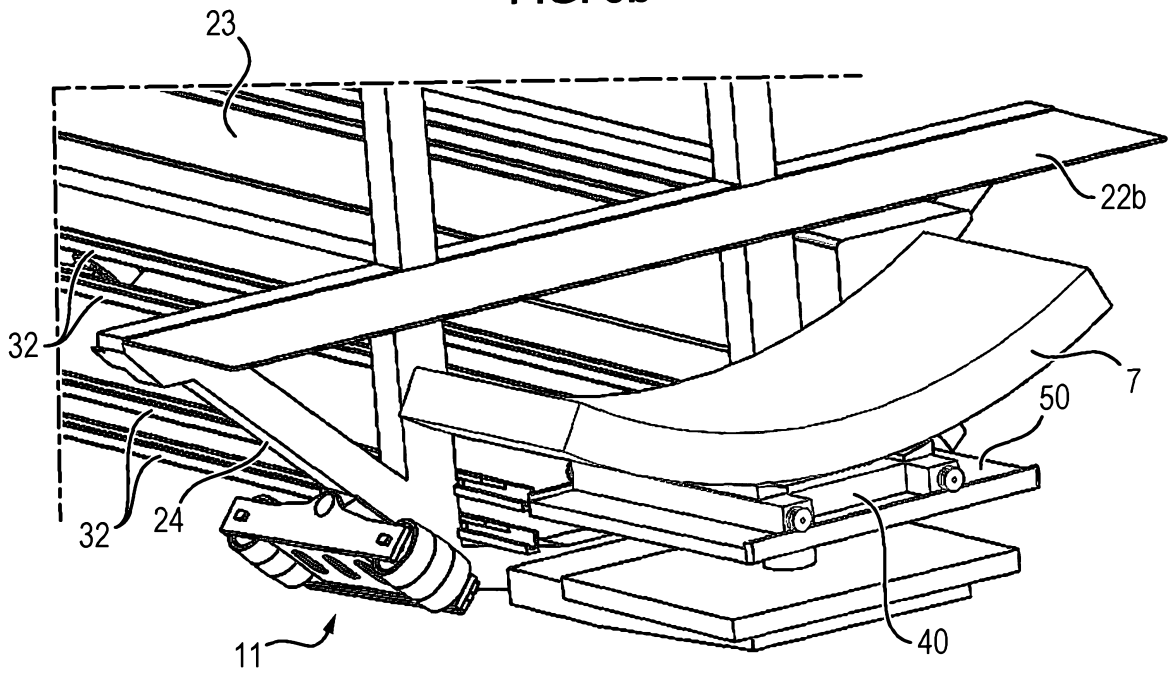


FIG. 5c

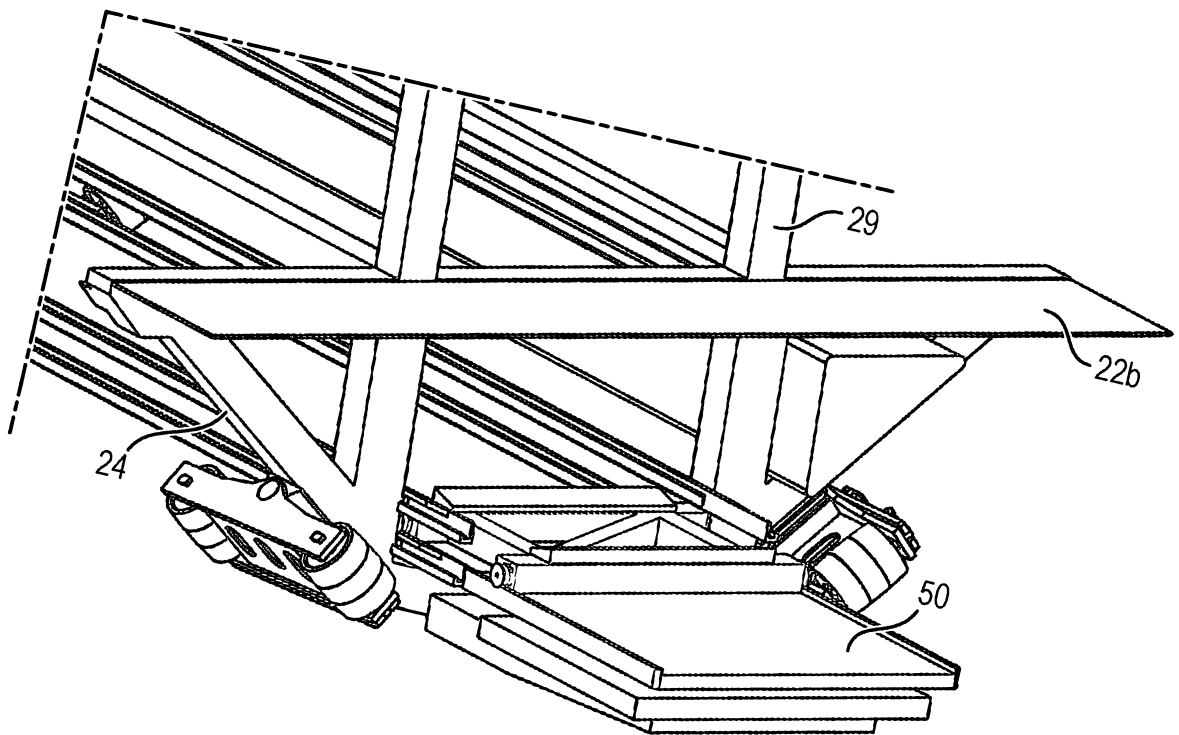


FIG. 6

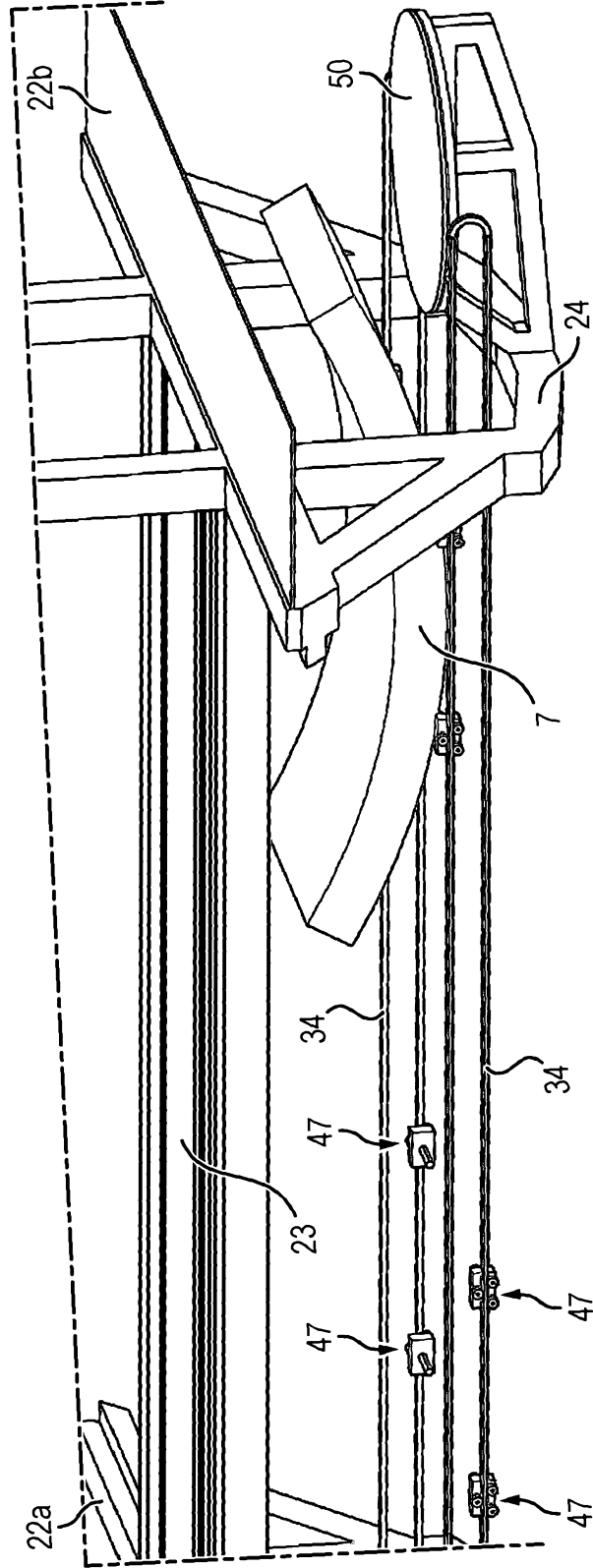


FIG. 7

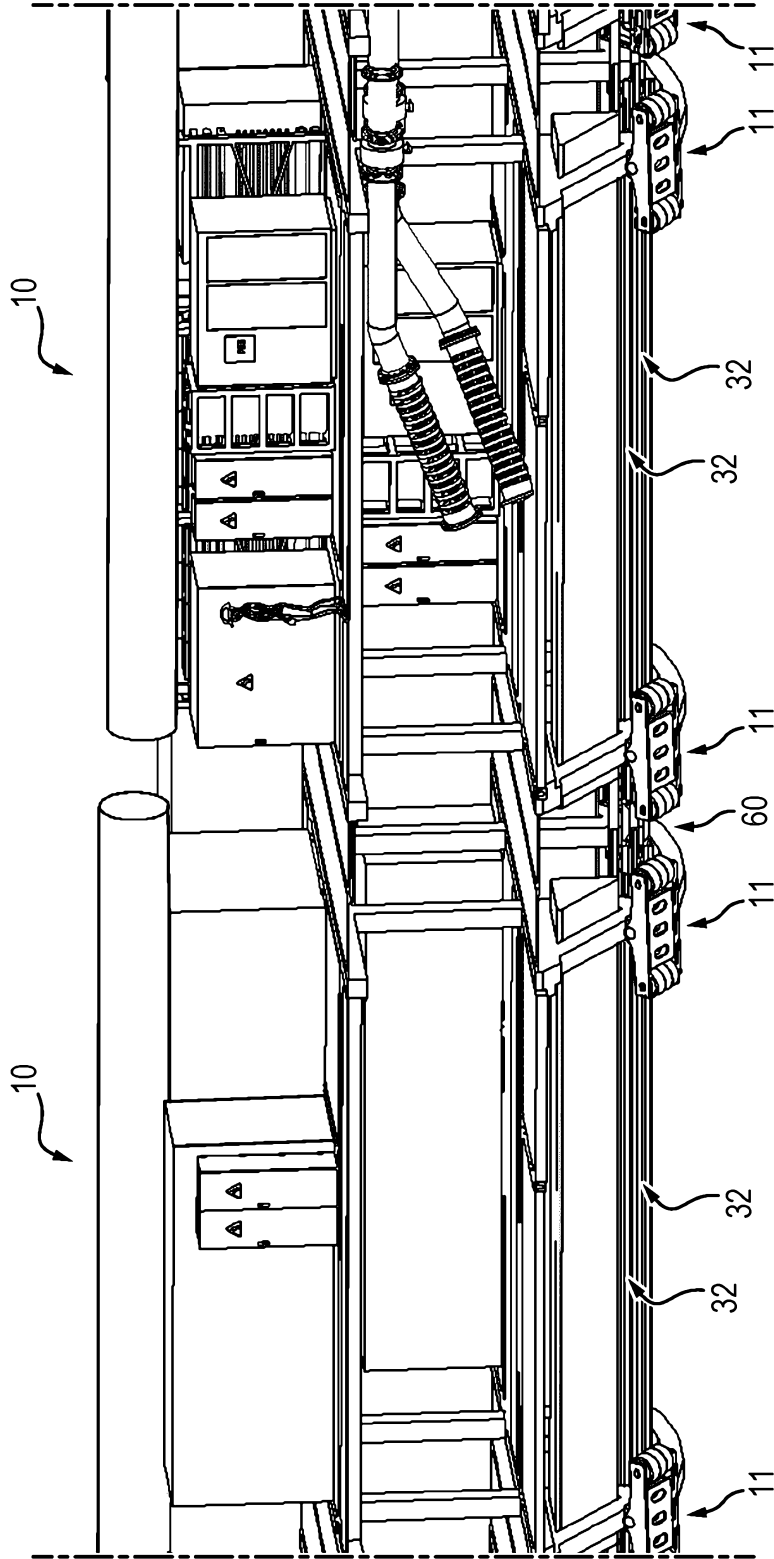
