



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
29.06.2022 Bulletin 2022/26

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
B61F 3/00 (2006.01) B61F 5/38 (2006.01)
B61C 9/48 (2006.01) B61F 3/16 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **21215925.5**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
B61F 3/00; B61C 9/48; B61F 3/16; B61F 5/386

(22) Date de dépôt: **20.12.2021**

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Lohr Industrie**
67980 Hangenbieten (FR)

(72) Inventeur: **ANDRE, Jean-Luc**
67120 MOLSHEIM (FR)

(74) Mandataire: **Merckling, Norbert**
Cabinet Laurent et Charras
1A Place Boecler
CS 10063
67024 Strasbourg Cedex (FR)

(30) Priorité: **28.12.2020 FR 2014177**

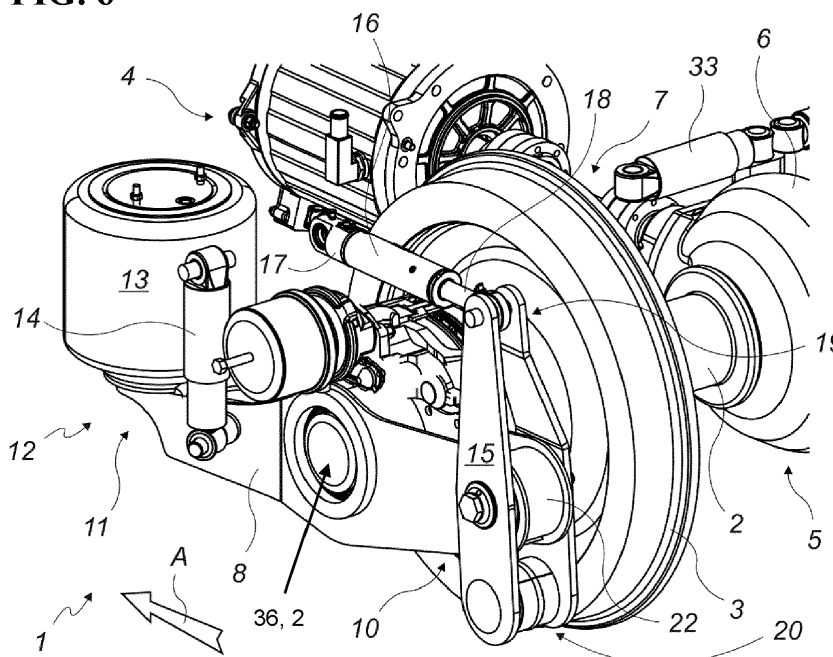
(54) **SUSPENSION POUR VEHICULE FERROVIAIRE A AXES SUPPORT DE ROUES ORIENTABLES**

(57) Ensemble (0) comprenant un châssis (9) d'un véhicule ferroviaire, un axe support de roue (36) et un dispositif de liaison (1) reliant l'axe support de roue au châssis et comprenant un actionneur de commande (16) relié au châssis ; une bielle de commande (15) montée articulée à l'actionneur et au châssis ; un bras de suspension (8) dont une extrémité (10) est montée articulée à la bielle par une articulation élastique (22) ; et un dispositif de suspension (12) monté entre le châssis et la

seconde extrémité (11) du bras de suspension pour amortir les déplacements verticaux. Le bras de suspension porte l'axe support de roue en position intermédiaire entre ses deux extrémités.

Le dispositif de liaison autorise, avec une raideur déterminée, des débattements verticaux, latéraux et en roulis du châssis par rapport au bras de suspension, et oriente l'axe support de roue en lacet dans les courbes.

FIG. 6



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des véhicules ferroviaires légers à deux essieux ou quatre demi-essieux.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement un ensemble comprenant un essieu ou deux demi-essieux et un dispositif de liaison prévu pour relier ledit essieu ou lesdits demi-essieux au châssis d'un véhicule ferroviaire, lequel ensemble est apte à faire circuler ce véhicule sur des voies ferroviaires très dégradées, sinueuses et/ou présentant des virages à forte courbure.

Technique antérieure

[0003] De nos jours, il est envisagé la réhabilitation de petites lignes ferroviaires que l'on rencontre généralement en milieu suburbain et à la campagne, et qui ne sont plus utilisées depuis longtemps.

[0004] Cependant, en plus d'être généralement sinueuses et de présenter des virages à forte courbure, en raison d'un manque d'entretien ou d'un abandon, ces voies secondaires sont souvent dans un état ne permettant pas la circulation des véhicules ferroviaires existants : manque de ballast, gauche de voie important, clothoïde dégradée, etc.

[0005] Or, la remise aux normes habituelles de ces voies ferroviaires ainsi que leur entretien régulier représentent un coût trop important pour imaginer leur réouverture pour des véhicules ferroviaires classiques.

[0006] Aussi, plutôt que rénover ces voies, existe-t-il un besoin pour des véhicules ferroviaires aptes à circuler sur ces lignes ferroviaires très dégradées.

[0007] Afin de circuler sur des lignes ferroviaires malcommodes, dans les années 50, en Allemagne, avait été développé un nouveau véhicule ferroviaire : le Schienenbus. Il s'agissait d'un autorail qui n'était porté que par deux essieux et non par des bogies, ce qui en faisait un véhicule léger, 10 tonnes par essieu, et peu consommateur d'énergie.

[0008] La suspension de ce véhicule était classiquement réalisée avec des ressorts à lames tels que ceux utilisés pour les wagons de frets à deux essieux.

[0009] Cependant, cette suspension présentait de nombreux inconvénients :

- Elle ne filtrait pas suffisamment les défauts de voies.
- Elle rendait le véhicule peu confortable et bruyant entre autres par des remontés des bruits solidiens et des crissements dans les courbes.
- Elle était sensible au déraillement dans les courbes serrées, ce qui nécessite de réduire fortement la vitesse du véhicule.
- Elle générait des sollicitations et des usures de la voie dans les courbes serrées.

[0010] D'autres véhicules ont été décrits dans l'art antérieur notamment dans les demandes de brevet JP S57 99459 A et JP S57 90260 A au nom de FUJI HEAVY IND LTD ou dans la demande WO 2018/153436 A1 au nom de SIEMENS AG ÖSTERREICH. Cependant, les systèmes de suspension de ces véhicules présentent de nombreux désavantages en particulier ceux des demande JP S57 99459 A et JP S57 90260 A qui ne comportent pas de bras suspension, la suspension venant directement porter l'essieu du véhicule, ou celui de la demande WO 2018/153436 A1 dans lequel la suspension vient s'appuyer juste au-dessus de l'essieu qui n'est pas éloigné de l'extrémité du bras de suspension.

[0011] Ces types de suspension étant peu avantageux, il existe donc un besoin pour un nouvel ensemble de liaison apte à équiper un véhicule ferroviaire léger qui n'est porté que par deux essieux et qui ne présente pas les inconvénients de la suspension du Schienenbus ou des autres suspensions existantes pour véhicule ferroviaire.

[0012] En outre, le nouvel ensemble pour véhicule ferroviaire doit assurer un confort intérieur équivalent à celui ressenti dans les tramways modernes, tout en étant robuste, simple, peu onéreux et fiable.

[0013] Il est également très important que le nouvel ensemble pour véhicule ferroviaire assure un bon guidage du véhicule, quel que soit l'état de dégradation des voies, y compris sur les voies sinueuses et/ou présentant des virages à forte courbure.

[0014] Pour assurer le guidage d'un véhicule ferroviaire sur les rails, le profil de roulement des roues est de forme légèrement conique avec un raccord concave vers le boudin. C'est la forme de chaque roue au sein d'un essieu ferroviaire, par la différence des rayons de roulement droite-gauche, intérieur-extérieur, qui permet à l'essieu de s'auto-centrer sur la voie lorsqu'il se déporte latéralement, sans l'action d'organes extérieurs. Cet asservissement mécanique permet à l'essieu d'un véhicule ferroviaire de prendre les courbes larges sans user son boudin, ce qu'on appelle « effet bicône ». La conicité, c'est-à-dire l'angle moyen au contact roue-rail est propre à chaque couple « profil de roue / profil de rail ».

[0015] Une forte conicité se caractérise par un contact capable de bien auto-orienter l'essieu, mais elle tend à rendre l'essieu, et donc le véhicule, instable. On utilise habituellement des couples à forte conicité pour les réseaux sinueux, et des couples à faible conicité pour les trains à grande vitesse.

[0016] Pour des voies à courbes moyennes, dont le rayon de courbure est supérieur à 350 mètres, l'effet bicône est généralement suffisant pour laisser l'essieu s'orienter correctement et les efforts latéraux aux boudins restent faibles, ce qui préserve la voie et les roues.

[0017] Dans le cas des virages à forte courbure, dont le rayon de courbure est inférieur à 350 mètres et peut aller jusqu'à 150 mètres, l'effet bicône est insuffisant. Aussi, dans le cas du nouvel ensemble pour un véhicule ferroviaire à deux essieux, celui-ci doit avantageusement

laisser l'essieu prendre un angle de dérive - également connu sous le nom d'orientation en lacet - par rapport au châssis pour ne pas trop contrarier son auto-orientation et pour amortir les sollicitations transversales. Il doit aussi présenter une raideur suffisante en lacet pour assurer la stabilité intrinsèque et le confort nécessaire au transport des voyageurs, notamment quand l'essieu vient en butée sur des défauts de voies.

[0018] Le nouvel ensemble doit autoriser les débattements latéraux afin de filtrer les sollicitations latérales générées par le roulage et les défauts de voie. De même, ce nouvel ensemble doit permettre un parallélisme des essieux, notamment en ligne droite. Un parallélisme mal contrôlé est susceptible d'entraîner un angle de dérive permanent de l'essieu et de provoquer une usure prématurée des roues ou des voies, voire même un déraillement du véhicule.

[0019] Le nouvel ensemble doit aussi permettre une raideur réglable individuellement selon l'axe vertical pour chacune des deux roues d'un même essieu, un tel ensemble pendulaire permettant avantageusement d'assurer une fréquence propre indépendante de leur forte variation de charge.

[0020] Idéalement, le nouvel ensemble doit également permettre de déplacer verticalement et de manière active au moins une roue de l'essieu par rapport au châssis du véhicule ferroviaire afin d'incliner le véhicule ferroviaire dans les virages pour un plus grand confort des passagers.

[0021] Enfin, les reprises du nouvel ensemble pourraient avantageusement être positionnées à l'extérieur des roues pour améliorer la tenue en roulis.

[0022] Un tel ensemble idéal de suspension devrait également pouvoir être adapté à un véhicule ferroviaire équipé de deux demi-essieux portant chacun une roue indépendante, à la place d'un essieu à deux roues.

Présentation de l'invention

[0023] L'objet de la présente invention vise par conséquent à pallier les inconvénients de l'art antérieur en proposant un nouveau véhicule ferroviaire léger, par exemple du type autorail, qui peut être porté par deux essieux ou quatre demi-essieux, et non par des bogies. Ce véhicule de 25 tonnes maximum en charge est considéré comme léger lorsque comparé aux véhicules ferroviaires classiques portés que par deux bogies, et pesant généralement près de 50 tonnes.

[0024] Ce véhicule ferroviaire léger se particularise par un nouvel ensemble comprenant un châssis, au moins un axe support de roue qui est un essieu équipé de deux roues ou un demi-essieu équipé d'une roue, et au moins un dispositif de liaison prévu pour relier ledit axe support de roue au châssis du véhicule ferroviaire, dans lequel l'axe support de roue est apte à pivoter par rapport audit châssis autour d'un axe sensiblement vertical. Il est caractérisé en ce que le dispositif de liaison comporte les moyens suivants :

- un actionneur de commande comportant un corps et une partie mobile, le corps dudit actionneur de commande étant prévu pour être relié au châssis du véhicule ;
- 5 • une bielle de commande dont une première extrémité est montée par une articulation au niveau de l'extrémité libre de la partie mobile de l'actionneur de commande, tandis que sa seconde extrémité est montée par une autre articulation sur le châssis du véhicule ;
- 10 • un bras de suspension portant une extrémité latérale de l'axe support de roue en position intermédiaire entre une première extrémité et une seconde extrémité dudit bras de suspension, la première extrémité dudit bras de suspension étant montée articulée à la bielle de commande par une articulation ; et
- 15 • un dispositif de suspension comportant au moins une suspension prévue entre le châssis du véhicule et la seconde extrémité du bras de suspension pour suspendre et amortir les déplacements verticaux ;
- 20

ces moyens étant agencés de sorte que lorsque la bielle de commande est pivotée par l'actionneur de commande, l'axe support de roue pivote par rapport au châssis autour d'un axe sensiblement vertical.

[0025] L'actionneur de commande, par l'intermédiaire de la bielle de commande, permet avantageusement de forcer l'orientation en lacet de l'axe support de roue, voire même de forcer l'inclinaison latérale du châssis par rapport à la voie. L'actionneur de commande modifie l'angle de dérive entre l'axe support de roue et le châssis en déplaçant le point d'articulation du bras de suspension par rapport au châssis ou par rapport à l'axe support de roue.

[0026] Ainsi, le déplacement en translation de la partie mobile de l'actionneur fait pivoter la bielle de commande dans un plan sensiblement vertical de sorte d'entraîner l'articulation du bras de suspension vers l'avant ou vers l'arrière selon la direction longitudinale générale du véhicule, ce qui conduit avantageusement à un déplacement en lacet de l'axe support de roue.

[0027] De même, avantageusement, le déplacement de la partie mobile de l'actionneur fait également pivoter la bielle de commande dans un plan sensiblement vertical de sorte d'entraîner l'articulation du bras de suspension vers le haut ou vers le bas, ce qui incline latéralement le châssis du véhicule par rapport à l'essieu et permet de donner de la gîte au châssis dans les courbes et de compenser les effets centrifuges.

[0028] Avantageusement, le dispositif de suspension amortit le déplacement vertical du châssis par rapport à l'axe support de roue et procure le confort vertical. Il permet également de compenser localement l'état de charge du véhicule afin de régler la hauteur du châssis du véhicule par rapport à l'axe support de roue.

[0029] Selon les modes de réalisation envisagés, il est possible d'équiper le véhicule ferroviaire d'un seul dispositif de liaison selon l'invention qui s'étend alors d'un

seul côté du véhicule, ou de deux dispositifs de liaison situés un de chaque côté du véhicule.

[0030] Dans le cas où l'axe support de roue est un essieu équipé de deux roues, lorsque le dispositif de liaison selon l'invention provoque l'orientation en lacet de l'une des extrémités de l'essieu d'un côté du véhicule dans un sens, l'autre extrémité de l'essieu qui se trouve de l'autre côté du véhicule est simultanément et automatiquement orientée en lacet dans l'autre sens, l'essieu pivotant par rapport au châssis autour d'un axe vertical et servant de liaison mécanique de jumelage entre les deux roues.

[0031] La situation peut être différente lorsque le véhicule ferroviaire est équipé de deux demi-essieux indépendants portant chacun une roue. Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, l'ensemble peut comprendre deux axes support de roue sous la forme de deux demi-essieux chacun équipé d'une roue, et comporter en outre un dispositif de jumelage du pivotement des demi-essieux, qui, lorsque l'un des demi-essieux pivote par rapport au châssis autour d'un axe vertical, provoque un pivotement identique mais en sens inverse de l'autre demi-essieu.

[0032] Ce dispositif de jumelage peut être de nature quelconque. Il peut s'agir par exemple d'un jumelage des deux actionneurs de commande, par exemple par un asservissement hydraulique, lorsqu'un ensemble selon l'invention est prévu de chaque côté du véhicule. Alternativement, il peut s'agir notamment d'une liaison mécanique entre les deux demi-essieux.

[0033] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, le dispositif de jumelage du pivotement des demi-essieux est une liaison mécanique qui comprend :

une traverse de liaison, qui est fixée au châssis par l'intermédiaire d'une articulation de pivotement selon l'axe vertical et qui s'étend d'un côté à l'autre du châssis, et
de chaque côté du châssis, une bielle de jumelage qui est fixée d'une part par une articulation de type rotule à une extrémité de la traverse de liaison et d'autre part par une articulation de type rotule à la bielle ou au bras de suspension.

[0034] Par ailleurs, selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, l'articulation du bras de suspension est une articulation élastique prévue pour autoriser, avec une raideur déterminée, des débattements verticaux, des débattements latéraux et des débattements en roulis du châssis du véhicule par rapport au bras de suspension, et pour autoriser l'orientation en lacet de l'axe support de roue dans les courbes.

[0035] Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, l'articulation du bras de suspension comporte une partie en élastomère, préférentiellement de type caoutchouc ou composite de type caoutchouc métal, et préférentiellement hétérogène pour obtenir des raideurs différentes en x, y et z.

[0036] Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, l'amplitude des débattements verticaux, latéraux et en roulis autorisés par l'articulation du bras de suspension sont inférieurs à 10 millimètres, préférentiellement inférieurs à 8 millimètres et plus préférentiellement inférieurs à 5 millimètres.

[0037] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention la raideur de l'articulation du bras de suspension en x, y et z est préférentiellement comprise entre 2×10^5 N/m et 2×10^7 N/m, plus préférentiellement comprise entre 7×10^5 N/m et 7×10^6 N/m et encore plus préférentiellement comprise entre 1×10^6 N/m et 5×10^6 N/m.

[0038] Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, l'articulation de la bielle de commande sur le châssis est une articulation élastique prévue pour autoriser, avec une raideur déterminée, au moins des débattements latéraux de la bielle de commande par rapport au châssis.

[0039] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, le bras de suspension s'étend sensiblement horizontalement selon l'axe longitudinal du véhicule ferroviaire de manière que, lorsque la bielle est pivotée par l'actionneur de commande et exerce un effort sur le bras de suspension au niveau de l'articulation, la cinématique de cette bielle génère une composante d'effort verticale et incline latéralement le châssis du véhicule ferroviaire.

[0040] Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, le bras de suspension est prévu sous le châssis et du côté extérieur de la roue qui lui est associée. En effet, le fait d'écartier le plus possible les suspensions améliore la tenue en roulis du véhicule ferroviaire.

[0041] Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, la bielle de commande s'étend sensiblement verticalement de manière que, lorsque la bielle de commande est pivotée par l'actionneur de commande et exerce un effort sur le bras de suspension au niveau de l'articulation, la cinématique de cette bielle génère une composante d'effort horizontale et oriente l'essieu en lacet.

[0042] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, l'actionneur de commande s'étend sensiblement horizontalement selon l'axe longitudinal du véhicule ferroviaire de manière à faire pivoter la bielle de commande dans un plan vertical lorsque la partie mobile dudit actionneur de commande est déplacée.

[0043] Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, l'articulation du bras de suspension est préférentiellement prévue entre les deux articulations de la bielle de commande, et plus préférentiellement dans la partie sensiblement médiane de la bielle de commande, de manière que le point d'application des efforts exercés par l'actionneur de commande sur la bielle de commande au niveau de la première articulation de celle-ci soit éloigné de ladite première extrémité du bras de suspension.

[0044] Ainsi, on amplifie la course de l'actionneur ce qui simplifie son contrôle commande et la force des efforts exercés par l'actionneur de commande sur la bielle de commande au niveau de la première articulation de

celle-ci est augmentée et plus importante au niveau de l'articulation du bras de suspension, de sorte que la force exercée par l'actionneur de commande soit amplifiée au niveau de l'articulation du bras de suspension.

[0045] Selon l'invention, l'axe support de roue est relié au bras de suspension, entre la première et la seconde extrémité dudit bras de suspension, dans une position intermédiaire quelconque entre ces deux extrémités, et préférentiellement au niveau de la partie sensiblement médiane dudit bras de suspension, de manière que le point d'application des efforts exercés par la bielle de commande sur le bras de suspension au niveau de l'articulation soit éloigné de l'extrémité latérale de l'axe support de roue portée par ledit bras de suspension et qu'en outre l'extrémité latérale de l'axe support de roue soit également éloignée du point d'application des efforts exercés par le dispositif de suspension sur le bras de suspension.

[0046] En effet, le bras de suspension est dit tiré :

- il est articulé à son extrémité ;
- il est relié à l'axe support de roue préférentiellement dans la partie médiane de celui-ci ; et
- il est relié à la caisse par le dispositif de suspension à l'opposé.

[0047] La position de la liaison à l'axe support de roue est choisie de sorte de répartir les charges reprises à l'articulation et à la suspension. On cherche à diminuer les charges sur l'articulation pour que ces charges s'exercent le plus possible sur la suspension. Ainsi, le confort est meilleur et les résistances en fatigue du dispositif de liaison sont améliorées.

[0048] En outre, la position intermédiaire de l'extrémité de l'axe support de roue sur le bras de suspension, qui est éloignée de la liaison avec la suspension, permet avantageusement de créer une composante horizontale dans la transmission des efforts vers la roue. L'effort résultant du poids du châssis n'est pas directement transmis par la suspension verticalement en direction du sol, mais se décompose en une composante verticale et une composante horizontale qui s'applique le long du bras de suspension.

[0049] Cette composante horizontale crée un couple qui a tendance à ramener l'axe support de roue en position droite, c'est-à-dire en position transversale au véhicule et à son châssis. De ce fait, lorsque l'actionneur n'exerce pas ou plus d'effort sur la bielle de commande, cette composante verticale vient automatiquement remettre l'axe support de roue en position droite s'il avait précédemment pivoté sous l'action de la bielle de commande, ou le maintient en position droite s'il l'était déjà. Cette action est passive et automatique. La sécurité du système s'en trouve fortement améliorée.

[0050] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, la suspension du dispositif de suspension est un ressort pneumatique, comportant préférentiellement un diaphragme ou un soufflet apte à être gonflé à l'air com-

primé.

[0051] Selon un autre exemple de mise en œuvre de l'invention, le nouvel ensemble selon l'invention comporte un capteur entre l'axe support de roue et le châssis du véhicule, ce capteur étant prévu pour mesurer l'état de charge du véhicule et réguler la pression de l'air comprimé fourni à la suspension pneumatique en fonction dudit état de charge.

[0052] Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, le dispositif de suspension comporte un amortisseur sensiblement vertical ou incliné de type hydraulique, oléopneumatique ou hydropneumatique.

[0053] Cet amortisseur est avantageusement prévu avec une raideur permettant d'obtenir une fréquence propre de la suspension de l'ordre du Hertz, pour procurer le confort vertical.

[0054] En effet, une suspension comprend habituellement un élément ressort et un amortisseur, généralement hydraulique, pour amortir et éviter le pompage du ressort. Avec une suspension hydraulique par exemple, on arrive à combiner le ressort et l'amortisseur dans le même organe. Avec une suspension pneumatique, préférée dans le domaine ferroviaire, on ajoute généralement un amortisseur télescopique hydraulique qui calme les oscillations du ressort pneumatique par laminage d'huile, donc par chaleur.

[0055] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, la partie de la bielle de commande comportant l'articulation prévue dans sa seconde extrémité est inclinée par rapport à la verticale longitudinalement en rapprochement du centre du châssis, de préférence selon un angle compris entre 10° et 65°, plus préférentiellement compris entre 20° et 55°, et encore plus préférentiellement compris entre 30° et 45° par rapport à la verticale.

[0056] Selon un autre exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, l'ensemble selon l'invention comporte un dispositif d'amortissement latéral prévu pour relier l'axe support de roue au châssis de sorte d'amortir les sollicitations latérales générées par l'axe support de roue et transmises au châssis.

[0057] Selon un exemple supplémentaire de mise en œuvre de l'invention, le dispositif d'amortissement latéral comprend deux amortisseurs disposés de manière symétrique par rapport à l'axe longitudinal médian du véhicule.

[0058] Selon un exemple de mise en œuvre de l'invention, l'actionneur de commande est un vérin hydraulique, ce qui permet avantageusement à l'actionneur de commande devenu passif en cas de panne, de remplir un rôle d'amortisseur en lacet pour garantir une stabilité satisfaisante du véhicule.

Breve description des dessins

[0059] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui va suivre, faite en référence

aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, dans lesquels :

La figure 1 est une vue plane de dessus illustrant une partie de châssis d'un véhicule ferroviaire comportant un essieu équipé de deux suspensions selon l'invention.

La figure 2 est une vue en perspective de dessous illustrant une partie de châssis similaire à celle de la figure 1.

La figure 3 est une vue en perspective de dessus illustrant une partie de châssis similaire à celle des figures 1 et 2 et dans laquelle la bielle de commande est sous la forme d'une seule plaque légèrement incurvée.

La figure 4 est une vue en perspective similaire à celle de la figure 3, dans laquelle le châssis du véhicule ferroviaire n'est pas représenté.

La figure 5 est une vue en perspective de dessus illustrant une partie de châssis similaire à celle des figures 1 et 2, dans laquelle la bielle de commande est sous la forme de deux flancs parallèles non incurvés.

La figure 6 est une vue de détail de la figure 5 au niveau du dispositif de liaison.

La figure 7 est une vue de profil illustrant une partie de châssis similaire à celle des figures 1 et 2 et dans laquelle la bielle de commande est incurvée.

La figure 8 est une vue de profil illustrant une partie de châssis similaire à celle des figures 1 et 2, dans laquelle le châssis du véhicule ferroviaire n'est pas représenté et dans laquelle la bielle de commande est sensiblement rectiligne.

La figure 9 est une vue en perspective de l'articulation élastique du bras de suspension.

La figure 10 est une vue en coupe de l'articulation élastique du bras de suspension de la figure 9.

La figure 11 est une vue en perspective de dessus illustrant une partie d'un véhicule ferroviaire comportant deux demi-essieux, équipé de deux suspensions selon une autre variante de l'invention.

La figure 12 est une vue plane de dessus illustrant une partie de châssis similaire à celle de la figure 11.

Description détaillée

[0060] Les éléments structurellement et fonctionnellement identiques présents sur plusieurs figures distinctes, sont affectés d'une même référence numérique ou alphanumérique.

[0061] Par vertical ou horizontal, on se référera au véhicule lorsque celui-ci est dans des conditions normales d'utilisation sur un terrain plat et non incliné. Par longitudinal on comprendra donc l'axe général du véhicule selon lequel il se déplace, axe qui est le même que celui de la voie dans le cas où celle-ci est droite. De même, par plan horizontal, on entend le plan moyen dans lequel le véhicule se trouve, plan qui est parallèle à celui comprenant

les deux rails de la voie dans le cas où celle-ci est droite, plane et non inclinée. En outre, par axe vertical, on entend un axe qui est perpendiculaire au plan horizontal précédemment défini. Enfin, par transversal, on entend une direction ou un axe qui s'étend horizontalement et perpendiculairement à l'axe longitudinal du véhicule.

[0062] Le nouvel ensemble (0) selon l'invention est préférentiellement prévu pour équiper un nouveau véhicule ferroviaire léger, par exemple de 25 tonnes maximum en charge, qui n'est porté que par deux essieux (2) ou quatre demi-essieux (35), et non pas par des bogies. Ledit ensemble (0) comprend au moins un axe support de roue (36), qui est composé dans le mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 10 d'un essieu (2) équipé de deux roues (3) ou dans le mode de réalisation représenté sur les figures 11 et 12 de deux demi-essieux (35) équipés chacun d'une roue (3). Il comprend également au moins un dispositif de liaison (1) prévu pour relier ledit axe support de roue (362) au châssis (9) d'un véhicule ferroviaire.

[0063] Le mode de réalisation représenté sur les figures 1 à 10 va maintenant être décrit.

[0064] De manière classique, chaque essieu (2) comporte une roue ferroviaire (3) au niveau de chacune de ses extrémités.

[0065] Dans le nouveau véhicule ferroviaire léger, par exemple de type autorail, la motorisation est assurée par au moins un moteur électrique (4) qui est préférentiellement fixé au châssis (9), mais qui peut également être fixé à au moins un essieu (2). Préférentiellement, chaque essieu (2) ainsi motorisé porte en son centre un réducteur (5), par exemple du genre couple conique avec un rapport de réduction défini en fonction des performances attendues. La couronne du réducteur (5) est liée en rotation à l'essieu (2), tandis que le carter (6) qui porte le pignon d'entrée du réducteur (5) est monté libre en rotation par rapport à l'essieu (2) qui transmet les couples aux roues (3). Le carter (6) du réducteur (5) est par exemple suspendu au châssis (9) du véhicule ferroviaire par un dispositif de suspension (34) comprenant par exemple deux bielles haute (23) et basse (24) qui le retiennent en rotation. Chaque moteur électrique (4) est préférentiellement fixé sous caisse, et la liaison mécanique (7) entre le moteur électrique (4) et l'essieu (2) qui lui est associé se fait par préférentiellement une transmission homocinétique, par exemple du genre cardan. Ainsi, chaque moteur électrique (4) n'est pas soumis aux chocs et vibrations subits par l'essieu (2) qui lui est associé. En outre, la masse non suspendue est inférieure par rapport aux véhicules ferroviaires classiques, ce qui est bénéfique pour le confort et moins endommageant pour la voie.

[0066] On notera que cette suspension est également valable pour un essieu (2) non moteur. Dans ce cas on prévoit des bielles centrales, par exemple bielles haute (23) et basse (24), qui sont reliées à l'essieu (2) par une pièce équivalente au carter (6) du réducteur (5) du cas précédent, mais sans organes mécaniques de transmission tels que la liaison mécanique (7).

[0067] Bien entendu, la suspension de l'essieu (2) par l'intermédiaire du carter (6) du réducteur (5) n'est qu'un exemple préféré. Afin que l'essieu (2) puisse être orienté en lacet, il est cependant essentiel qu'il soit prévu pivotant par rapport au châssis (9) du véhicule ferroviaire autour d'un axe sensiblement vertical.

[0068] Le moteur (4) est préférentiellement suspendu au châssis (9) du véhicule ferroviaire, bien que cela ne soit pas obligatoire.

[0069] Dans le cas où il y a un dispositif de suspension (34) comprenant deux bielles (23, 24) centrales, ces bielles (23, 24) reprennent majoritairement les efforts longitudinaux de traction et freinage alors que les bras de suspension (8), les bielles de commande (15) et les actionneurs de commande (16) jouent plutôt un rôle de stabilisation en lacet.

[0070] Dans le cas où il n'y a pas de dispositif de suspension (34), ce sont les bielles de commande (15) qui reprennent tous les efforts longitudinaux, ces efforts longitudinaux se répartissant entre le point d'articulation (20) sur le châssis et le point d'articulation (19) sur les actionneurs de commande (16).

[0071] Bien qu'un essieu (2) motorisé soit représenté à titre d'exemple sur les figures, il est bien entendu que l'ensemble (0) selon l'invention peut tout à fait être prévu pour un essieu (2) non motorisé.

[0072] Dans le cas d'un essieu (2) motorisé, un dispositif de liaison articulé, par exemple sous la forme de bielles haute (23) et basse (24) est prévu entre le carter (6) et le châssis (9) pour reprendre, entre autres, les couples de traction et de freinage.

[0073] Le dispositif de liaison (1) selon l'invention est une version de suspension dite à bras tiré. Tel que cela est représenté sur les figures à titre d'exemple, un tel dispositif de liaison (1) équipe préférentiellement chaque essieu (2) du véhicule, et est plus préférentiellement présent des deux côtés du véhicule, pour chacun des deux essieux (2) de celui-ci. Bien que cela semble peu avantageux dans le cas d'un véhicule ferroviaire léger, rien n'empêche d'utiliser le dispositif de liaison (1) pour un seul essieu (2) et/ou d'un seul côté du véhicule.

[0074] Le dispositif de liaison (1) comporte un bras de suspension (8) prévu pour porter une extrémité latérale de l'essieu (2) qui lui est associé. Le bras de suspension (8) est préférentiellement prévu sous le châssis (9) et déporté latéralement du côté extérieur de la roue (3) qui lui est associée. Il s'étend préférentiellement sensiblement horizontalement selon l'axe longitudinal du véhicule ferroviaire, c'est-à-dire parallèlement aux rails de la voie.

[0075] On notera que la liaison entre les bouts d'essieu (2) et les bras de suspension (8) sont des liaisons libres en rotation autour de l'axe de l'essieu (2) puisque cet essieu (2) tourne. Il s'agit de préférence de roulements de forte capacité.

[0076] Avantageusement, le dispositif de freinage est positionné entre les bras de suspension (8) et les roues (3). Les disques de frein sont liés à l'essieu (2) tandis

que les étriers sont fixés sur les bras de suspension (8), avec les organes de commande de frein situés au-dessus des bras de suspension (8). Ainsi les disques de frein sont bien ventilés, à l'abri des projections de ballast et les organes sont accessibles pour la maintenance.

[0077] Le châssis (9) du véhicule ferroviaire est relié à l'essieu (2) de manière articulée par une première extrémité (10) du bras de suspension (8), tandis que le châssis (9) du véhicule ferroviaire est relié et suspendu au bras de suspension (8), au niveau de la seconde extrémité (11) du bras de suspension (8), par l'intermédiaire d'un dispositif de suspension (12).

[0078] Tous les efforts longitudinaux et latéraux et une partie des efforts verticaux sont repris au niveau de ces articulations, tandis que l'autre partie des efforts verticaux et la suspension principale sont reprises par le dispositif de suspension (12).

[0079] Avantageusement, l'essieu (2) est relié au bras de suspension (8), entre la première extrémité (10) et la seconde extrémité (11) dudit bras de suspension (8), préférentiellement au niveau de la partie sensiblement médiane dudit bras de suspension (8).

[0080] Le dispositif de suspension (12) comporte au moins une suspension (13) montée entre le châssis (9) du véhicule et le bras de suspension (8) pour amortir les déplacements verticaux, ladite suspension (13) étant préférentiellement prévue au niveau de la seconde extrémité (11) du bras de suspension (8).

[0081] La suspension (13) du dispositif de suspension (12) est préférentiellement un ressort pneumatique comportant un diaphragme ou un soufflet apte à être gonflé à l'air comprimé.

[0082] Cette suspension (13) pneumatique est avantagement prévue pour notamment gérer la hauteur du châssis (9) du véhicule par rapport à l'essieu (2), par exemple afin de tenir compte de l'état de charge du véhicule et/ou des hauteurs autorisées pour le véhicule ferroviaire. Ceci permet avantagement d'avoir une assiette constante pour le véhicule ferroviaire, ce qui facilite l'accès des personnes en fauteuil roulants par exemple.

[0083] Cette suspension (13) peut également être un ressort hydraulique ou électrique et intégrer un amortissement. Il peut avantagement être pilotée en extension pour piloter et corriger l'assiette du véhicule.

[0084] La suspension (13) peut également être une suspension sous forme de ressort métallique par exemple à boudin ou d'un bloc élastomère, par exemple en caoutchouc, mais ce type de suspension ne permet pas de corriger l'assiette du véhicule et procure un peu moins de confort.

[0085] La régulation pneumatique est assez lente afin de permettre la filtration dynamique en roulage sans générer des mouvements de roulis désagréables. Les caractéristiques de cette suspension sont adaptées pour filtrer les vibrations générées par le roulage et obtenir le confort recherché pour le transport public.

[0086] Selon une variante préférée de l'invention, l'ensemble (0) selon l'invention comporte un capteur prévu

entre le châssis (9) du véhicule et l'essieu (2) équipé du dispositif de liaison (1), ce capteur étant prévu pour mesurer la distance entre le châssis (9) et l'essieu (2) ou l'élongation de la suspension (13) pneumatique au niveau de cet essieu (2) et réguler la pression de l'air comprimé fourni à la suspension (13) pneumatique en fonction de l'état de charge du véhicule au niveau dudit essieu (2). En jouant sur la pression d'air fournie à la suspension (13) pneumatique on peut ainsi garder la distance entre le châssis (9) et l'essieu (2) constante. Ainsi on a une assiette constante pour le véhicule indépendamment de la charge.

[0087] Selon une variante préférée de l'invention, le dispositif de suspension (12) comporte également un amortisseur (14) par exemple de type hydraulique, oléopneumatique ou hydropneumatique. Cet amortisseur (14) s'étend de préférence de manière sensiblement verticale ou inclinée, mais est préférentiellement situé dans un plan vertical parallèle à la direction longitudinale générale du véhicule.

[0088] De manière préférentielle, la suspension (13) et l'amortisseur (14) sont situés proches et parallèles l'un de l'autre pour fonctionner conjointement afin de fournir un dispositif de suspension (12) adaptés aux besoins de l'invention, notamment pour procurer le confort vertical et régler la hauteur du châssis (9) du véhicule par rapport à l'essieu (2).

[0089] L'amortisseur (14) a notamment pour rôle d'amortir les oscillations de la suspension (13).

[0090] La première extrémité (10) du bras de suspension (8) est prévue pour être montée articulée au châssis (9) du véhicule ferroviaire par l'intermédiaire d'une bielle de commande (15) qui est de préférence déplacée en inclinaison par un actionneur de commande (16).

[0091] Cet actionneur de commande (16) comporte un corps (17) monté articulé sur le châssis (9) du véhicule, et une partie mobile (18) reliée à une première extrémité de la bielle de commande (15) au niveau d'une articulation (19). La partie mobile (18) de l'actionneur de commande (16) est la pièce mobile d'actionnement de celui-ci, par exemple la tige mobile dans le cas où l'actionneur de commande (16) est un vérin pneumatique ou hydraulique, le tube mobile ou la vis mobile dans le cas où l'actionneur de commande (16) est un actionneur à vis et/ou à écrou.

[0092] L'actionneur de commande (16) est préférentiellement un vérin, et plus préférentiellement un vérin hydraulique, qui comprend un capteur de déplacement pour connaître sa course. Le circuit hydraulique du vérin est de préférence conçu pour mettre en communication la grande chambre du vérin d'un côté avec la chambre annulaire du vérin opposé. Ainsi le débit à fournir pour le pilotage du vérin est le même en sortie et en rentrée pour une même valeur de déplacement. L'asservissement s'en trouve simplifié. Un étrangleur est préférentiellement prévu sur le circuit hydraulique du vérin, de sorte que lorsque le vérin est passif, il réalise un amortissement hydraulique, notamment pour l'orientation en

lacet de l'essieu (2) par rapport au châssis (9) du véhicule. En effet, dans certaines configurations de voie, l'actionneur de commande (16) peut avantageusement devenir passif et jouer un rôle d'amortisseur en lacet. Dans ce cas l'orientation en lacet de l'essieu (2) se fait seulement par l'effet du bicône des roues (3).

[0093] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'actionneur de commande (16) s'étend sensiblement horizontalement selon l'axe longitudinal du véhicule ferroviaire, tandis la bielle de commande (15) s'étend sensiblement verticalement, c'est-à-dire de manière sensiblement perpendiculaire à l'actionneur de commande (16).

[0094] La bielle de commande (15) se présente préférentiellement sous la forme d'une pièce allongée, par exemple d'une seule pièce sensiblement plate (voir figures 3 et 4) ou sous la forme de deux flancs parallèles (voir figures 2, 5 et 6). Selon la configuration dans laquelle la bielle de commande (15) est sous la forme d'une seule pièce allongée, celle-ci est prise en chape entre les flancs de la chaise de suspension (21) montée en partie inférieure du châssis (9). Selon la seconde configuration, l'articulation (22) du bras de suspension (8) peut être prise en chape entre les deux flancs parallèles de la bielle de commande (15).

[0095] Selon une première variante représentée sur les figures 5, 6 et 8, la bielle de commande (15) peut être de forme sensiblement droite.

[0096] Selon une seconde variante plus avantageuse représentée sur les figures 3, 4 et 7, la bielle de commande (15) peut être de forme légèrement incurvée à la manière d'un boomerang. Cette forme incurvée permet de relier la bielle de commande (15) à l'actionneur de commande (16) et au bras de suspension (8) en des points de fixation situés sensiblement selon un même axe sensiblement vertical, et la relier au châssis (9) du véhicule en un point décalé longitudinalement en éloignement de l'essieu. Selon cette configuration, les deux points de fixation de la bielle de commande (15) ne sont pas alignés avec l'articulation (22) du bras de suspension (8), ce qui évite la création d'un point peu stable de fonctionnement, car il faut peu d'effort pour s'en écarter.

[0097] La forme incurvée pour la bielle de commande (15) simplifie l'implantation de l'actionneur de commande (16) dans la réalisation représentée à titre d'exemple sur les figures. Dans cette réalisation, on notera d'ailleurs que l'actionneur de commande (16) est positionné en position haute par rapport à la bielle de commande (15), il pourrait tout aussi bien être positionné ailleurs, par exemple en bas et de l'autre côté de la bielle de commande (15). L'implantation représentée à titre d'exemple sur les figures a été choisie afin de permettre l'installation d'une barre antiroulis (25) et pour placer l'actionneur de commande (16) à l'abri des projections de ballast.

[0098] On notera que la localisation des points d'articulation de la bielle de commande (15) se justifie par l'effet recherché de mise en roulis du châssis (9) en coïncidence à la mise en lacet de l'essieu (2) et par le fait de

positionner l'axe de l'actionneur de commande (16) le plus tangent possible au rayon décrit par le point d'articulation (19) lorsqu'il tourne autour du point d'articulation, pour avoir des efforts et des courses semblables dans un sens comme dans l'autre lors des débattements de la bielle de commande (15).

[0099] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, une première extrémité de la bielle de commande (15), est montée articulée au niveau de l'extrémité libre de la partie mobile (18) de l'actionneur de commande (16), tandis que la seconde extrémité de la bielle de commande (15) est montée articulée sur le châssis (9) au niveau d'une articulation (20).

[0100] La partie inférieure de la bielle de commande (15) où se trouve sa seconde extrémité et son articulation (20) fait préférentiellement un angle d'environ 30° à 45° par rapport à la verticale.

[0101] Ainsi, l'essieu (2) est relié au châssis (9) par l'intermédiaire des biellettes haute (23) et basse (24) et par l'intermédiaire de la bielle de commande (15). Ces différents points d'articulation sont avantageusement positionnés de sorte de permettre un débattement en parallélogramme, ce qui permet avantageusement de conserver sensiblement vertical l'axe de pivotement de l'essieu (2) en lacet par rapport au châssis (9).

[0102] On notera que, du fait de l'inclinaison de la partie inférieure de la bielle de commande (15) où se trouve sa seconde extrémité et son articulation (20), une composante d'effort horizontale est générée par la masse du véhicule. Les biellettes haute (23) et basse (24) reprennent cette composante.

[0103] L'articulation (20) au niveau de la seconde extrémité de la bielle de commande (15) est préférentiellement montée sur le châssis (9) du véhicule par l'intermédiaire d'une pièce, dénommée chaise de suspension (21), qui est fixée audit châssis (9), en général en partie basse de celui-ci, et qui procure un point d'ancrage habituellement décalé vers le bas pour le bras de suspension (8) sur le châssis (9) du véhicule.

[0104] Selon le mode de réalisation préféré représenté sur les figures, on notera que chaque essieu (2) est prévu pivotant dans un plan horizontal sur le châssis (9) du véhicule et que le châssis (9) est préférentiellement suspendu audit essieu (2) en différentes zones.

[0105] Le châssis (9) est tout d'abord suspendu de façon articulée aux bras de suspension (8) au niveau des chaises de suspension (21). Comme cela est notamment visible sur les figures 1 à 4, le châssis (9) est relié à l'essieu (2) par deux biellettes haute (23) et basse (24) reliées en rotation à l'essieu (2), par exemple au niveau du milieu dudit essieu (2) et/ou au niveau du carter (6) du réducteur (5).

[0106] On notera bien que l'essieu (2) est relié pivotant au châssis (9) et qu'il peut être relié audit châssis (9) par un dispositif sensiblement central tel que les deux biellettes haute (23) et basse (24) ou par les seuls dispositifs de liaison (1) de l'invention lorsque l'essieu (2) est équipé d'un dispositif de liaison (1) au niveau de chacune de ses

deux roues (3).

[0107] Ainsi, la modification de la position de l'articulation du bras de suspension (8) par l'actionneur de commande (16) conduit à la mise en lacet de l'essieu (2) autour d'un point se situant approximativement au niveau de la fixation de ces biellettes (23, 24) sur le châssis (9).

[0108] La première extrémité (10) du bras de suspension (8) est reliée de manière articulée au châssis (9) du véhicule ferroviaire par l'intermédiaire de la bielle de commande (15). Ainsi, la première extrémité (10) du bras de suspension (8) est fixée à la bielle de commande (15) par une articulation (22), préférentiellement prévue entre les articulations (19, 20) prévues aux deux extrémités de la bielle de commande (15) et plus préférentiellement dans la partie sensiblement médiane de la bielle de commande (15).

[0109] L'articulation (22) du bras de suspension (8) est préférentiellement une articulation élastique, qui est prévue pour autoriser des débattements verticaux, des débattements latéraux et des débattements en roulis du châssis (9) du véhicule par rapport au bras de suspension (8), et pour autoriser l'orientation en lacet de l'essieu (2) dans les courbes.

[0110] L'articulation (22) du bras de suspension (8) remplit avant tout une fonction cinématique en utilisant le principe physique de l'élasticité de la matière et comporte préférentiellement une partie en élastomère. Il s'agit préférentiellement d'une articulation élastique (22) de type anti-vibration comportant une bague externe (28) et une bague interne (29) avec une matière élastique (30) entre les deux. Elle a pour but de filtrer la transmission des vibrations générées par le roulage. La matière élastique (30) est préférentiellement en caoutchouc, en matière plastique ou en d'autres matériaux répondant à des critères de raideur et de résistance mécanique compatibles avec les efforts mécaniques que reçoit l'articulation (22) du bras de suspension (8). Cette partie en élastomère peut être hétérogène, par exemple de type caoutchouc, ou composite, par exemple de type caoutchouc métal. La matière élastique (30) de l'articulation (22) du bras de suspension (8) peut présenter des évidements pour obtenir des raideurs différentes en x, y et z. Ce type d'articulation élastique est connu de l'homme du métier et un exemple est représenté sur les figures 9 et 10.

[0111] La raideur de l'articulation (22) du bras de suspension (8) est adaptée de sorte de limiter l'amplitude des débattements. Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'articulation (22) du bras de suspension (8) est prévue pour autoriser des débattements verticaux, latéraux et en roulis dont l'amplitude est inférieure à 10 millimètres, préférentiellement inférieure à 8 millimètres et plus préférentiellement inférieure à 5 millimètres.

[0112] Ainsi, lorsque l'actionneur de commande (16) fait pivoter la bielle de commande (15), la première extrémité (10) du bras de suspension (8) est déplacée longitudinalement ce qui a majoritairement comme effet de faire pivoter l'essieu (2) en lacet, et a également pour

effet d'incliner latéralement le châssis (9) du véhicule par rapport à l'essieu (2) et donc à la voie.

[0113] Par un seul déplacement en translation de la partie mobile (18) de l'actionneur de commande (16), l'ensemble (0) de l'invention permet avantageusement à la fois d'orienter l'essieu (2) en lacet dans les courbes et de donner de la gîte au châssis (9) dans les courbes tout en procurant un effet amortissant des éventuels débattements verticaux, latéraux et en roulis du châssis (9) par rapport à l'essieu (2).

[0114] Orienter l'essieu (2) vers le centre de la courbe par l'intermédiaire de l'actionneur de commande (16) permet notamment que les boudins de roue ne viennent plus en contact avec le rail extérieur, ce qui réduit les usures, les crissements et les dégradations des attaches du rail.

[0115] Donner de la gîte au châssis (9) dans les courbes permet notamment de compenser les effets centrifuges pour un meilleur confort des passagers.

[0116] On notera que l'articulation (20) prévue au niveau de la seconde extrémité de la bielle de commande (15) peut également être une articulation élastique sensiblement similaire à l'articulation (22) du bras de suspension (8). Cela améliore ainsi la filtration des vibrations et permet aussi à la bielle de commande (15) d'osciller légèrement latéralement pour fournir une suspension latérale, suspension très importante dans le domaine ferroviaire, notamment lors des contacts des boudins de roue sur la voie. Cette suspension latérale est préférentiellement complétée par un dispositif d'amortissement latéral (31), comprenant par exemple deux amortisseurs (32, 33), de préférence de types hydrauliques et télescopiques. Ces deux amortisseurs (32, 33) sont préférentiellement prévus de manière symétrique par rapport à l'axe longitudinal médian du véhicule, selon le même axe transversal, au-dessus et sensiblement au centre de l'essieu (2), entre le carter (6) du réducteur (6) de l'essieu (2) et le châssis (9). Les deux amortisseurs (32, 33) latéraux sont préférentiellement reliés au châssis (9) et à l'essieu (2) dans la partie centrale de celui-ci pour amortir les nombreuses sollicitations latérales subies par l'essieu (2).

[0117] L'actionneur de commande (16) du dispositif de liaison (1) peut être piloté par le conducteur du véhicule ferroviaire.

[0118] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'actionneur de commande (16) du dispositif de liaison (1) peut aussi être piloté par un dispositif d'asservissement automatique. Par un dispositif de détermination de la courbure de la voie, par exemple un GPS, des palpeurs, des caméras, ou autres, ce dispositif d'asservissement prend connaissance du tracé de la voie ferroviaire et mesure la courbe qui se présente devant de le véhicule afin de piloter l'actionneur de commande (16) pour orienter l'essieu (2) et incliner le véhicule vers le centre de la courbe.

[0119] Avantageusement, l'actionneur de commande (16) est fixé au châssis (9) du véhicule ferroviaire et est

relié à la bielle de commande (15) de manière à réaliser un bras de levier. Ainsi la course de la partie mobile (18) de l'actionneur de commande (16) est supérieure à celle de l'articulation (22) du bras de suspension (8). Cette configuration facilite le pilotage de l'actionneur de commande (16) car la course utile au niveau de l'articulation (22) est faible, de l'ordre du centimètre, par exemple comprise entre 20 et 40 millimètres.

[0120] De manière générale, on notera que la régulation de suspension et la conception des bras de suspension (8), de ses articulations, des suspensions (13) et des amortisseurs (14) confèrent au véhicule une stabilité en roulis de bonne qualité.

[0121] En cas de mouvement d'oscillation trop important, ce type de balancement étant également désigné en tant que ballant, il est possible d'ajouter une barre antiroulis (25). La barre antiroulis (25) est préférentiellement montée articulée sur les côtés au niveau des chaises de suspension (21). Elle s'étend de chaque côté vers l'essieu (2) par un levier (26) par exemple sensiblement horizontal, et est reliée de chaque côté à un bras de suspension (8) par une biellette (27) par exemple sensiblement verticale.

[0122] La stabilité en roulis peut être assurée par le pilotage du dispositif de suspension (12), par exemple par une régulation d'assiette indépendante droite gauche. Cette régulation peut aussi permettre de circuler sur des voies présentant d'importantes différences de nivellement transversal entre deux points sur la voie ferrée, ce type de défauts étant également désigné en tant que gauches. Ceci est particulièrement intéressant si le châssis (9) du véhicule est rigide en torsion. En effet, on notera que pour les franchissements des gauches, le châssis (9) doit être suffisamment souple en torsion. Si le châssis (9) est trop rigide, on peut aussi prévoir une barre antiroulis (25) sur un seul des deux essieux (2).

[0123] La géométrie des moyens de chaque dispositif de liaison (1) selon l'invention est préférentiellement prévue de sorte qu'en statique la partie inférieure de la bielle de commande (15) où se trouve son articulation (20) fait préférentiellement un angle d'environ 30° à 45° par rapport à la verticale et de sorte que le point d'articulation (22) de la bielle de commande (15) au bras de suspension (8) est quasiment fixe en vertical. Ainsi, le point d'articulation (20) de la bielle de commande (15) au châssis (9) est situé vers le bas et décalé, de préférence vers le châssis (9), et le point d'articulation (22) de la bielle de commande (15) au bras de suspension (8) est situé au-dessus du point d'articulation (20) et décalé vers l'essieu (2). Ainsi, le fait de déplacer ce point d'articulation par rapport au châssis (9) change l'inclinaison de la bielle de commande (15). De ce fait le point d'articulation (20) de la bielle de commande (15) au châssis (9) monte ou descend ce qui provoque l'inclinaison en roulis du châssis (9).

[0124] Cette géométrie est aussi étudiée pour les arrêts ou la circulation à vitesse réduite dans des courbes qui peuvent être relevées. Dans ces cas, le véhicule pen-

che du côté intérieur de la voie et l'essieu (2) s'oriente automatiquement en lacet vers le centre de la courbe. On évite ainsi les risques de déraillement.

[0125] Une autre caractéristique avantageuse est que cette géométrie et la localisation des différents points d'articulation font que l'essieu (2) a tendance à se remettre automatique perpendiculaire au véhicule. Le châssis (9) étant pendu aux bielles de commande (15) et celles-ci étant inclinées, on définit bien une position stable.

[0126] L'essieu (2) tourne autour de son centre autour d'un axe quasi vertical, et les deux bielles de commande (15) inclinées génèrent des efforts longitudinaux antagonistes qui génèrent un couple de rappel en ligne droite, ce qui est très avantageux en cas de défaillance dispositif de liaison (1) selon l'invention.

[0127] On notera en effet que si la bielle est verticale, il n'y a pas de composante horizontale de rappel, désignée F ci-après. Le moindre effort au niveau du point bas (cf. point d'articulation (20) sur les figures) déplace ce point qui reste dans cette nouvelle position du fait des différents frottements. Dans ce cas, l'essieu (2) n'est plus perpendiculaire au châssis (9). Au contraire, si on incline la bielle (2), on génère un effort F relativement important appliqué au point d'articulation (20). Comme il y a un effort F de part et d'autre du centre de rotation de l'essieu (2), on génère sous l'action de la gravité, un rappel naturel de l'essieu (2) en position perpendiculaire par rapport au véhicule. Ces efforts F sont suffisants pour vaincre les frottements. En outre, peu importe les positions relatives, il suffit que la bielle soit inclinée pour que cela fonctionne.

[0128] Nous allons maintenant décrire le fonctionnement de l'ensemble (0) de l'invention tel que représenté sur les figures. A titre d'exemple préféré, nous nous intéresserons au cas d'un véhicule ferroviaire léger dont les deux essieux (2) sont chacun équipés de deux dispositifs de liaison (1) selon l'invention, à raison d'un dispositif de liaison (1) au niveau de chaque roue (3). Sur les figures, l'axe de déplacement du véhicule est indiqué par une flèche A. On notera cependant que le fonctionnement du dispositif de liaison (1) de l'invention ne dépend pas du sens de déplacement du véhicule.

[0129] Lorsque le conducteur du véhicule ferroviaire et/ou un dispositif adapté détecte(nt) que le véhicule ferroviaire rentre dans une courbe, les actionneurs de commande (16) situés du côté intérieur de la courbe sont actionnés de sorte que leur partie mobile (18) soit déplacée en extension. De manière générale, il faut anticiper un peu, de l'ordre de 2 à 5 m, mais cela dépend aussi de la vitesse.

[0130] La sortie d'une partie mobile (18) fait pivoter la bielle de commande (15) qui lui est associée au niveau de l'articulation (20) prévu au niveau de sa seconde extrémité. La bielle de commande (15) étant reliée à un bras de suspension (8) au niveau de l'articulation (22), le pivotement de la bielle de commande (15) exerce des efforts sur le bras de suspension (8) qui lui est associé, ces efforts tendant à la fois à déplacer le bras de sus-

pension (8) longitudinalement en rapprochement du centre du châssis (9) (dans le cas préféré et illustré à titre d'exemple où la bielle de commande (15) est placées du côté du centre du châssis (9), car il est envisageable de faire l'inverse), et le point d'articulation (20) situé du côté intérieur de la courbe est déplacé vers le bas.

[0131] Dans le cas préféré où il y a un actionneur de commande (16) des deux côtés de l'essieu (2), il se passe l'inverse au niveau du second actionneur de commande (16) situé du côté extérieur de la courbe : la partie mobile (18) est rétractée, le bras de suspension (8) est déplacé en éloignement du centre du châssis (9) et le point d'articulation (20) situé du côté extérieur de la courbe est déplacé vers le haut.

[0132] Les efforts longitudinaux exercés sur les bras de suspension (8) situés des côtés intérieur et extérieur de la courbe font pivoter chacun des essieux (2), provoquant leur orientation en lacet et permettant de suivre la courbe, chaque essieu (2) étant alors pivoté à la manière d'un essieu directeur.

[0133] Les efforts verticaux exercés sur les bras de suspension (8) situés du côté intérieur de la courbe ne permettent pas de soulever les bras de suspension (8) mais sont transmis au châssis (9). En effet, les bras de suspension (8) sont solidaires des essieux (2) qui portent les roues (3), et celles-ci - en raison du poids du véhicule - ne peuvent pas se soulever des rails. Les essieux (2) ne peuvent donc pas se déplacer verticalement par rapport aux rails. Ainsi, les efforts verticaux exercés sur les bras de suspension (8) se traduisent par un rapprochement ou un éloignement du châssis (9) par rapport au bras de suspension (8). En conséquence, les efforts verticaux exercés vers le haut sur les bras de suspension (8) rapprochent le châssis (9) desdits bras de suspension (8), ce qui incline latéralement ledit châssis (9) vers le côté intérieur de la courbe, donnant ainsi de la gîte au châssis (9) dans la courbe et compensant les effets centrifuges.

[0134] Lorsque le châssis (9) est rapproché des bras de suspension (8) situés d'un côté du véhicule, il est également éloigné des bras de suspension (8) situés de l'autre côté du véhicule.

[0135] Dans le cas préféré où il y a un actionneur de commande (16) des deux côtés de l'essieu (2), les deux actionneurs de commande (16) sont préférentiellement asservis en opposition. En cas de panne d'asservissement ou en cas de grande courbe voire en ligne droite, ces actionneurs de commande (16) deviennent passifs et deviennent de simples amortisseurs de lacet, fonction importante pour la stabilité du véhicule.

[0136] C'est ainsi que, par un déplacement de faible amplitude de la partie mobile (18) d'un seul actionneur de commande (16), de préférence des deux côtés de chaque essieu (2), les essieux (2) d'un véhicule ferroviaire peuvent être orientés en lacet et, de préférence, le châssis (9) dudit véhicule peut être également incliné latéralement en roulis, de sorte que le véhicule ferroviaire négocie mieux la courbe, avec un confort accru, et en

limitant l'usure des roues (3) et des rails.

[0137] On notera que si les deux actionneurs de commande (16) sont correctement asservis on peut se passer des bielles centrales (23, 24) qui retiennent l'essieu (2) en rotation.

[0138] Dans le cas où les essieux (2) du véhicule ferroviaire léger ne comportent qu'un seul dispositif de liaison (1) selon l'invention, prévu au niveau d'une seule des deux roues (3), le principe de fonctionnement est sensiblement le même. En effet, si le dispositif de liaison (1) est situé du côté intérieur de la courbe, son fonctionnement est identique à ce qui est décrit précédemment. Si le dispositif de liaison (1) est situé du côté extérieur de la courbe, la partie mobile (18) de l'actionneur de commande (16) est rétractée, ce qui fait pivoter la bielle de commande (15) de sorte que cette dernière exerce des efforts sur le bras de suspension (8) qui lui est associé. Ces efforts tendent à la fois à déplacer le bras de suspension (8) longitudinalement en éloignement du centre du châssis (9) et à déplacer le point d'articulation (20) situé du côté extérieur de la courbe verticalement vers le haut. Comme précédemment, ces efforts se traduisent alors respectivement par une orientation en lacet de l'essieu pour suivre la courbe et une inclinaison latérale du châssis (9) vers le côté intérieur de la courbe, et inversement si le dispositif de liaison (1) se trouve du côté extérieur de la courbe.

[0139] En effet, plusieurs modes de réalisation sont possibles pour l'ensemble (0) selon l'invention.

[0140] Selon un mode de réalisation préféré, pour un même essieu (2) l'ensemble (0) comprend deux actionneurs de commande (16), à savoir un actionneur de commande (16) prévu au niveau de chacune des roues (3) dudit essieu (2). Selon ce mode de réalisation, le pivotement de l'essieu (2) est réalisé par les deux actionneurs de commande (16), qui sont préférentiellement hydrauliques, mais il est également matérialisé par des bielles centrales (23, 24) qui retiennent l'essieu (2) en rotation ou par un dispositif similaire.

[0141] Selon une première variante, pour un même essieu (2) l'ensemble (0) comprend un actionneur de commande (16) au niveau de chacune des deux roues (3). Ces deux actionneurs de commande (16) fonctionnent en opposition, c'est-à-dire que lorsque la partie mobile (18) de l'un des actionneurs de commande (16) se rétracte, la partie mobile (18) de l'autre actionneur de commande (16) se déplace en extension, et vice versa. Selon ce mode de réalisation, le pivotement de l'essieu (2) est réalisé par les deux actionneurs de commande (16) sans qu'aucun point d'articulation (matérialisé par exemple par des bielles (23, 24)) reliant la partie médiane de l'essieu (2) au châssis (9) ne soit nécessaire, ces derniers pouvant donc être optionnels.

[0142] Selon une seconde variante, pour un même essieu (2) l'ensemble (0) comprend un actionneur de commande (16) au niveau de chacune des deux roues (3). Ces deux actionneurs de commande (16) ne fonctionnent pas en opposition, mais de façon individuelle et

autonome, ce qui procure avantageusement une redondance et/ou amortit les débattements en lacet de l'essieu. Selon ce mode de réalisation, un point d'articulation relie la partie médiane de l'essieu (2) au châssis (9), par exemple au moyen d'un dispositif d'articulation tel que les bielles (23, 24) ou un autre dispositif similaire.

[0143] Selon une troisième variante, pour un même essieu (2) l'ensemble (0) comprend un seul actionneur de commande (16) qui est au niveau d'une des deux roues (3). Selon ce mode de réalisation, un point d'articulation relie la partie médiane de l'essieu (2) au châssis (9), par exemple au moyen d'un dispositif d'articulation tel que les bielles (23, 24) ou un autre dispositif similaire.

[0144] Sur les figures 11 et 12, un autre mode de réalisation de l'invention a été représenté. Il s'agit d'un véhicule ferroviaire équipé de demi-essieux (35) à une roue (3) qui remplacent l'essieu (2) des modes de réalisation précédents.

[0145] Un tel mode de réalisation permet au véhicule de s'adapter à des différences de hauteur entre les deux rails d'une voie, et ainsi de pouvoir avantageusement limiter les torsions de caisse en cas de roulage sur une voie gauche (non plane) du fait d'un débattement vertical des roues indépendantes qui peut être différent des deux côtés du véhicule.

[0146] Dans la variante représentée, l'ensemble (0) comprend donc deux axes support de roue (36), qui sont les demi-essieux (35) portant chacun une roue (3) à leur extrémité, le châssis (9) et deux dispositifs de liaison (1) prévus pour relier chaque axe support de roue (36) au châssis (9).

[0147] Bien entendu, une variante (non représentée) à un seul dispositif de liaison d'un seul côté est également possible.

[0148] Comme dans les variantes précédentes, l'extrémité du demi-essieu (35) est portée par le bras de suspension (8) en position intermédiaire entre les deux extrémités (10) et (11) de ce dernier, et le bras de suspension est relié au niveau de sa première extrémité (10) à la bielle de commande (15) actionnée par l'actionneur (16) et au niveau de sa deuxième extrémité (11) au dispositif de suspension (12) à suspension (13).

[0149] Les nombreux éléments communs entre ces variantes sont similaires dans leur nature et leur fonctionnement et portent les mêmes références numériques. Ils ne seront pas décrits à nouveau, les développements précédents pouvant leur être appliqués.

[0150] Les bras de suspension longitudinaux (8) sont liés rigidement à deux bras de suspension transversaux (37) qui sont eux-mêmes liés au niveau de leur autre extrémité, par l'intermédiaire d'une articulation de type rotule (38), à un support souple (39) fixé au châssis (9).

[0151] La roue (3) est reliée à la mécanique du réducteur (5) par la liaison mécanique (7) de transmission. Préférentiellement les systèmes de freinage à disque sont fixés au carter (6), le disque lié à la transmission tourne classiquement à la vitesse de la roue. Des dispositifs électroniques antiblocage ABS ou EBS routier peu-

vent être transférés. Il est possible de comparer les vitesses de rotation d'une roue par rapport à l'autre en cas de glissement d'une roue par exemple.

[0152] Le carter (6), le moteur (4) et les systèmes de freinage sont fixés au châssis (9) du véhicule, et sont donc suspendus et non soumis aux vibrations et chocs dus au roulage fer sur fer des roues (3) sur les rails.

[0153] Les demi-essieux (35) sont ainsi reliés au châssis (9) par l'intermédiaire de plusieurs dispositifs :

- par l'articulation rotulée (38) des bras de suspension transversaux (37) avec le support souple (39) fixé au châssis (9) ;
- par l'articulation rotulée (22) des bielles de commande (15),
- par la liaison souple avec la suspension (13), qui est par exemple un amortisseur à diaphragme dont la membrane diaphragme en caoutchouc sert de liaison souple,
 - par liaison rotulée avec l'amortisseur (14) préférentiellement hydraulique ; et
 - par l'intermédiaire de l'amortisseur transversal (33) qui peut par exemple être disposé entre le châssis (9) et le bras de suspension transversal (37).

[0154] Les deux demi-essieux (35) étant indépendant, l'ensemble comporte avantageusement un dispositif de jumelage (40) qui permet de transmettre le mouvement d'orientation en lacet de l'un des demi-essieux (35) à l'autre demi-essieu. Grâce à ce dispositif de jumelage (40), lorsque l'un des demi-essieux pivote par rapport au châssis (9) autour d'un axe vertical situé aux environs de l'articulation rotule (38), le deuxième demi-essieu pivote également de façon identique mais en sens inverse.

[0155] Dans le mode de réalisation précédent de véhicule à essieu (2) à deux roues (3), c'est l'essieu (2) rigide qui joue le rôle de dispositif de jumelage.

[0156] Dans l'exemple représenté sur les figures 11 et 12, ce dispositif de jumelage (40) est une liaison mécanique entre les deux demi-essieux (35), qui comprend une traverse de liaison (41), qui s'étend d'un côté à l'autre du véhicule et qui est fixée au châssis (9) par l'intermédiaire d'une articulation (42) de pivotement selon l'axe vertical, et une bielle de jumelage (43) de chaque côté, qui est fixée d'une part par une articulation de type rotule (44) à une extrémité de la traverse de liaison (41) et d'autre part par une articulation de type rotule (45) à la bielle (15).

[0157] A la place d'être fixé à la bielle de commande (15), les bielles de jumelage (43) peuvent alternativement être directement fixées par une articulation de type rotule au bras de suspension (8).

[0158] Avantageusement, des patins de frottement (46), par exemple de type lisoir, peuvent être prévus sur la traverse de liaison (41) pour amortir par frottement sec les débattements de pivotement de la traverse de liaison

(41) autour de l'axe vertical.

[0159] La bielle de commande (15) est ainsi liée au châssis (9) par son articulation (20), par intermédiaire de l'actionneur (16) auquel elle est liée par son articulation (19) et éventuellement par l'intermédiaire de la traverse de liaison (41) et de la bielle de jumelage (43) à laquelle elle peut être liée par son articulation (45).

[0160] Le débattement en lacet des demi-essieux (35) est ainsi obtenu d'un côté pour le premier demi-essieu, par le déplacement longitudinal de l'articulation (22) du fait de la variation d'inclinaison de la bielle (15) commandée par l'actionneur (16).

[0161] Le mouvement de la bielle (15) provoque simultanément la mise en rotation de la traverse de liaison (41) sous l'action de la bielle de jumelage (43), qui entraîne à son tour le déplacement de la deuxième bielle de jumelage (43) et l'inclinaison dans le sens opposé de la bielle (15) de l'autre côté. Ceci provoque la rotation dans le sens opposé du deuxième demi-essieu (35) situé de l'autre côté du véhicule.

[0162] La suspension latérale est donnée par la souplesse du support (39) et/ou la souplesse des bielles (15) et des liaisons des articulations des demi-essieux (35). Si nécessaire, cette souplesse peut être amortie par les amortisseurs transversaux (33).

[0163] Comme précédemment, l'actionneur 16 peut être en mode amortisseur ou être supprimé pour les voies à grands rayons. Il peut être présent d'un seul côté ou de chaque côté pour des raisons de redondance.

[0164] De la même façon, l'inclinaison des bielles (15) permet avantageusement d'assurer un rappel en alignement par gravité.

[0165] Enfin, on peut prévoir également une barre de torsion (25) comme dans la version précédente pour limiter le roulis par exemple.

[0166] Avec un tel mode de réalisation, les masses non suspendues se limitent avantageusement aux roues (3) et à une partie des bras de suspension longitudinaux (8). Le confort est optimisé et l'usure des voies réduites.

[0167] En outre, l'amortissement du mouvement de lacet peut être très simplement réalisé au niveau de la traverse de liaison (41) par frottement des patins (46) de type lisoir.

[0168] Bien que l'ensemble selon l'invention ait été décrit pour un véhicule ferroviaire ne comportant pas de bogie, il est évident pour l'homme du métier que le dispositif de liaison décrit est aussi applicable à un bogie. Le ou les essieux du bogie sont alors reliés au châssis du bogie par ce dispositif.

[0169] De même, bien que l'ensemble selon l'invention ait été conçu pour un véhicule ferroviaire léger à deux essieux ou quatre demi-essieux, il est évident pour l'homme du métier d'adapter cet ensemble à d'autres véhicules.

Revendications

1. Ensemble (0) comprenant un châssis (9) d'un véhicule ferroviaire, au moins un axe support de roue (36), qui est un essieu (2) équipé de deux roues (3) ou un demi-essieu (35) équipé d'une roue (3), et au moins un dispositif de liaison (1) prévu pour relier ledit axe support de roue (36) au châssis (9), l'axe support de roue (36) étant apte à pivoter par rapport audit châssis (9) autour d'un axe sensiblement vertical, **caractérisé en ce que** le dispositif de liaison (1) comporte les moyens suivants :
- un actionneur de commande (16) comportant un corps (17) et une partie mobile (18), le corps (17) dudit actionneur de commande (16) étant prévu pour être relié au châssis (9) du véhicule ;
 - une bielle de commande (15) dont une première extrémité est montée par une articulation (19) au niveau de l'extrémité libre de la partie mobile (18) de l'actionneur de commande (16), tandis que sa seconde extrémité est montée par une autre articulation (20) sur le châssis (9) du véhicule ;
 - un bras de suspension (8) portant une extrémité latérale de l'axe support de roue (36) en position intermédiaire, préférentiellement sensiblement médiane, entre une première extrémité (10) et une seconde extrémité (11) dudit bras de suspension (8), la première extrémité (10) du bras de suspension (8) étant montée articulée à la bielle de commande (15) par une articulation (22) ; et
 - un dispositif de suspension (12) comportant au moins une suspension (13) prévue entre le châssis (9) du véhicule et la seconde extrémité (11) du bras de suspension (8) pour suspendre et amortir les déplacements verticaux ;
- ces moyens étant agencés de sorte que lorsque la bielle de commande (15) est pivotée par l'actionneur de commande (16), l'axe support de roue (36) pivote par rapport au châssis (9) autour d'un axe vertical.
2. Ensemble (0) selon la revendication 1, comprenant deux axes support de roue (36) sous la forme de deux demi-essieux (35) chacun équipé d'une roue (3), **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre un dispositif de jumelage (40) du pivotement des demi-essieux (35), qui, lorsque l'un des demi-essieux (35) pivote par rapport au châssis (9) autour d'un axe vertical, provoque un pivotement identique mais en sens inverse de l'autre demi-essieu (35).
3. Ensemble (0) selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** le dispositif de jumelage (40) du pivotement des demi-essieux (35) est une liaison mécanique qui comprend :
- une traverse de liaison (41), qui est fixée au châssis (9) par l'intermédiaire d'une articulation (42) de pivotement selon l'axe vertical et qui s'étend d'un côté à l'autre du châssis (9), et de chaque côté du châssis (9), une bielle de jumelage (43) qui est fixée d'une part par une articulation de type rotule (44) à une extrémité de la traverse de liaison (41) et d'autre part par une articulation de type rotule (45) à la bielle (15) ou au bras de suspension (8).
4. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la partie de la bielle de commande (15) comportant l'articulation (20) prévue dans sa seconde extrémité est inclinée par rapport à la verticale longitudinalement en rapprochement du centre du châssis (9), de préférence selon un angle compris entre 10° et 65°, plus préférentiellement compris entre 20° et 55°, et encore plus préférentiellement compris entre 30° et 45° par rapport à la verticale.
5. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur de commande (16) est un vérin hydraulique.
6. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'articulation (22) du bras de suspension (8) est une articulation élastique prévue pour autoriser, avec une raideur déterminée, des débattements verticaux, des débattements latéraux et des débattements en roulis du châssis (9) du véhicule par rapport au bras de suspension (8), et pour autoriser l'orientation en lacet de l'axe support de roue (36) dans les courbes, la raideur de l'articulation (22) en x, y et z étant préférentiellement comprise entre 2×10^5 N/m et 2×10^7 N/m, plus préférentiellement comprise entre 7×10^5 N/m et 7×10^6 N/m et encore plus préférentiellement comprise entre 1×10^6 N/m et 5×10^6 N/m.
7. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bras de suspension (8) s'étend sensiblement horizontalement selon l'axe longitudinal du véhicule ferroviaire de manière que, lorsque la bielle (15) est pivotée par l'actionneur de commande (16) et exerce un effort sur le bras de suspension (8) au niveau de l'articulation (22), la cinématique de cette bielle génère une composante d'effort verticale et incline latéralement le châssis (9) du véhicule ferroviaire.
8. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le bras de suspension (8) est prévu sous le châssis (9) et du côté extérieur de la roue (3) qui lui est associée de manière à améliorer la tenue en roulis du véhicule

ferroviaire.

9. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'actionneur de commande (16) s'étend sensiblement horizontalement selon l'axe longitudinal du véhicule ferroviaire et **en ce que** la bielle de commande (15) s'étend sensiblement verticalement de manière que, lorsque la partie mobile (18) dudit actionneur de commande (16) est déplacée, la bielle de commande (15) est pivotée dans un plan vertical par l'actionneur de commande (16) et oriente l'axe support de roue (36) en lacet. 5
10. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'articulation (22) du bras de suspension (8) est préférentiellement prévue entre les deux articulations (19, 20) de la bielle de commande (15), et plus préférentiellement dans la partie sensiblement médiane de la bielle de commande (15), de manière que le point d'application des efforts exercés par l'actionneur de commande (16) sur la bielle de commande (15) au niveau de la première articulation (19) de celle-ci soit éloigné de ladite première extrémité (10) du bras de suspension (8). 10 20 25
11. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la suspension (13) du dispositif de suspension (12) est un ressort pneumatique, comportant préférentiellement un diaphragme ou un soufflet apte à être gonflé à l'air comprimé. 30
12. Ensemble (0) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce qu'**il comporte un capteur entre l'axe support de roue (36) et le châssis (9) du véhicule, ce capteur étant prévu pour mesurer l'état de charge du véhicule et réguler la pression de l'air comprimé fourni à la suspension (13) en fonction dudit état de charge. 35 40
13. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de suspension (12) comporte un amortisseur (14) sensiblement vertical ou incliné de type hydraulique, oléopneumatique ou hydropneumatique. 45
14. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'articulation (20) de la bielle de commande (15) sur le châssis (9) est une articulation élastique prévue pour autoriser, avec une raideur déterminée, au moins des débattements latéraux de la bielle de commande (15) par rapport au châssis (9). 50 55
15. Ensemble (0) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**il com-

porte un dispositif d'amortissement latéral (31) prévu pour relier l'axe support de roue (36) au châssis (9) de sorte d'amortir les sollicitations latérales générées par l'axe support de roue (36) et transmises au châssis (9).

16. Ensemble (0) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** le dispositif d'amortissement latéral (31) comprend deux amortisseurs (32, 33) disposés de manière symétrique par rapport à l'axe longitudinal médian du véhicule.

FIG. 1

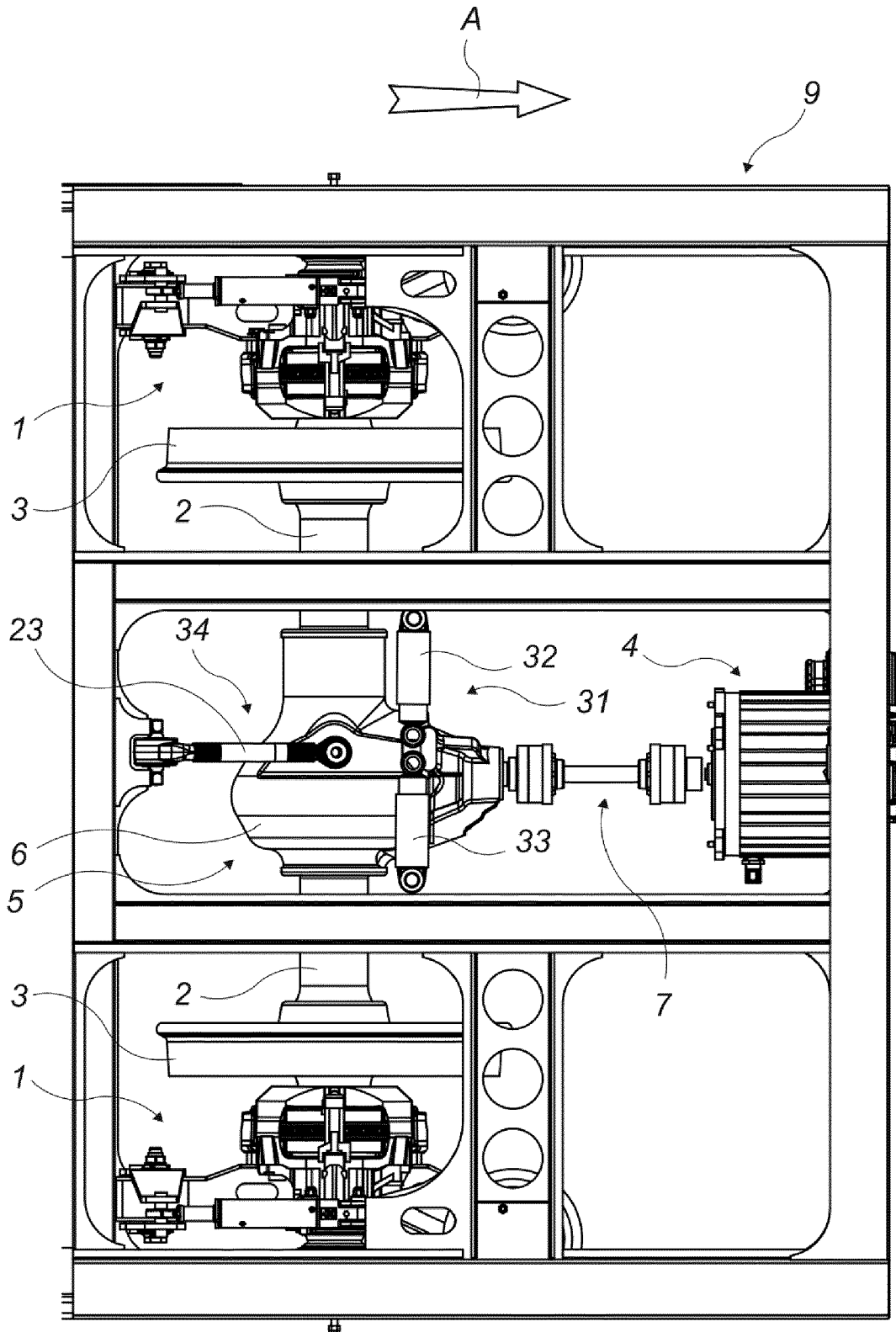


FIG. 2

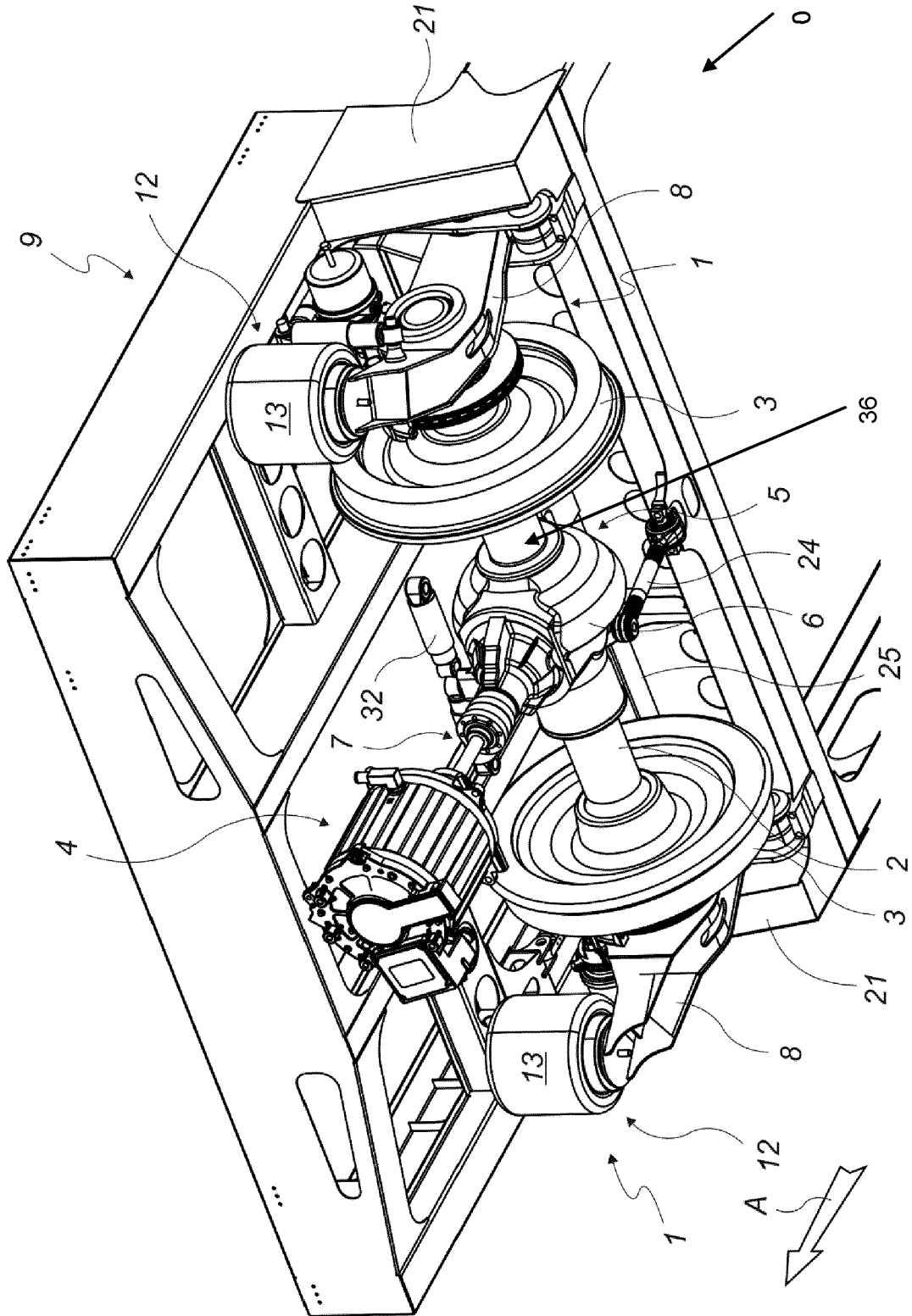


FIG. 3

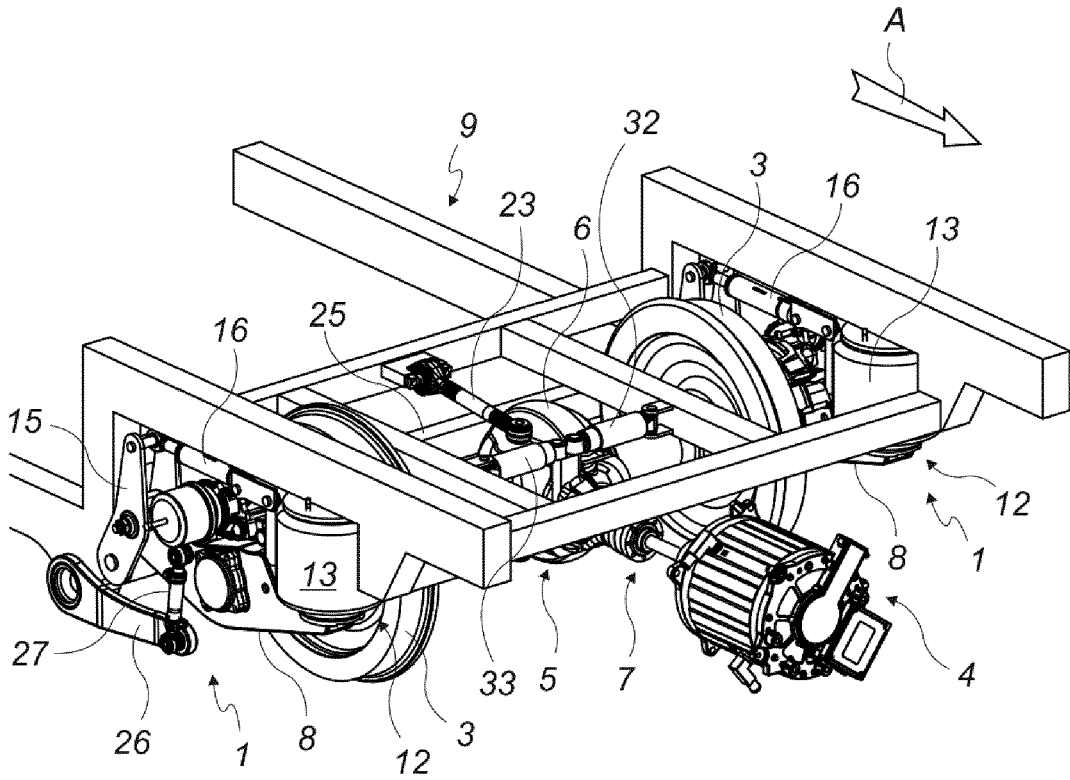


FIG. 4

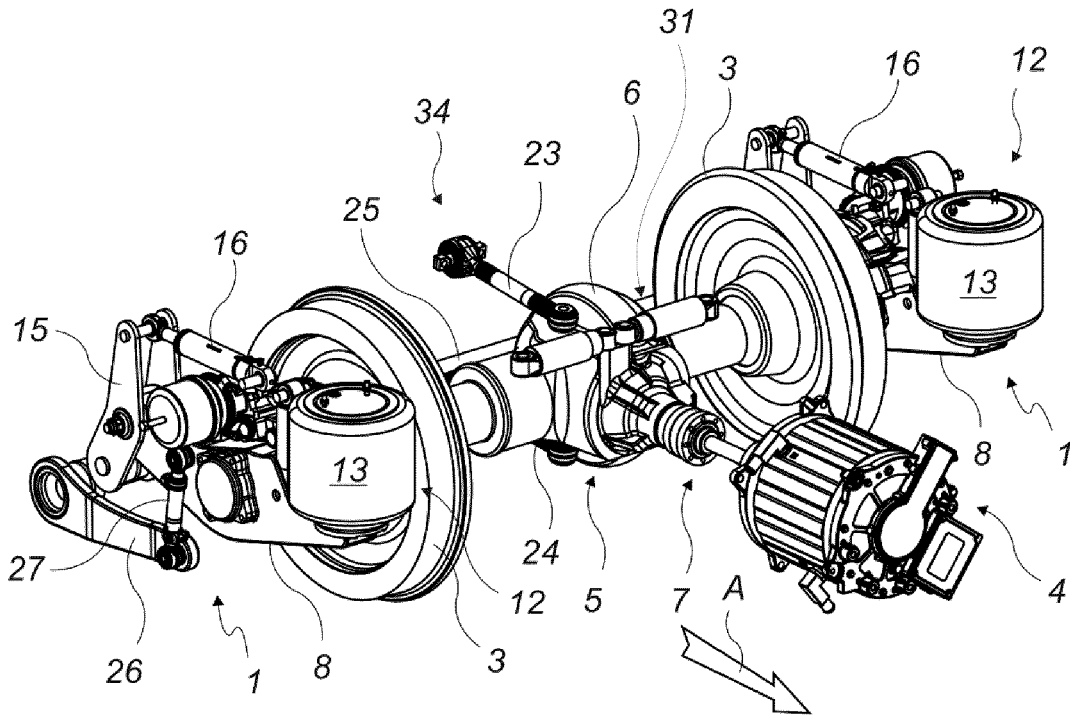


FIG. 5

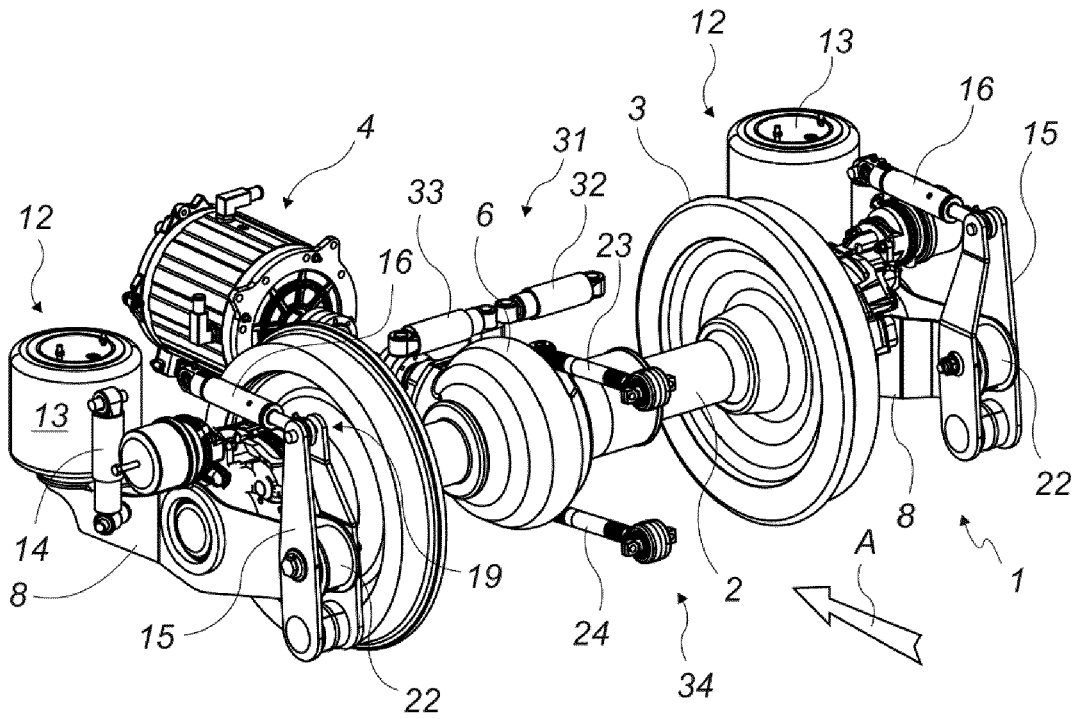


FIG. 6

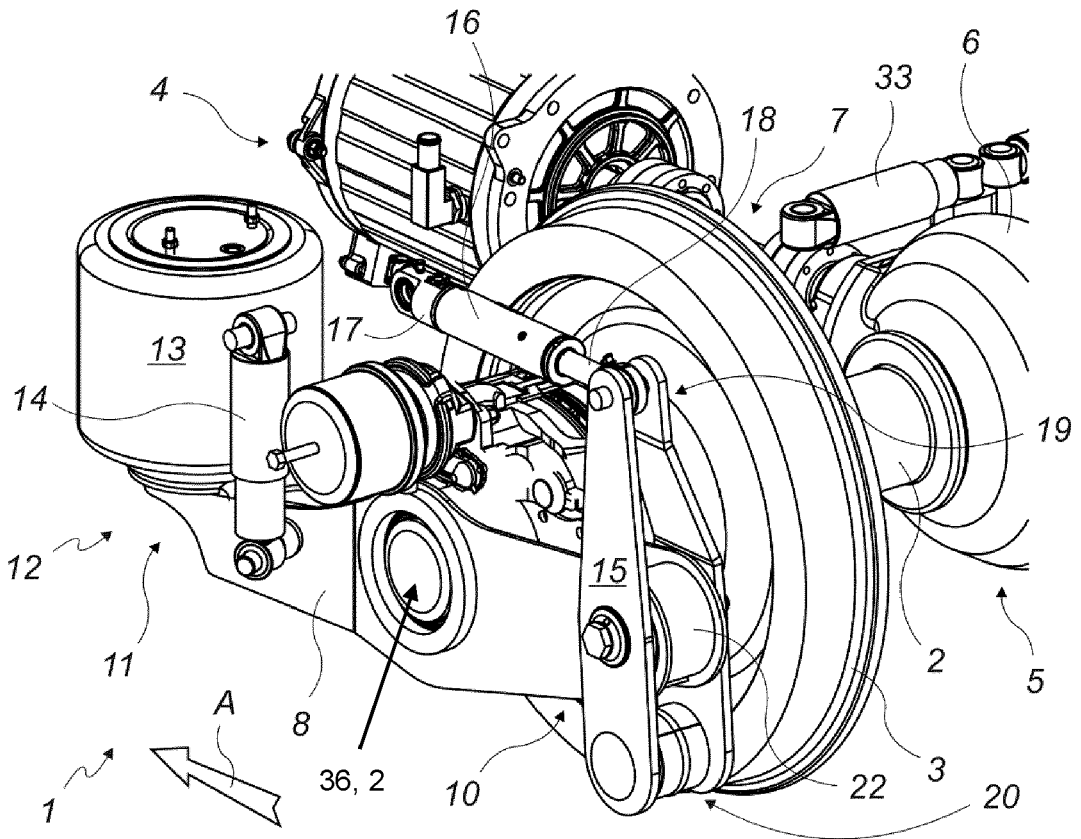


FIG. 7

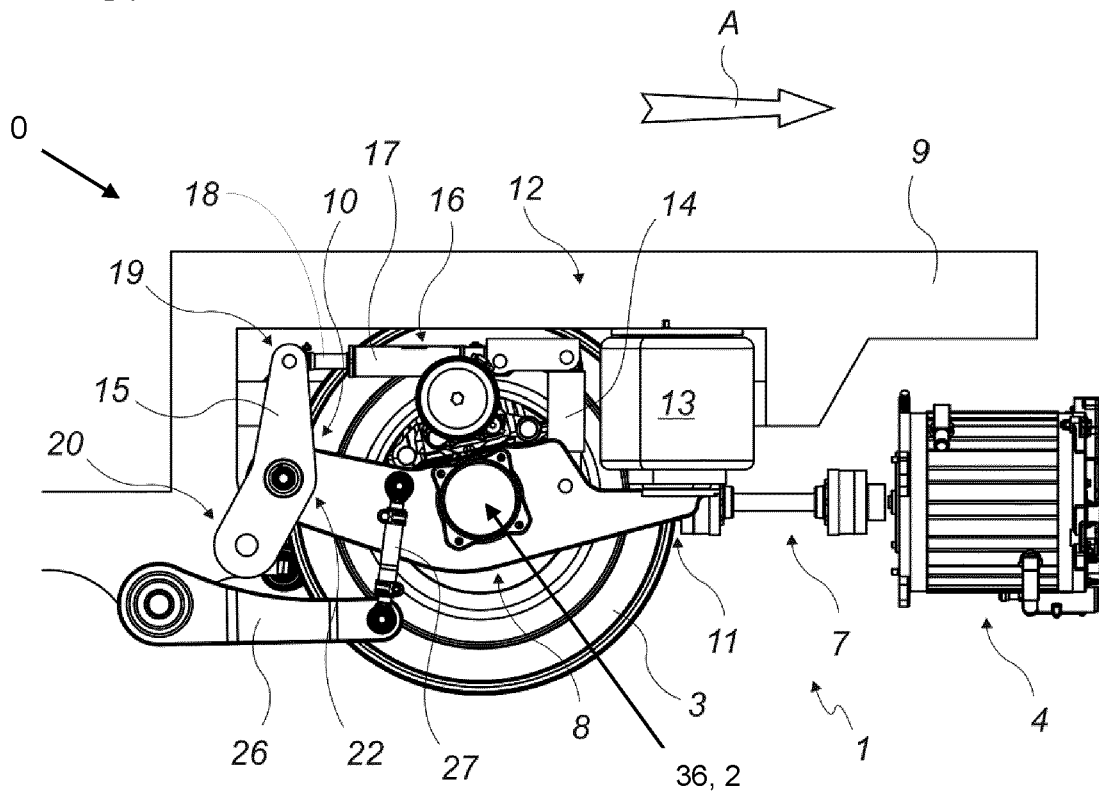


FIG. 8

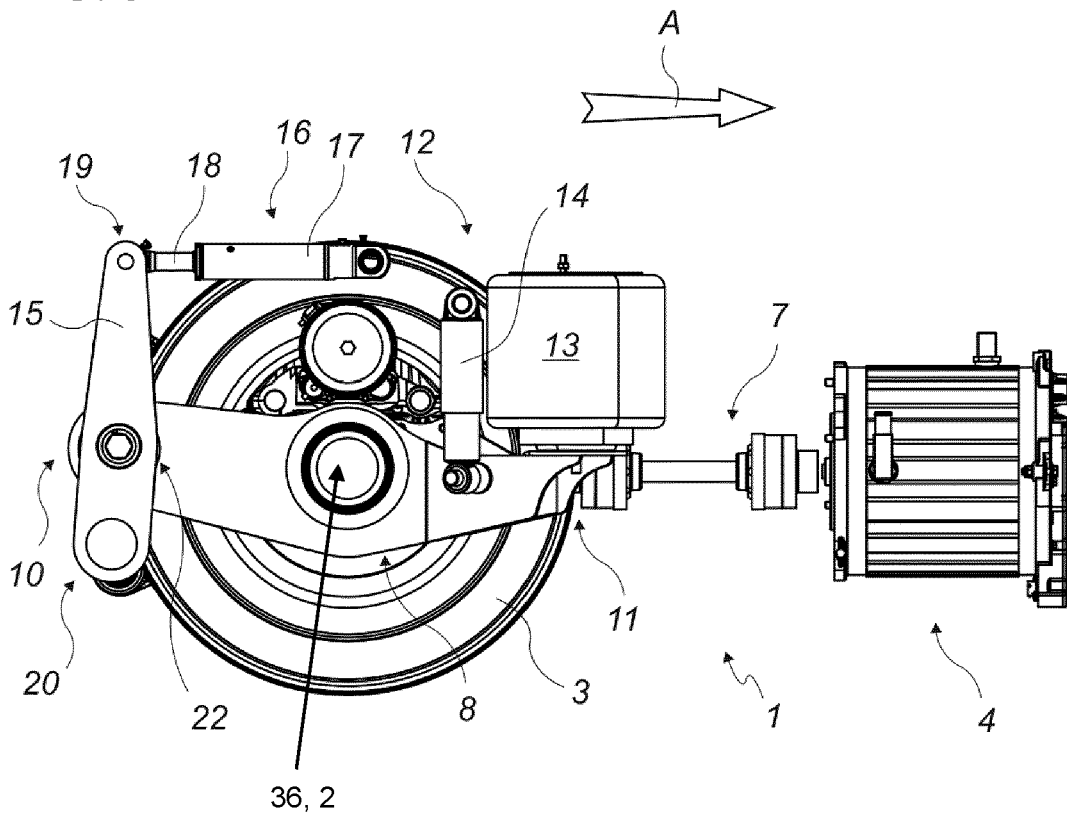


FIG. 9

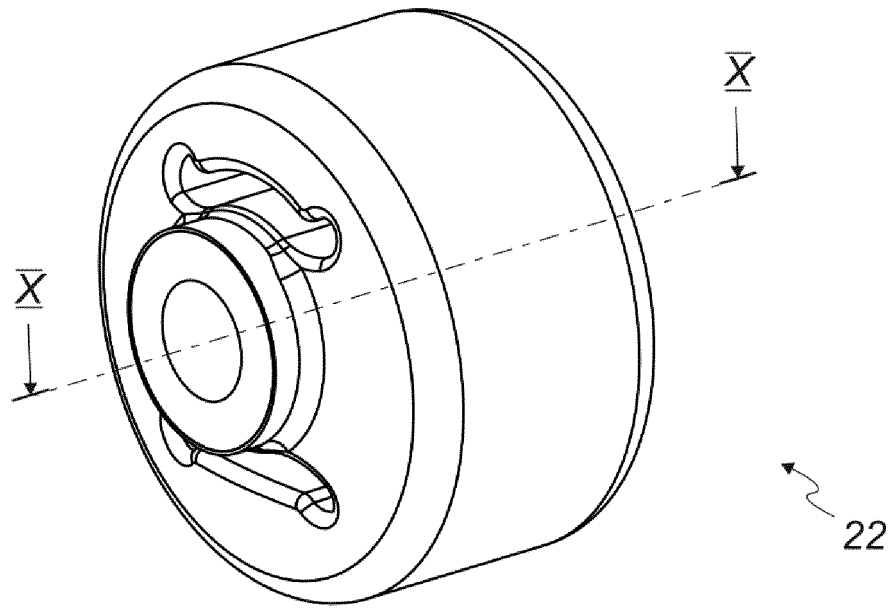


FIG. 10

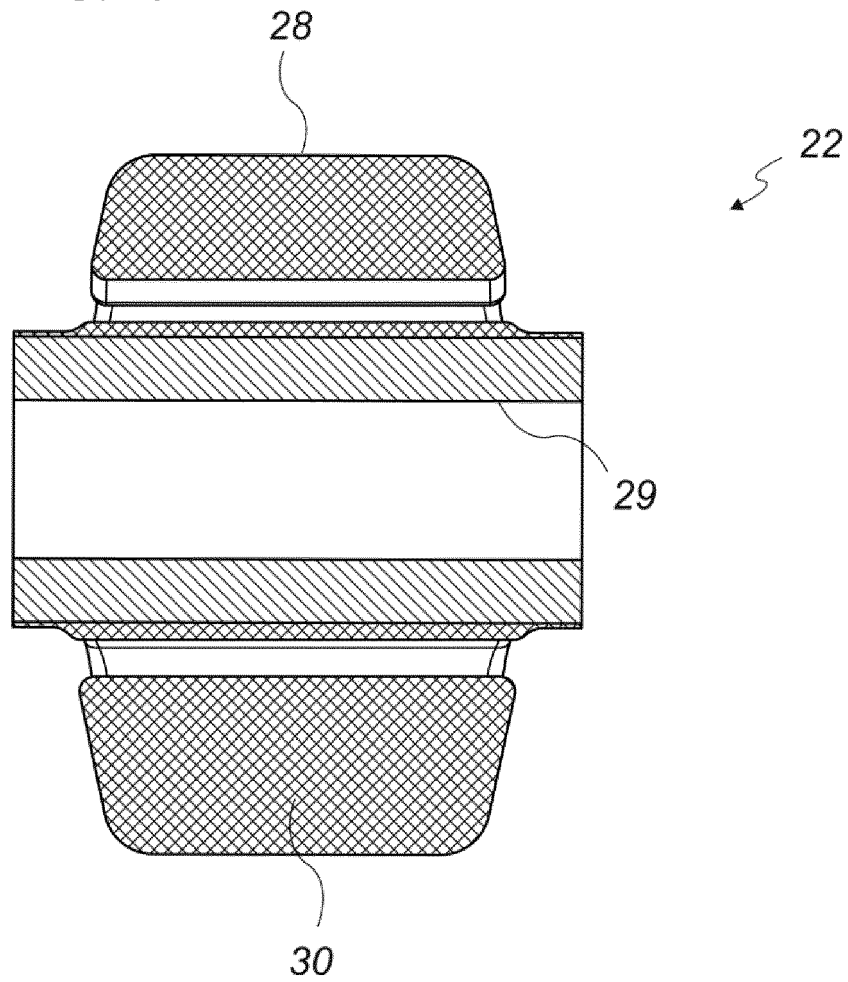


FIG. 11

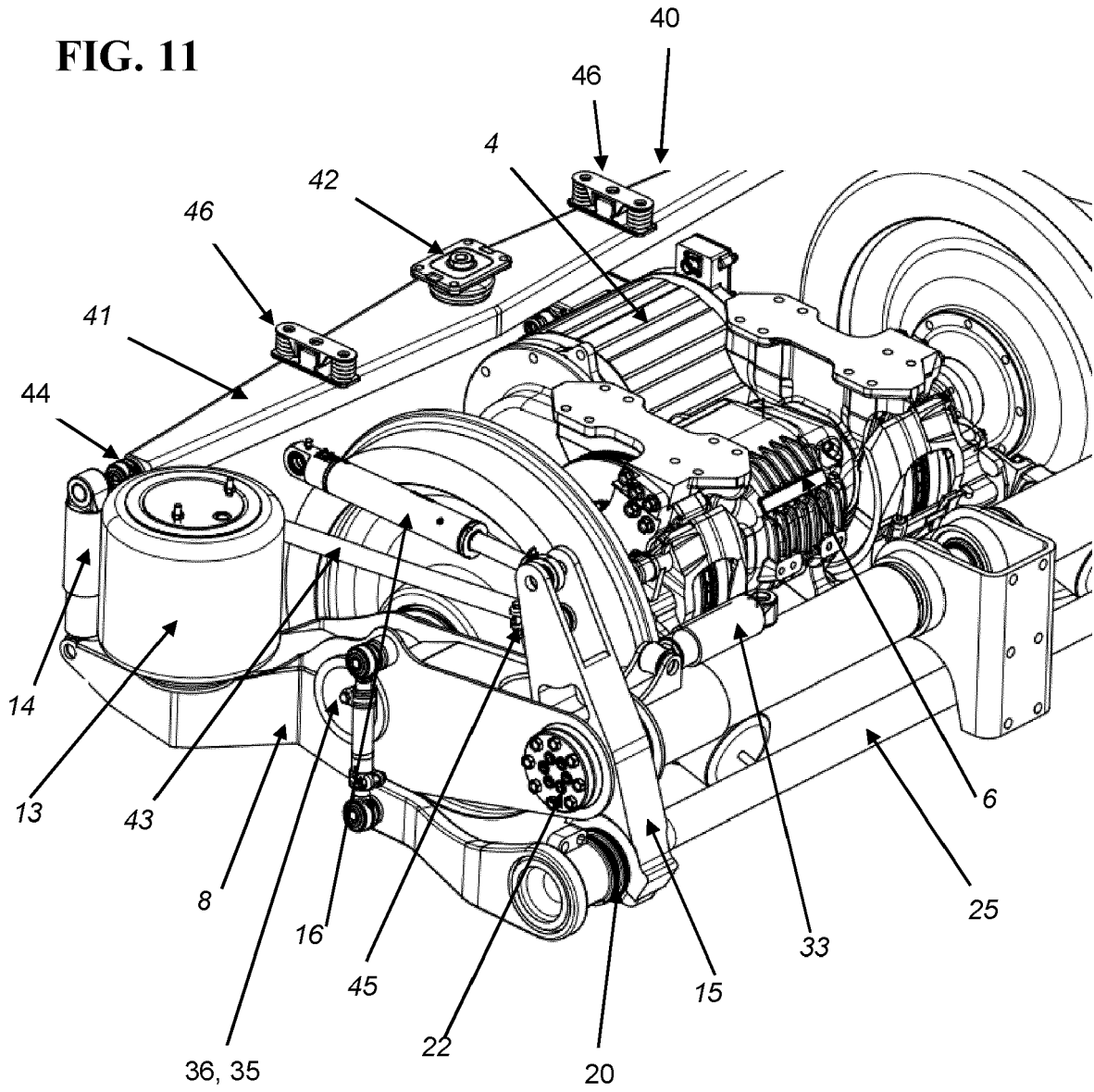
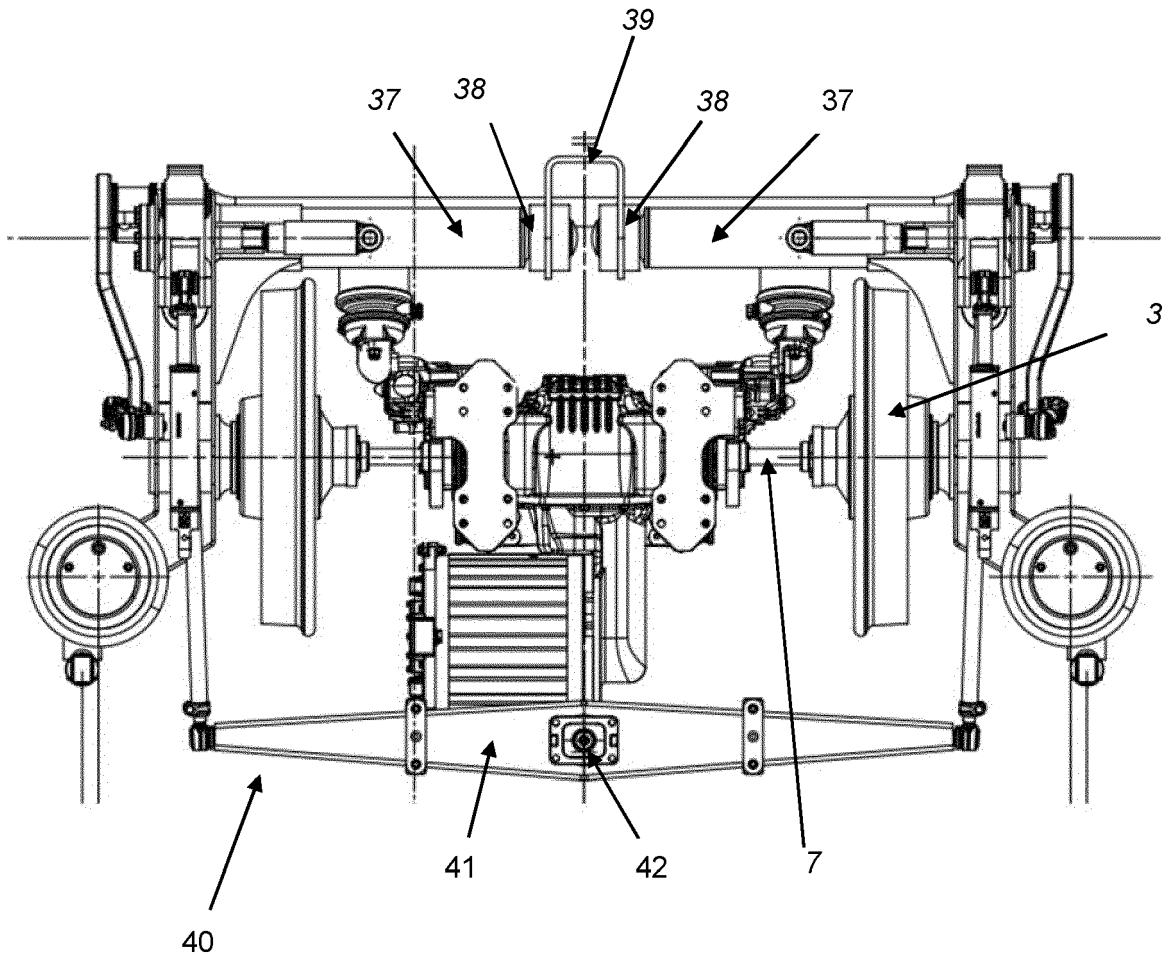


FIG. 12





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 21 21 5925

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	KR 101 536 658 B1 (KRRI [KR]) 16 juillet 2015 (2015-07-16)	1, 4, 5, 8-13, 15, 16	INV. B61F3/00 B61F5/38
A	* le document en entier *	2, 3, 6, 7, 14	B61C9/48 B61F3/16
A	----- JP S57 99459 A (FUJI HEAVY IND LTD) 21 juin 1982 (1982-06-21) * le document en entier *	1-16	
A	----- JP S57 90260 A (FUJI HEAVY IND LTD) 4 juin 1982 (1982-06-04) * le document en entier *	1-16	
A	----- WO 2018/153436 A1 (SIEMENS AG OESTERREICH [AT]) 30 août 2018 (2018-08-30) * le document en entier *	1-16	
A	----- WO 2016/008731 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 janvier 2016 (2016-01-21) * le document en entier *	1-16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	----- EP 1 063 143 A1 (MITSUBISHI HEAVY IND LTD [JP]) 27 décembre 2000 (2000-12-27) * le document en entier *	1-16	B61F B61C
1 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 9 mai 2022	Examineur Awad, Philippe
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 21 21 5925

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

09-05-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
KR 101536658	B1	16-07-2015	AUCUN
JP S5799459	A	21-06-1982	AUCUN
JP S5790260	A	04-06-1982	AUCUN
WO 2018153436	A1	30-08-2018	EP 3544875 A1 US 2020062282 A1 WO 2018153436 A1
WO 2016008731	A1	21-01-2016	CA 2955206 A1 DE 102014214055 A1 EP 3129272 A1 ES 2706304 T3 PL 3129272 T3 RU 2654429 C1 US 2017166224 A1 WO 2016008731 A1
EP 1063143	A1	27-12-2000	EP 1063143 A1 JP 2001001896 A

EPO FORM P0460

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

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

- JP 57099459 A [0010]
- JP 57090260 A [0010]
- WO 2018153436 A1 [0010]