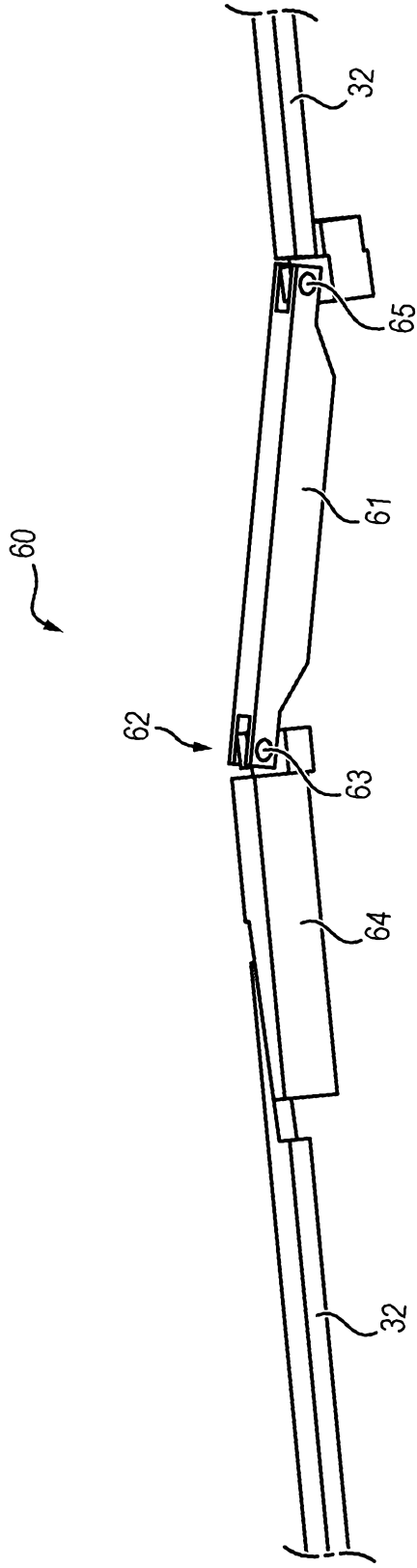


FIG. 8



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

JP H11 30096 A (HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 2 février 1999 (1999-02-02)

DE 298 16 075 U1 (TAUBER ROHRBAU GMBH & CO KG [DE]) 13 janvier 2000 (2000-01-13)

JP H10 280896 A (KONOIKE CONST; SATO KOGYO; HITACHI SHIPBUILDING ENG CO) 20 octobre 1998 (1998-10-20)

JP H07 197796 A (NISHIMATSU CONSTR CO LTD) 1 août 1995 (1995-08-01)

FR 2 275 638 A1 (GEWERK EISENHUETTE WESTFALIA [DE]) 16 janvier 1976 (1976-01-16)

JP 2006 200296 A (SHIMIZU CONSTRUCTION CO LTD) 3 août 2006 (2006-08-03)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT