



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**20.03.2019 Bulletin 2019/12**

(51) Int Cl.:  
**B61D 15/06 (2006.01) B61G 11/16 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **17306181.3**

(22) Date de dépôt: **13.09.2017**

(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:  
**MA MD**

(72) Inventeurs:  
• **DEBOST, Pierre**  
**92230 GENEVILLIERS (FR)**  
• **SICOT, Patrick**  
**67110 REICHSHOFFEN (FR)**

(74) Mandataire: **Lavoix**  
**2, place d'Estienne d'Orves**  
**75441 Paris Cedex 09 (FR)**

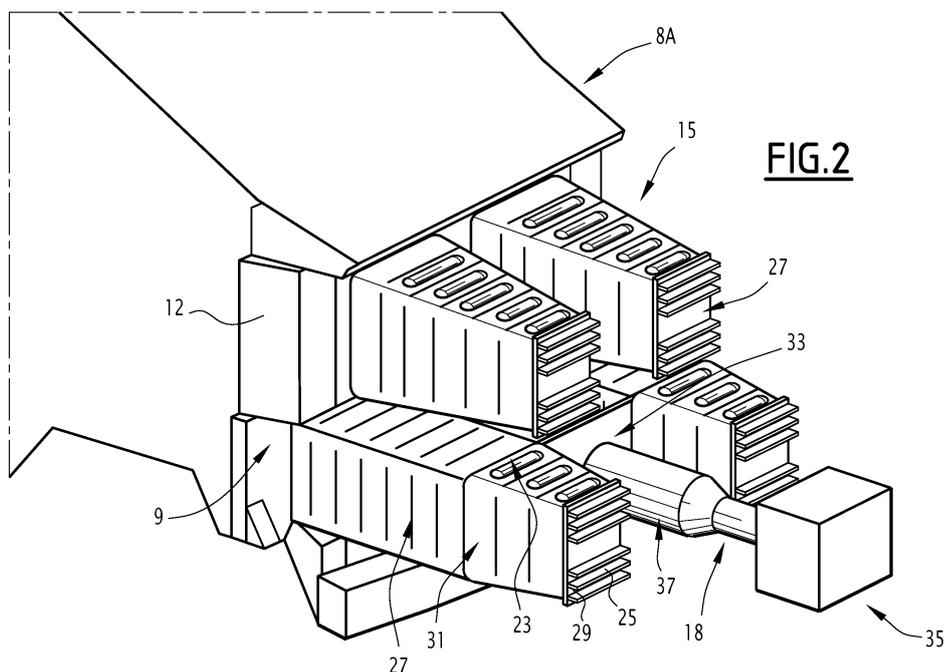
(71) Demandeur: **SpeedInnov**  
**75008 Paris (FR)**

Remarques:  
Revendications modifiées conformément à la règle 137(2) CBE.

(54) **VÉHICULE FERROVIAIRE COMPORTANT UN ENSEMBLE D'ABSORPTION DE L'ÉNERGIE DE COLLISION**

(57) L'invention concerne un véhicule ferroviaire (1), ledit véhicule comportant :  
- une pluralité de voitures (3) disposées les unes derrière les autres longitudinalement, chaque voiture (3) ayant une extrémité avant (5) articulée à une extrémité arrière (7) de la voiture adjacente (3) ;  
- au moins une motrice (8A, 8B) liée une première des voitures (10) ;

- un ensemble d'absorption de l'énergie de collision (13) ;  
L'ensemble d'absorption de l'énergie de collision (13) comporte un premier système d'absorption d'énergie de collision (15) localisé à l'avant de la motrice (8A, 8B) et un deuxième système d'absorption d'énergie de collision (17) localisé à la liaison entre la motrice (8A, 8B) et la première voiture (10).



## Description

**[0001]** La présente invention concerne un véhicule ferroviaire, du type comportant :

- une pluralité de voitures disposées les unes derrière les autres longitudinalement, chaque voiture ayant une extrémité avant articulée à une extrémité arrière de la voiture adjacente ;
- au moins une motrice liée une première des voitures ;
- un ensemble d'absorption de l'énergie de collision.

**[0002]** Les véhicules ferroviaires, notamment les trains à grande vitesse, peuvent être amenés à entrer en collision avec des obstacles présents sur la voie (e.g. autre véhicule ferroviaire, véhicule automobile, etc.). Afin de réduire les conséquences du choc et préserver au mieux l'intégrité du conducteur et des passagers, il est connu de l'état de la technique d'équiper les véhicules ferroviaires avec un ou plusieurs systèmes d'absorption d'énergie afin de convertir tout ou partie de l'énergie cinétique du choc en énergie de déformation mécanique. Ainsi, il est par exemple connu de renforcer l'avant des motrices par des structures en nid d'abeilles qui forment un bouclier d'absorption d'énergie en cas de choc.

**[0003]** Cependant, en cas de choc violent, même si toute l'énergie cinétique de collision est absorbée par un ou plusieurs dispositifs d'absorption d'énergie, la décélération du véhicule ferroviaire peut être violente et entraîner des blessures importantes pour le conducteur et les passagers.

**[0004]** Ainsi, des textes normatifs, par exemple la norme européenne EN 15227, répertorient l'ensemble des exigences en termes de sécurité passive contre les collisions auxquelles doit satisfaire un véhicule ferroviaire transportant des passagers. Elle fixe notamment le niveau limite de décélération admissible pour un véhicule ferroviaire transportant des passagers.

**[0005]** L'invention a pour but de proposer un véhicule ferroviaire articulé améliorant la sécurité passive en cas de collisions.

**[0006]** A cet effet, l'invention a pour but de proposer un véhicule ferroviaire articulé du type précité caractérisé en ce que l'ensemble d'absorption de l'énergie de collision comporte un premier système d'absorption d'énergie de collision localisé à l'avant de la motrice et un deuxième système d'absorption d'énergie de collision localisé à la liaison entre la motrice et la première voiture.

**[0007]** Ainsi, le véhicule ferroviaire selon l'invention comporte un ensemble d'absorption d'énergie de collision adapté aux véhicules ferroviaires articulés, notamment en ce que les dispositifs d'absorption d'énergie qui le composent sont concentrés à l'avant du véhicule au niveau de la motrice et de l'intercirculation, c'est-à-dire à la liaison entre la motrice et la première voiture. La conception des véhicules ferroviaires articulés impose une difficulté particulière dans la manière de disposer les

dispositifs d'absorption de l'énergie de collision. En effet, la structure de tels véhicules ferroviaires et notamment les liaisons articulées compliquent l'installation de dispositifs d'absorption à la jonction entre deux voitures adjacentes.

**[0008]** Suivant des modes particuliers de réalisation, le véhicule ferroviaire selon l'invention comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 5 - le véhicule comporte en outre une pluralité de bogies, les extrémités avant et arrière de deux voitures adjacentes étant portées par un des dits bogies ;
- les premiers systèmes d'absorption de collision et deuxième système d'absorption d'énergie de collision sont dimensionnés pour absorber toute l'énergie d'une collision définie par la norme européenne EN 15227 ;
- aucun système d'absorption d'énergie de collision n'est localisé entre deux voitures adjacentes ;
- 10 - le premier système d'absorption comporte une pluralité de modules de déformation configurés pour se déformer selon la direction longitudinale ;
- au moins un des modules de déformation est amovible ;
- 15 - le premier système d'absorption comporte un attelage automatique d'absorption d'énergie comprenant un système d'absorption irréversible et de guidage de l'attelage, en particulier un tube de déformation ;
- 20 - la motrice comporte un châssis, une cabine de pilotage et un bouclier de protection fixé sur la cabine, le premier système d'absorption comprenant deux modules de déformation fusibles fixés à une extrémité avant du châssis de la motrice reliés par une traverse de liaison, deux modules de déformation inférieurs fixés à ladite traverse de liaison et deux modules de déformation supérieurs fixés au bouclier de protection ;
- 25 - le deuxième système d'absorption comporte deux paires de tampons de choc fixés à une extrémité arrière d'un châssis de la motrice et à une extrémité avant de la première voiture ;
- chaque tampon de choc comporte un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible et un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible ;
- 30 - la motrice est reliée à la première voiture par une barre d'attelage et le deuxième système d'absorption d'énergie comprend un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible installé dans la barre d'attelage, un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible installé dans la barre d'attelage et des absorbeurs latéraux de part et d'autre de la barre d'attelage.
- 35 - le deuxième système d'absorption comporte deux paires de tampons de choc fixés à une extrémité arrière d'un châssis de la motrice et à une extrémité avant de la première voiture ;
- chaque tampon de choc comporte un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible et un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible ;
- 40 - la motrice est reliée à la première voiture par une barre d'attelage et le deuxième système d'absorption d'énergie comprend un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible installé dans la barre d'attelage, un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible installé dans la barre d'attelage et des absorbeurs latéraux de part et d'autre de la barre d'attelage.
- 45 - le deuxième système d'absorption comporte deux paires de tampons de choc fixés à une extrémité arrière d'un châssis de la motrice et à une extrémité avant de la première voiture ;
- chaque tampon de choc comporte un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible et un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible ;
- 50 - la motrice est reliée à la première voiture par une barre d'attelage et le deuxième système d'absorption d'énergie comprend un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible installé dans la barre d'attelage, un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible installé dans la barre d'attelage et des absorbeurs latéraux de part et d'autre de la barre d'attelage.
- 55 - le deuxième système d'absorption comporte deux paires de tampons de choc fixés à une extrémité arrière d'un châssis de la motrice et à une extrémité avant de la première voiture ;

**[0009]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple, et faite en se référant aux dessins parmi

lesquels :

- la Figure 1 est une représentation longitudinale du véhicule ferroviaire articulé selon l'invention ;
- les Figure 2 et 3 sont respectivement une vue latérale et une vue du dessous de l'avant de la motrice du véhicule ferroviaire de la Figure 1 présentant le premier système d'absorption d'énergie ;
- la Figure 4 est une vue du dessous de la zone de liaison entre deux voitures adjacentes du véhicule ferroviaire de la Figure 1 présentant un exemple de mode de réalisation du deuxième système d'absorption d'énergie ;
- la Figure 5 est une vue en perspective d'une paire de tampon de choc du deuxième système d'absorption d'énergie ;
- les Figures 6 à 11 sont des vues schématiques de côté de l'avant de la motrice présentant le comportement du premier système d'absorption d'énergie à des stades différents d'absorption d'un choc frontal ; et
- les Figures 12 à 14 sont des vues schématiques de côté de la zone localisée au niveau de la liaison entre la motrice et la première voiture présentant le comportement du deuxième système d'absorption d'énergie à des stades différents d'absorption d'un choc frontal.

**[0010]** Dans la description, les termes « supérieur » et « inférieur » sont définis par rapport à une direction d'élévation d'un véhicule ferroviaire lorsqu'il est disposé sur des rails, c'est-à-dire sensiblement verticale. La direction longitudinale est définie par la direction de circulation du véhicule ferroviaire.

**[0011]** Sur la Figure 1 est représenté schématiquement un véhicule ferroviaire articulé 1 selon l'invention. Le véhicule ferroviaire 1 comporte une pluralité de voitures 3 disposées les unes derrière les autres longitudinalement selon la direction X. Chaque voiture 3 comporte une extrémité avant 5 articulée à une extrémité arrière 7 de la voiture adjacente 3. Les voitures 3 sont par exemple prévues pour transporter des passagers.

**[0012]** Le véhicule ferroviaire 1 comporte en outre au moins une motrice 8A, 8B liée à une première des voitures 10. Chaque motrice 8A, 8B comporte un châssis 9, une cabine de pilotage et un bouclier de protection 12 fixé sur la cabine. Dans le mode de réalisation présenté sur la Figure 1, le véhicule ferroviaire 1 comportent deux motrices 8A, 8B placées aux deux extrémités opposées du véhicule ferroviaire 1 de manière à faciliter le déplacement du véhicule ferroviaire 1 dans un sens de circulation ou dans le sens opposé.

**[0013]** Le véhicule ferroviaire 1 comporte également une pluralité de bogies 11. Chaque bogie 11 porte directement les extrémités avant 5 et arrière 7 de deux voitures adjacentes 3. Ce type de véhicule ferroviaire est dit « articulé ». Les bogies 11 sont par exemple du même type que ceux décrits dans le document EP 2 883 776

A1 et ne seront pas décrits en détail ici.

**[0014]** Chaque motrice 8A, 8B du véhicule ferroviaire 1 comporte un ensemble d'absorption de l'énergie de collision 13. Il est à noter que les ensembles d'absorption d'énergie de collision 13 de chaque motrice 8A, 8B sont strictement identiques.

**[0015]** Comme visible sur la Figure 1, l'ensemble d'absorption d'énergie de collision 13 comporte selon l'invention un premier système d'absorption d'énergie de collision 15 localisé à l'avant de la motrice 8A, 8B et un deuxième système d'absorption d'énergie 17 localisé à la liaison entre la motrice 8A, 8B et la première voiture 10. Comme visible sur la Figure 1, aucun système d'absorption d'énergie de collision n'est localisé entre deux voitures adjacentes 3.

**[0016]** Avantagusement, le premier système d'absorption 15 et le deuxième système d'absorption 17 sont dimensionnés pour absorber ensemble toute l'énergie d'une collision, par exemple tel que définie par un texte normatif concernant la sécurité passive en particulier la norme européenne EN 15227.

**[0017]** En particulier, la norme européenne EN 15227 recense les exigences européennes en termes de sécurité passive pour les véhicules ferroviaires qui transportent des passagers afin de garantir la protection de ces derniers en cas de collision. Ainsi, en cas de collision, la structure mécanique des véhicules ferroviaire doit intégrer des systèmes permettant de limiter la décélération du véhicule, de protéger et de garantir l'intégrité structurale des espaces occupés, de réduire les risques de chevauchement avec un autre véhicule ferroviaire, et les risques de déraillement et de limiter les conséquences en cas de collision avec un obstacle sur la voie dont la hauteur ne dépasse celle du plancher du véhicule ferroviaire. Selon la norme EN 15227, les véhicules ferroviaires doivent remplir les exigences précédentes en envisageant quatre scénarios de collision de référence : une collision frontale entre deux unités ferroviaire identiques, une collision frontale avec un wagon de marchandises, une collision d'une unité avec un grand véhicule routier à un passage à niveau et, une collision d'une unité avec un obstacle bas (e.g. voiture à un passage à niveau, animal, rocher, etc.).

**[0018]** A titre d'exemple, la norme EN 15227 impose que la décélération moyenne ressentie par les passagers n'excède pas 5 g pour des collisions avec des véhicules ferroviaire et 7,5 g pour des collisions avec des obstacles routiers. Le détail de chacune des exigences de la norme EN 15227 ne sera pas décrit ici.

**[0019]** Sur les Figures 2 et 3 est représenté le premier système d'absorption d'énergie de collision 15. Le premier système d'absorption d'énergie 15 comporte une pluralité de modules de déformation configurés pour se déformer selon la direction longitudinale, et un attelage automatique d'absorption d'énergie 18 comprenant par exemple un système d'effacement 19 assurant à la fois une absorption irréversible et un effacement guidé tel qu'un tube de déformation.

**[0020]** Comme visible sur la Figure 2, le premier système d'absorption d'énergie 15 comporte deux modules de déformation fusibles 21 fixés à une extrémité avant du châssis 9 de la motrice 8A, 8B reliés par une traverse de liaison 23, deux modules de déformation inférieurs 25 fixés à ladite traverse de liaison 23 et deux modules de déformation supérieurs 27 fixés au bouclier de protection 12 de la cabine de pilotage de la motrice 8A, 8B.

**[0021]** Les modules de déformation inférieurs 25 et les modules de déformation supérieurs 27 ont sensiblement une forme en tronc de pyramide s'évasant progressivement depuis leurs faces avant 29 vers leurs faces arrière 31. Les modules de déformation inférieurs 25 et les modules de déformation supérieurs 27 sont formés d'un ensemble de tôles métalliques mécano-soudées les unes aux autres de manière à définir un caisson compressible axialement par déformation plastique lors d'une collision au niveau de la face avant 29 du module de déformation 25, 27.

**[0022]** Comme visible sur les Figures 2 et 3, le caisson de chacun des modules de déformation 25, 27 comportent une pluralité de compartiments couplés les uns aux autres selon la direction longitudinale. Ainsi, lors d'une collision au niveau de la face 29 avant du module 25, 27, les compartiments se déforment de manière plastique successivement et se compriment les uns sur les autres selon la direction longitudinale pour absorber l'énergie de collision.

**[0023]** La capacité d'absorption d'énergie de chaque module de déformation inférieur 25 est par exemple comprise entre 220kJ et 320kJ, typiquement 250kJ.

**[0024]** La capacité d'absorption d'énergie de chaque module de déformation supérieur 27 est par exemple comprise entre 500kJ et 1000kJ, typiquement 700kJ.

**[0025]** Les modules de déformation inférieurs 25 sont généralement qualifiés d'anti-chevauchement car ils permettent d'éviter en cas de collision avec un autre véhicule ferroviaire que les deux véhicules ne se chevauchent.

**[0026]** Les modules de déformation supérieurs 27 sont généralement dénommés boucliers absorbants. Ils absorbent ainsi plus particulièrement l'énergie de collision au niveau du poste de conduite à l'avant de la motrice 8A, 8B. Cela permet notamment de protéger la zone de conduite en cas de collision avec des obstacles routiers tels que les camions.

**[0027]** Avantagusement, les modules de déformations inférieurs 25 et les modules de déformation supérieurs 27 sont amovibles. Ils sont par exemple respectivement vissés sur le châssis 9 de la motrice 8A, 8B et sur la traverse de liaison 23 et peuvent ainsi être remplacés le cas échéant après une collision.

**[0028]** Ceci permet de rendre le véhicule ferroviaire 1 opérationnel plus rapidement notamment en cas de collisions à faible énergie n'affectant pas les modules de déformations fusibles 21.

**[0029]** Les modules de déformations fusibles 21 sont fixés sur le châssis 9 de la motrice 8A, 8B par exemple par soudage.

**[0030]** Les modules de déformations fusibles 21 ont sensiblement une forme parallélépipédique et s'étendent en saillie du châssis 9 de la motrice 8A, 8B selon la direction longitudinale. Les modules de déformation fusibles 21 ont une structure en compartiments, similaire à ce qui a été décrit précédemment.

**[0031]** La capacité d'absorption d'énergie de chaque module de déformation fusible 21 est par exemple comprise entre 800kJ et 1000kJ, typiquement 900kJ.

**[0032]** Les modules de déformations fusibles 21 sont dans le prolongement des modules de déformation inférieurs 25.

**[0033]** L'attelage automatique 18 est fixé à l'avant de la motrice 8A, 8B en saillie. Il est inséré dans une ouverture 33 réalisée dans la traverse de liaison 23, entre les deux modules de déformation fusibles 21. L'attelage automatique 18 comporte un attelage 35 qui assure la fonction d'attelage automatique à un autre véhicule ferroviaire, un absorbeur d'énergie réversible 37 (ou récupérable) et un absorbeur d'énergie non-réversible 39.

**[0034]** L'attelage 35 ne seront pas décrits en détail ici et sont connus en soi de l'état de la technique. L'attelage 35 comportent une tête d'accrochage en saillie par rapport à l'extrémité de la motrice 8A, 8B et permettent d'assurer une connexion mécanique, pneumatique et électrique entre la motrice et le véhicule ferroviaire qui y est attelé.

**[0035]** L'absorbeur d'énergie réversible 37 est réalisé, par exemple, par des capsules hydrauliques à gaz qui permettent d'amortir les chocs de faible intensité. Les capsules hydrauliques à gaz fonctionnent comme un piston amortisseur. Elles comportent un premier cylindre apte à se déplacer longitudinalement à l'intérieur d'un deuxième cylindre creux d'un diamètre supérieur à celui du premier cylindre. La course du premier cylindre est ralentie par un fluide (par exemple de l'huile) et l'énergie est dissipée, par exemple sous forme de chaleur.

**[0036]** Typiquement, la course maximale du premier cylindre est comprise entre 60 mm et 200 mm.

**[0037]** Par exemple, la capacité d'absorption d'énergie de l'absorbeur d'énergie réversible 37 est comprise entre 30 et 200 kJ typiquement 80 kJ.

**[0038]** Comme visible sur la Figure 3, le système d'effacement 19 s'étend longitudinalement sous le châssis 9 de la motrice 8A, 8B.

**[0039]** Le système d'effacement 19 comporte un premier cylindre qui s'étend longitudinalement en saillie. Le premier cylindre est emmanché de force dans un deuxième cylindre présentant un diamètre plus faible que celui du premier cylindre. Ainsi, en cas de choc, le premier cylindre vient extruder et déformer de manière plastique le deuxième cylindre.

**[0040]** L'absorbeur d'énergie non-réversible 39 permet par exemple d'absorber une quantité d'énergie comprise entre 500 et 2400 kJ, typiquement 1200 kJ.

**[0041]** Sur les Figures 4 et 5 est représenté un exemple de réalisation du deuxième système d'absorption d'énergie 17. Le deuxième système d'absorption d'énergie 17

comporte deux paires de tampons de choc 41 fixés à une extrémité arrière d'un châssis 9 de la motrice 8A, 8B et à une extrémité avant de la première voiture 10.

**[0042]** Chaque paire de tampon de choc 41 comporte un premier tampon de choc 43 fixé sur l'extrémité arrière de la motrice 8A, 8B et un deuxième tampon de choc 45 fixé à l'extrémité avant de la première voiture 10.

**[0043]** Le premier tampon 43 comporte une tête 47 en saillie par rapport à l'extrémité arrière de la motrice 8A, 8B. Le deuxième tampon 45 comporte un plateau 49 en saillie par rapport à l'extrémité avant de la première voiture 10. Le deuxième tampon 45 comporte en outre un dispositif anti-chevauchement 51 des premier tampon 43 et deuxième tampon 45. Le dispositif anti-chevauchement 51 est connu de l'état de la technique et n'est pas décrit en détail ici.

**[0044]** En cas de choc, la tête 47 du premier tampon de choc 43 coopère avec le plateau 49 du deuxième tampon de choc 45.

**[0045]** Typiquement, chaque premier tampon de choc 43 et deuxième tampon de choc 45 comporte un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible 53 et un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible 55.

**[0046]** Le premier dispositif 53 est typiquement une capsule hydraulique à gaz du type de celle décrite précédemment pour l'attelage 18.

**[0047]** Typiquement, la course maximale du premier dispositif 53 est comprise entre 90 mm et 125 mm typiquement 110 mm.

**[0048]** La capacité d'absorption d'énergie du premier dispositif 53 est par exemple comprise entre 30kJ et 100kJ, typiquement 60kJ.

**[0049]** Le deuxième dispositif 55 est typiquement un dispositif comprenant un tube de déformation du type décrit précédemment pour l'attelage 18 ou un système de pelage de la surface extérieure du tube du tampon. Dans le cas d'un système de pelage, des lames sont disposées au voisinage de la fixation du tampon à une voiture 8A, 10. Ces lames sont disposées circonférentiellement à la périphérie de la surface extérieure du tube du tampon, et sont aptes à « peler », c'est-à-dire à découper longitudinalement la surface extérieure du tube en cas de choc.

**[0050]** La capacité d'absorption d'énergie du deuxième dispositif 55 est par exemple comprise entre 200kJ et 1150kJ, typiquement 500kJ.

**[0051]** Alternativement, dans un mode de réalisation non représenté, la motrice 8A est reliée à la première voiture 10 par une barre d'attelage et le deuxième système d'absorption 17 d'énergie comprend, par exemple, un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible installé dans la barre d'attelage, un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible installé dans la barre d'attelage et des absorbeurs latéraux de part et d'autre de la barre d'attelage.

**[0052]** Le fonctionnement de l'ensemble d'absorption d'énergie de collision 13 du véhicule ferroviaire 1 va

maintenant être décrit au regard des Figures 6 à 14 qui présentent le comportement à différents stade du premier système d'absorption d'énergie 15 et du deuxième système d'absorption d'énergie 17 en cas de collision frontale du véhicule ferroviaire 1.

**[0053]** Bien entendu, ce scénario de collision est donné à titre indicatif et non limitatif puisque l'ensemble d'absorption d'énergie de collision 13 est dimensionné pour absorber toute l'énergie d'une collision telle que définie par la norme européenne EN 15227, comme décrit précédemment.

**[0054]** Lorsque l'avant de la motrice 8A, 8B entre en collision avec un obstacle 56 (Figure 6), tout d'abord, le premier système d'absorption d'énergie 15 commence à absorber l'énergie de collision. Ainsi, l'absorbeur d'énergie réversible 37 de l'attelage automatique 18 commence à absorber une partie de l'énergie de collision. Au-delà de la capacité réversible de l'attelage, l'absorbeur d'énergie non-réversible 39 de l'attelage 18 est sollicité et le tube de déformation 19 commence à se déformer (Figure 7).

**[0055]** Les modules de déformation inférieurs 25 (anti-chevauchement) entrent en contact avec l'obstacle et commencent à se déformer en se compressant longitudinalement pendant que le tube de déformation 19 continue à se déformer (Figure 8).

**[0056]** A l'étape suivante, le tube de déformation 19 est déformé au maximum et la compression des modules de déformation inférieurs 25 est maximale. Les modules de déformation fusibles 21 commencent alors à se déformer en se compressant longitudinalement (Figure 9).

**[0057]** Les modules de déformation supérieurs 27 entrent ensuite en contact avec l'obstacle et commencent à se déformer en se compressant longitudinalement. Les modules de déformation fusible 21 continuent à se déformer (Figure 10).

**[0058]** Enfin, les modules de déformation fusible 21 et les modules de déformation supérieurs 27 sont comprimés au maximum (Figure 11). Le premier système d'absorption d'énergie 15 a ainsi atteint la capacité maximale d'absorption d'énergie de collision. Cette capacité est comprise entre 3500 kJ et 7000 kJ, typiquement 5000 kJ.

**[0059]** Dès l'impact entre la motrice 8A, 8B et l'obstacle 56, le deuxième système d'absorption d'énergie 17 est également sollicité. Dans un premier temps (Figure 12), l'impact entraîne un mouvement relatif de la motrice 8A, 8B par rapport à la première voiture 10, les premiers dispositifs d'absorption d'énergie réversible 53 des tampons de chocs 43, 45 commencent à absorber l'énergie de collision. Puis, les deuxièmes dispositifs d'absorption d'énergie à déformation non-réversible 55 commencent à se déformer (Figure 13) jusqu'à ce que la capacité d'absorption maximale soit atteinte et que la paroi latérale arrière 57 de la motrice 8A, 8B entre en contact avec la paroi latérale avant 59 de la première voiture 10 (Figure 14).

**[0060]** Le deuxième système d'absorption d'énergie a ainsi permis typiquement d'absorber une quantité d'éner-

gie comprise entre 1000 kJ et 4000 kJ, typiquement 2000 kJ.

**[0061]** Ainsi, le véhicule ferroviaire 1 selon l'invention permet de limiter le taux de décélération et d'absorber toute l'énergie d'une collision. L'intégrité des passagers et du conducteur est ainsi garantie. De par l'articulation entre chaque voiture adjacente 3, ces dernières forment une unique masse et par conséquent les décélération sont homogènes tout le long du véhicule ferroviaire 1 et les passagers ressentent la même décélération peu importe la voiture 3 dans laquelle ils se trouvent.

**[0062]** L'invention n'est pas limitée à l'exemple décrit. En particulier, les systèmes d'absorption d'énergie sont adaptés en fonction du type de véhicule ferroviaire, une vitesse maximale autorisée ou encore de la masse du véhicule ferroviaire et de sa répartition.

## Revendications

1. Véhicule ferroviaire (1), ledit véhicule comportant :
  - une pluralité de voitures (3) disposées les unes derrière les autres longitudinalement, chaque voiture (3) ayant une extrémité avant (5) articulée à une extrémité arrière (7) de la voiture adjacente (3) ;
  - au moins une motrice (8A, 8B) liée une première des voitures (10) ;
  - un ensemble d'absorption de l'énergie de collision (13) ;

**caractérisé en ce que** ledit ensemble (13) comporte un premier système d'absorption d'énergie de collision (15) localisé à l'avant de la motrice (8A, 8B) et un deuxième système d'absorption d'énergie de collision (17) localisé à la liaison entre la motrice (8A, 8B) et la première voiture (10).
2. Véhicule ferroviaire selon la revendication 1, comportant en outre une pluralité de bogies (11), les extrémités avant (5) et arrière (7) de deux voitures adjacentes (3) étant portées par un des desdits bogies (11).
3. Véhicule ferroviaire selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** lesdits premier système d'absorption d'énergie de collision (15) et deuxième système d'absorption d'énergie de collision (17) sont dimensionnés pour absorber toute l'énergie d'une collision définie par la norme européenne EN 15227.
4. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**aucun système d'absorption d'énergie de collision (15, 17) n'est localisé entre deux voitures adjacentes (3).
5. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le premier système d'absorption (15) comporte une pluralité de modules de déformation (21, 25, 27) configurés pour se déformer selon la direction longitudinale.
6. Véhicule ferroviaire (1) selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**au moins un des modules de déformation (21, 25, 27) est amovible.
7. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le premier système d'absorption (15) comporte un attelage automatique d'absorption d'énergie (18) comprenant un système d'absorption irréversible et de guidage de l'attelage, en particulier un tube de déformation (19).
8. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconques des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** la motrice comporte un châssis (9), une cabine de pilotage et un bouclier de protection (12) fixé sur la cabine, le premier système d'absorption (15) comprenant deux modules de déformation fusibles (21) fixés à une extrémité avant du châssis (9) de la motrice (8A, 8B) reliés par une traverse de liaison (23), deux modules de déformation inférieurs (25) fixés à ladite traverse de liaison (23) et deux modules de déformation supérieurs (27) fixés au bouclier de protection (12).
9. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le deuxième système d'absorption (17) comporte deux paires (41) de tampons de choc (43, 45) fixés à une extrémité arrière d'un châssis (9) de la motrice (8A, 8B) et à une extrémité avant de la première voiture (10).
10. Véhicule ferroviaire (1) selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** chaque tampon de choc (43, 45) comporte un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible (53) et un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible (55).
11. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** la motrice (8A, 8B) est reliée à la première voiture (10) par une barre d'attelage et le deuxième système d'absorption (17) d'énergie comprend un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible installé dans la barre d'attelage, un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible installé dans la barre d'attelage et des absorbeurs latéraux de part et d'autre de la barre d'attelage.

**Revendications modifiées conformément à la règle 137(2) CBE.**

1. Véhicule ferroviaire (1), ledit véhicule comportant :

- une pluralité de voitures (3) disposées les unes derrière les autres longitudinalement, chaque voiture (3) ayant une extrémité avant (5) articulée à une extrémité arrière (7) de la voiture adjacente (3) ;
- au moins une motrice (8A, 8B) liée une première des voitures (10) ;
- un ensemble d'absorption de l'énergie de collision (13) ;

ledit ensemble (13) comportant un premier système d'absorption d'énergie de collision (15) localisé à l'avant de la motrice (8A, 8B) et un deuxième système d'absorption d'énergie de collision (17) localisé à la liaison entre la motrice (8A, 8B) et la première voiture (10),

**caractérisé en ce que** le véhicule ferroviaire comporte en outre une pluralité de bogies (11), les extrémités avant (5) et arrière (7) de deux voitures adjacentes (3) étant portées par un des desdits bogies (11),

lesdits premier système d'absorption d'énergie de collision (15) et deuxième système d'absorption d'énergie de collision (17) étant dimensionnés pour absorber toute l'énergie d'une collision définie par la norme européenne EN 15227.

2. Véhicule ferroviaire (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**il est dépourvu de système d'absorption d'énergie de collision (15, 17) entre deux voitures adjacentes (3).

3. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le premier système d'absorption (15) comporte une pluralité de modules de déformation (21, 25, 27) configurés pour se déformer selon la direction longitudinale.

4. Véhicule ferroviaire (1) selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**au moins un des modules de déformation (21, 25, 27) est amovible.

5. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le premier système d'absorption (15) comporte un attelage automatique d'absorption d'énergie (18) comprenant un système d'absorption irréversible et de guidage de l'attelage, en particulier un tube de déformation (19).

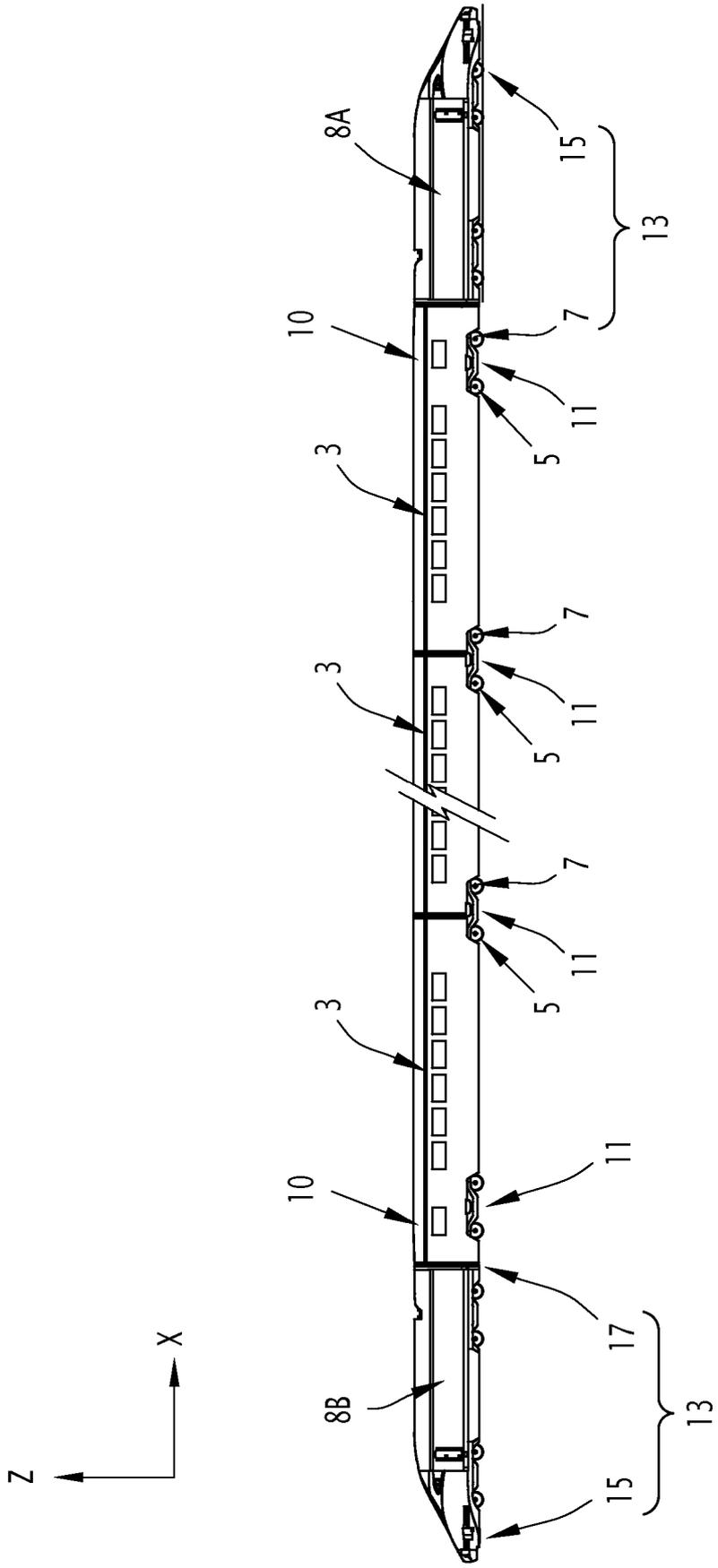
6. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconques des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la motrice comporte un châssis (9), une cabine de pilotage

et un bouclier de protection (12) fixé sur la cabine, le premier système d'absorption (15) comprenant deux modules de déformation fusibles (21) fixés à une extrémité avant du châssis (9) de la motrice (8A, 8B) reliés par une traverse de liaison (23), deux modules de déformation inférieurs (25) fixés à ladite traverse de liaison (23) et deux modules de déformation supérieurs (27) fixés au bouclier de protection (12).

7. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le deuxième système d'absorption (17) comporte deux paires (41) de tampons de choc (43, 45) fixés à une extrémité arrière d'un châssis (9) de la motrice (8A, 8B) et à une extrémité avant de la première voiture (10).

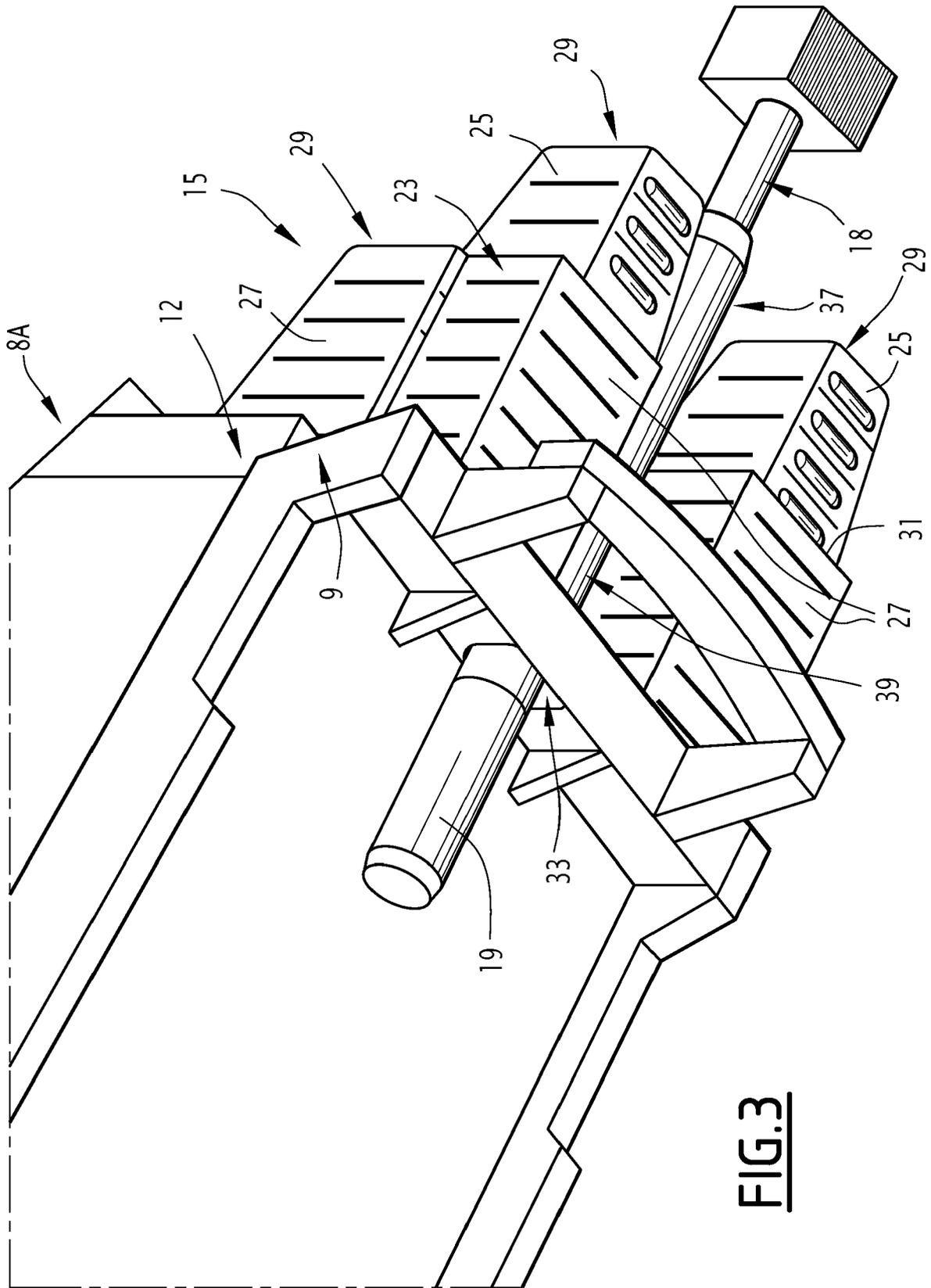
8. Véhicule ferroviaire (1) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** chaque tampon de choc (43, 45) comporte un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible (53) et un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible (55).

9. Véhicule ferroviaire (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la motrice (8A, 8B) est reliée à la première voiture (10) par une barre d'attelage et le deuxième système d'absorption (17) d'énergie comprend un premier dispositif d'absorption d'énergie à déformation réversible installé dans la barre d'attelage, un deuxième dispositif d'absorption d'énergie à déformation non-réversible installé dans la barre d'attelage et des absorbeurs latéraux de part et d'autre de la barre d'attelage.

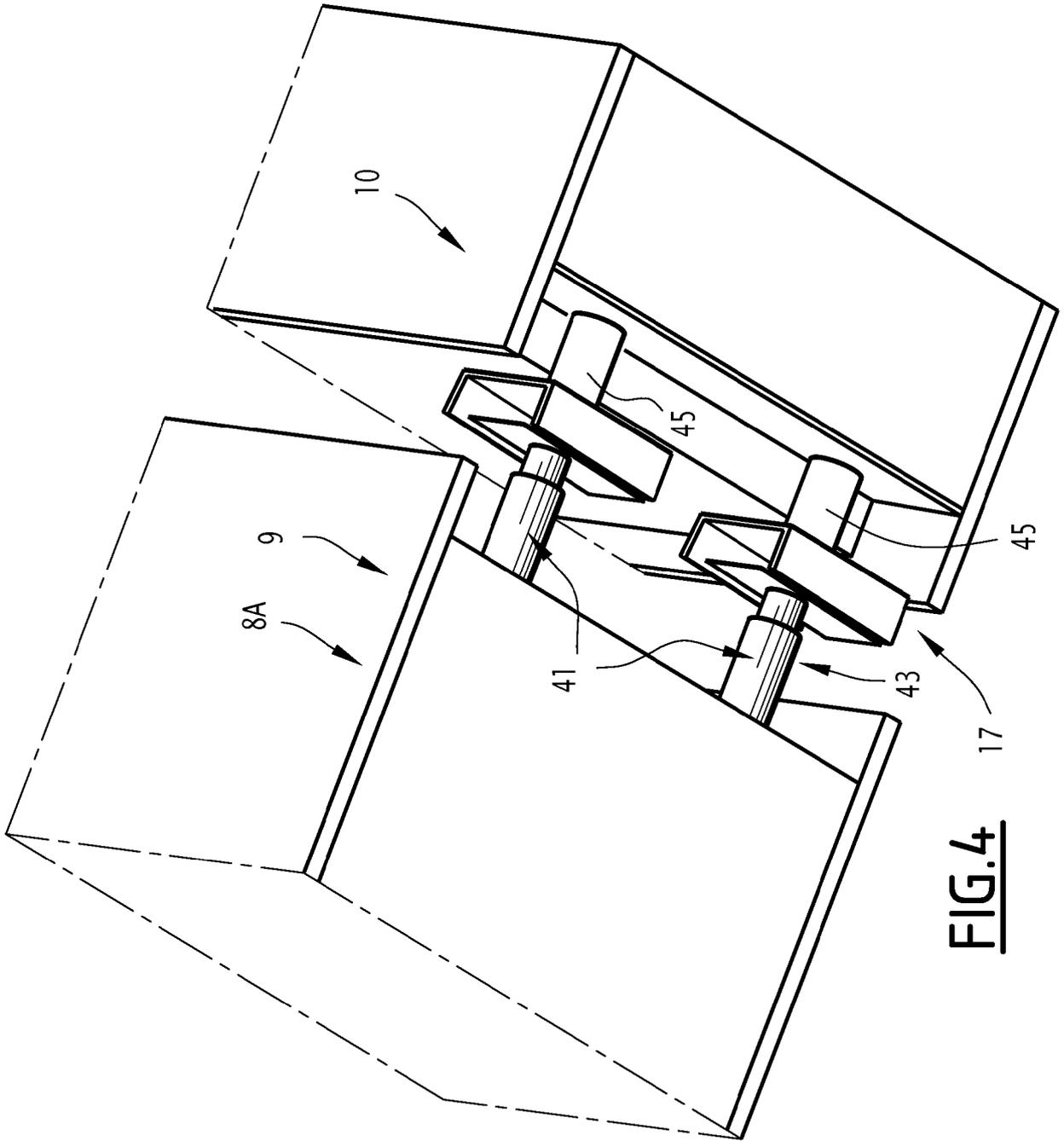


**FIG.1**

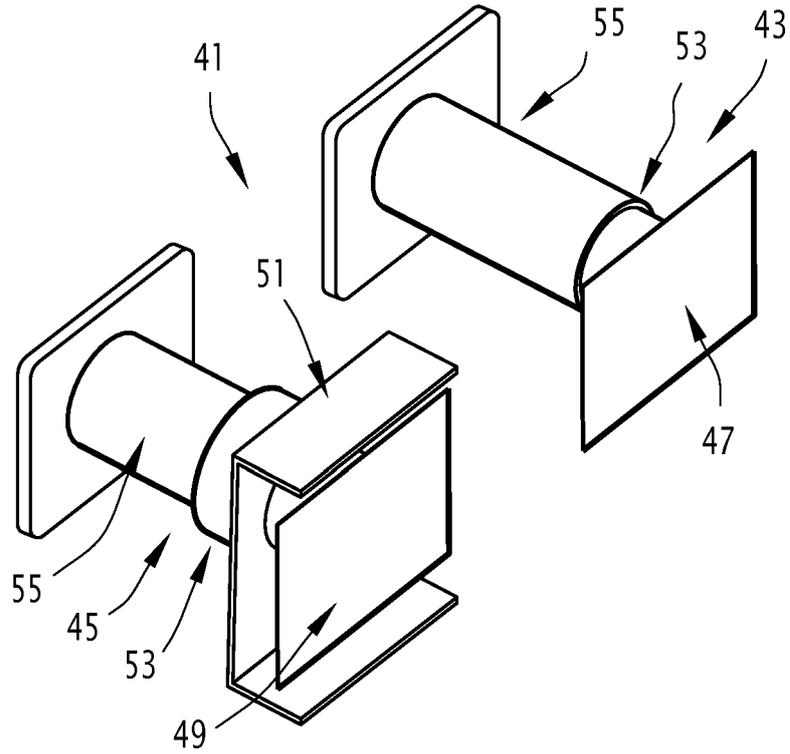




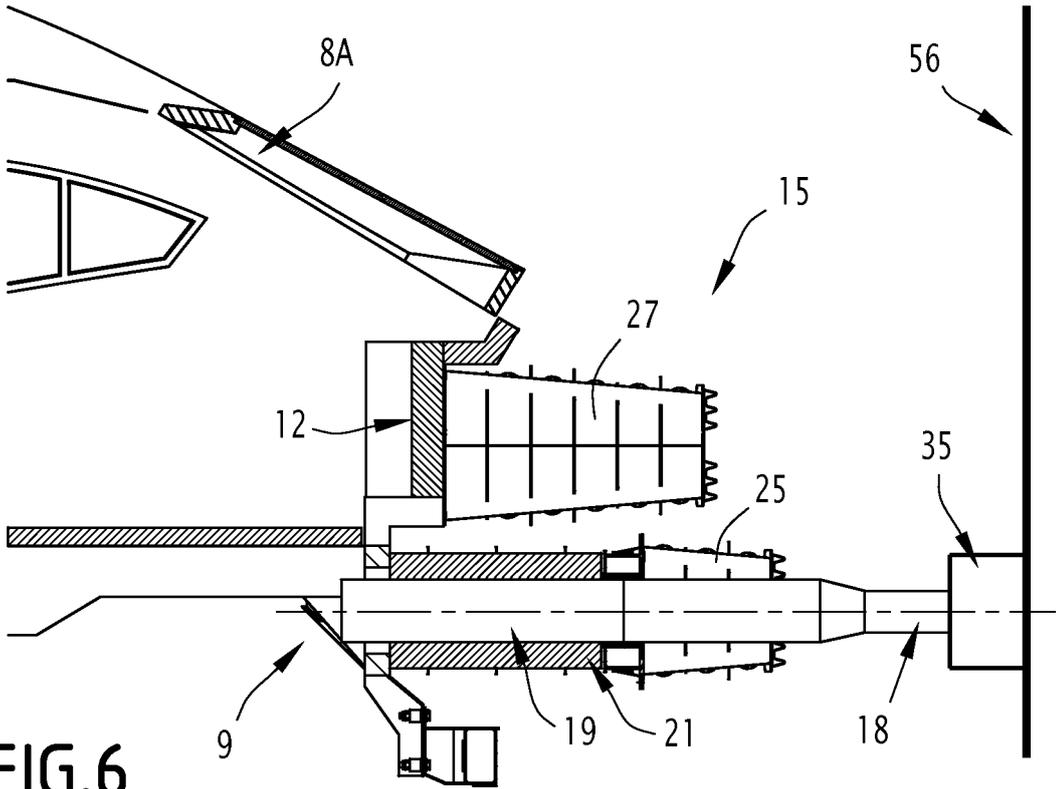
**FIG. 3**



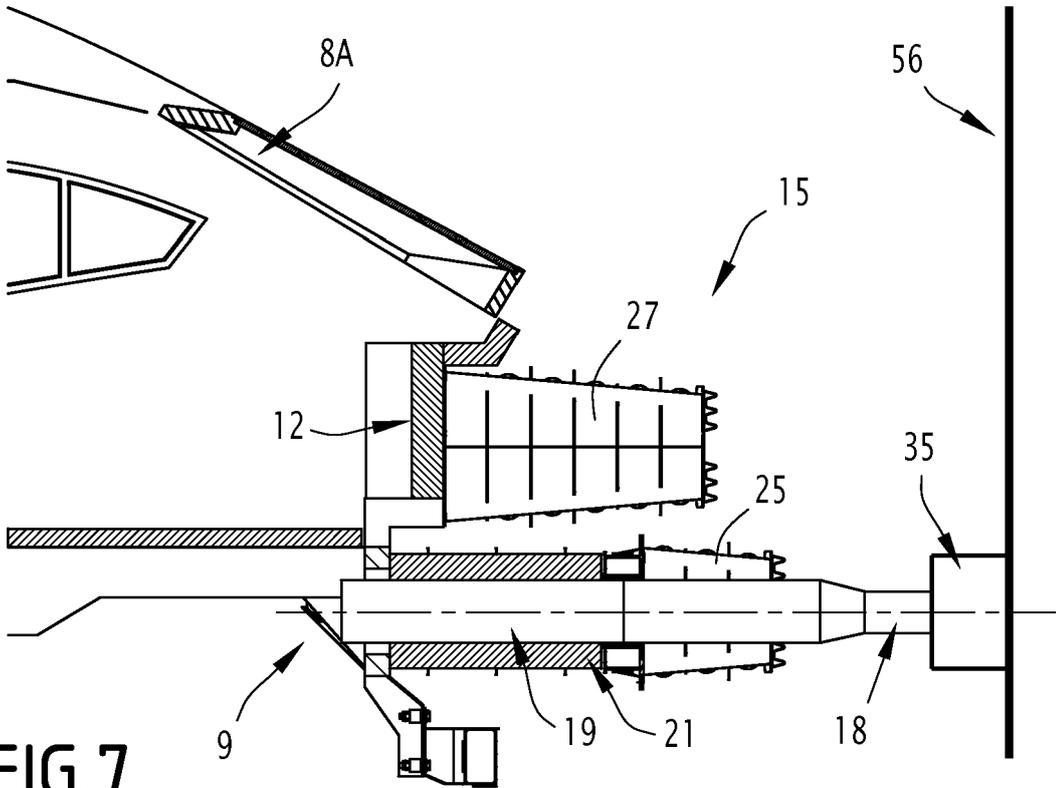
**FIG. 4**



**FIG.5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

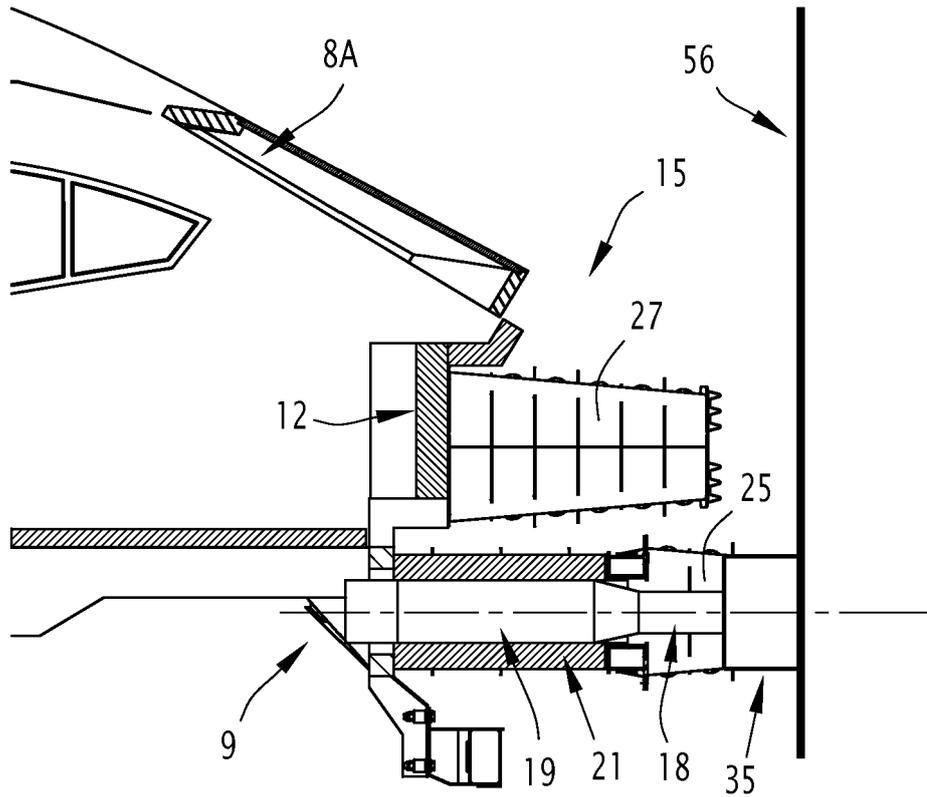


FIG. 8

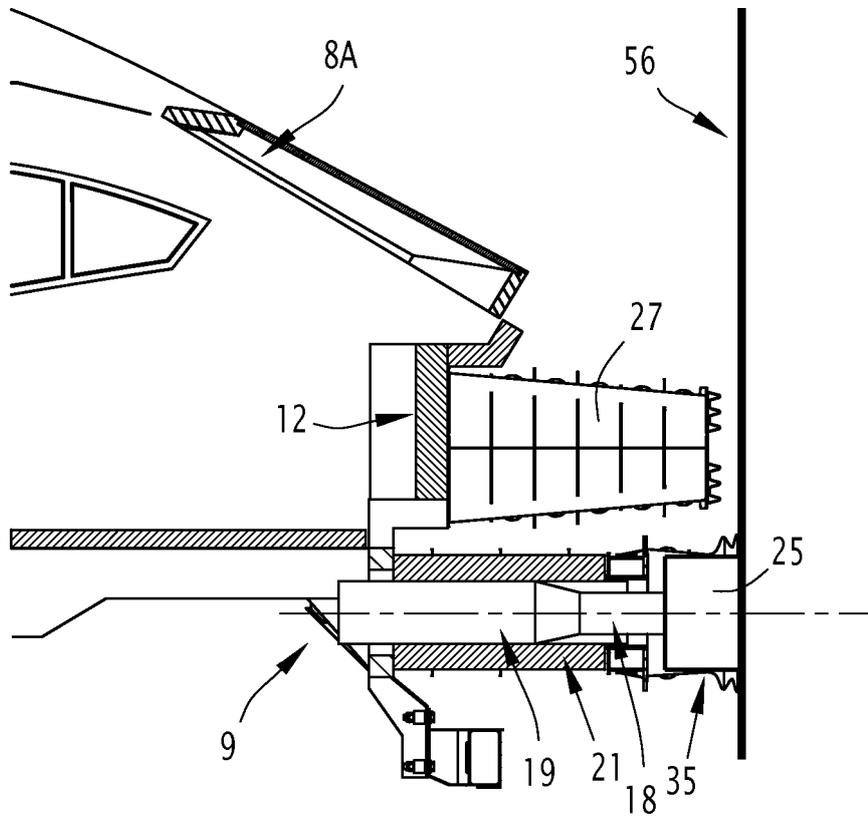


FIG. 9

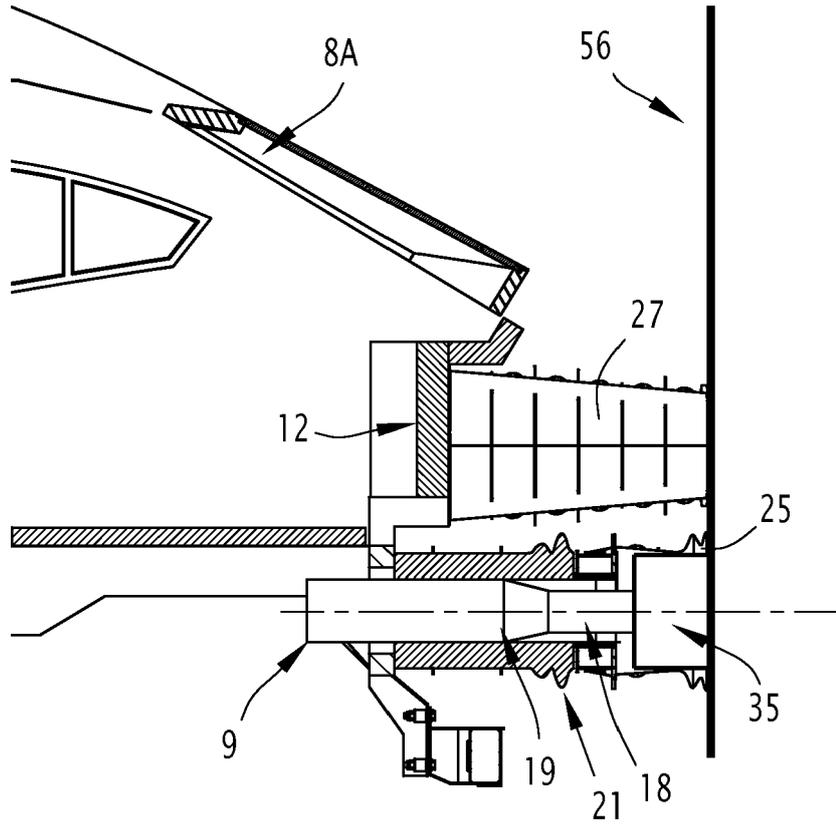


FIG.10

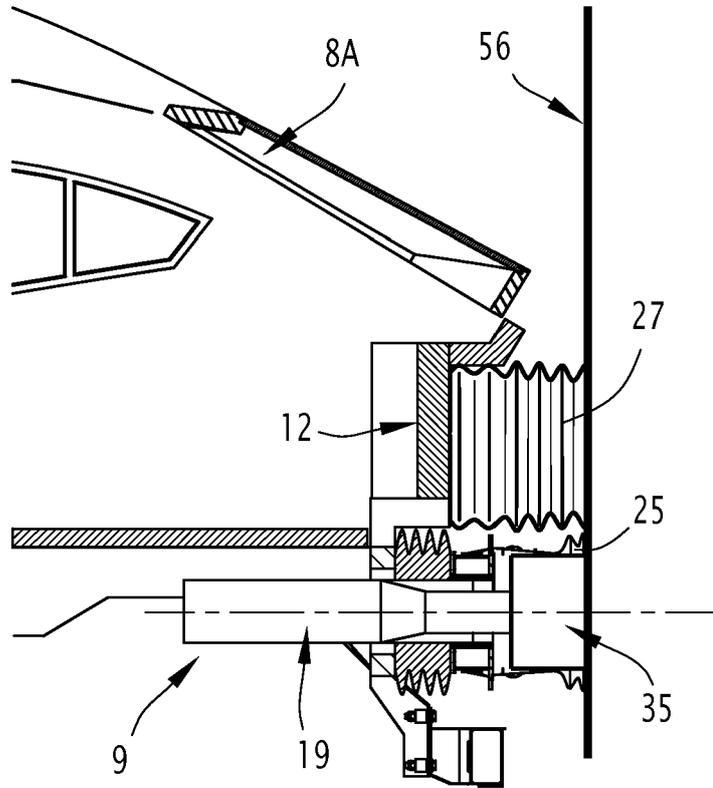
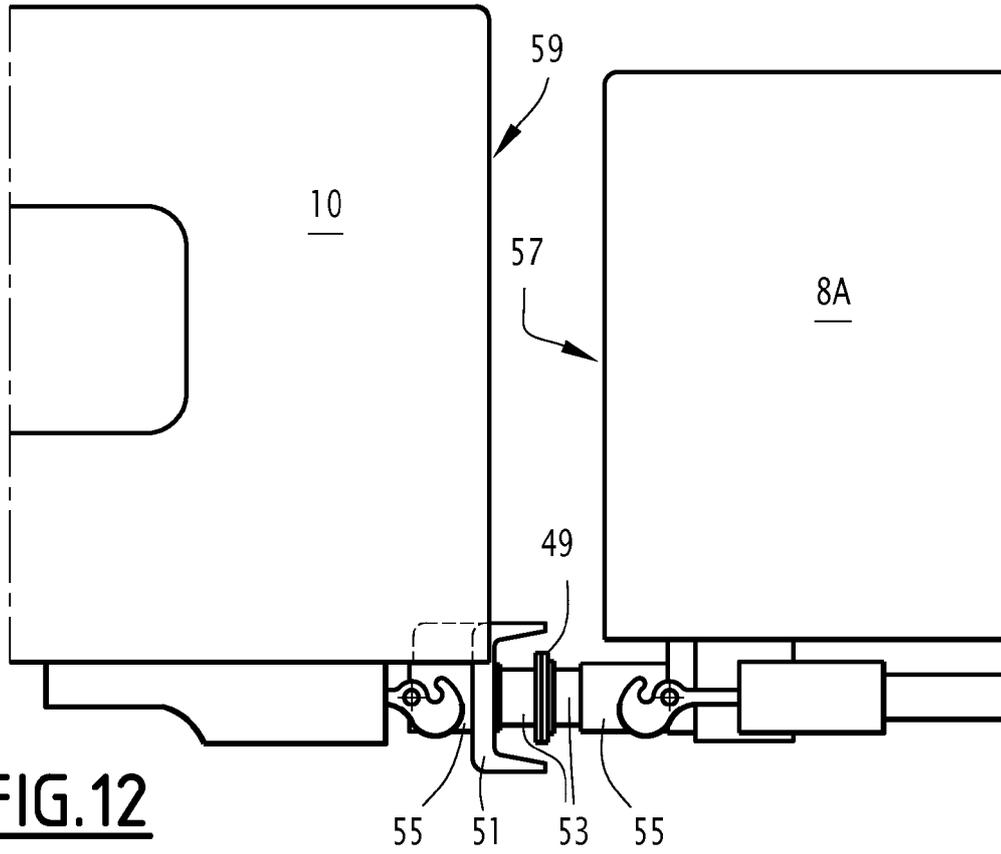
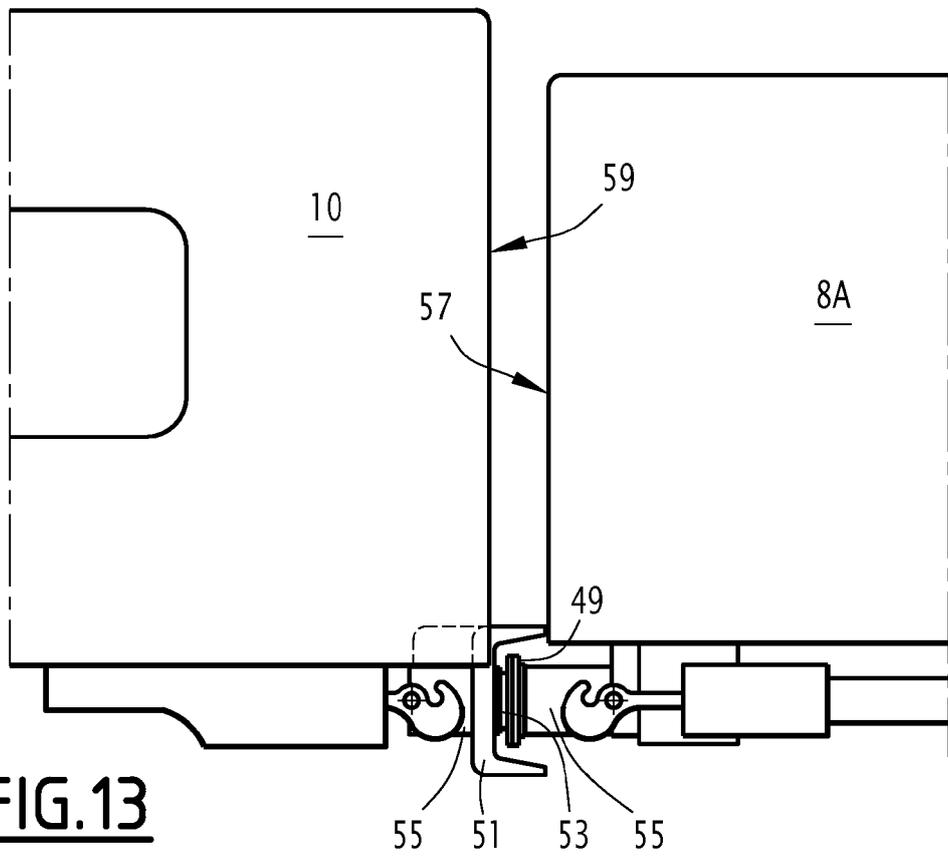


FIG.11



**FIG. 12**



**FIG. 13**

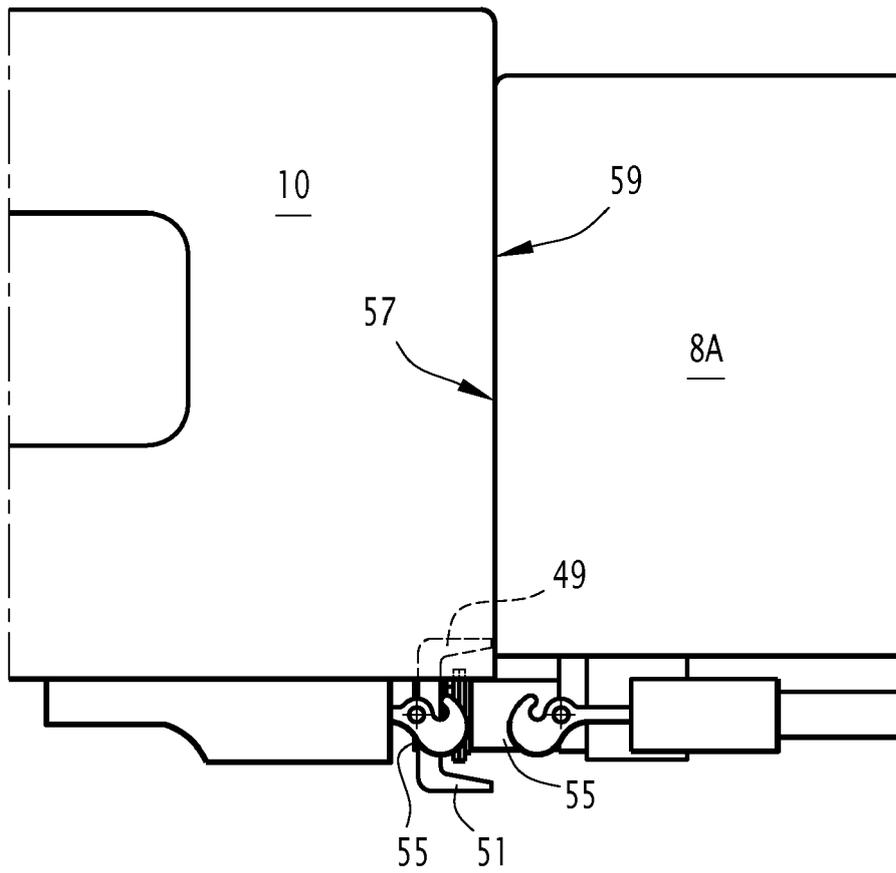


FIG.14



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 17 30 6181

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	EP 1 930 226 A1 (ANSALDOBREDA SPA [IT]) 11 juin 2008 (2008-06-11)	1-8,11	INV. B61D15/06 B61G11/16
Y	* colonne 2, alinéa 0007 * * figures 1-3 *	9,10	
X	EP 0 888 946 A1 (ALSTOM DDF [FR]) 7 janvier 1999 (1999-01-07) * colonne 4, ligne 2 - colonne 5, ligne 1 * * figure 1 *	1-7	
Y	EP 0 532 442 A1 (DIETRICH & CIE DE [FR]) 17 mars 1993 (1993-03-17) * le document en entier *	9,10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)  B61D B61G
A	EP 1 215 098 A1 (ALSTOM [FR]) 19 juin 2002 (2002-06-19) * figures 1-3 *	1-8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>27 février 2018</b>	Examineur <b>Crama, Yves</b>
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 17 30 6181

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.

27-02-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1930226 A1	11-06-2008	EP 1930226 A1 ES 2396149 T3	11-06-2008 19-02-2013
EP 0888946 A1	07-01-1999	AT 250530 T DE 69818357 D1 DE 69818357 T2 DK 0888946 T3 EP 0888946 A1 ES 2209091 T3 FR 2765543 A1 HK 1019723 A1 PT 888946 E	15-10-2003 30-10-2003 24-06-2004 09-02-2004 07-01-1999 16-06-2004 08-01-1999 16-04-2004 27-02-2004
EP 0532442 A1	17-03-1993	AT 126485 T DE 69204130 D1 DE 69204130 T2 DK 0532442 T3 EP 0532442 A1 ES 2078716 T3 FR 2681300 A1	15-09-1995 21-09-1995 04-04-1996 18-12-1995 17-03-1993 16-12-1995 19-03-1993
EP 1215098 A1	19-06-2002	AT 290971 T AU 779020 B2 CA 2364957 A1 CN 1368448 A DE 60109399 D1 DE 60109399 T2 DK 1215098 T3 EG 22817 A EP 1215098 A1 ES 2239111 T3 FR 2818224 A1 HK 1048289 A1 HR P20010897 A2 JP 4044758 B2 JP 2002225704 A MA 25480 A1 NO 20016163 A RU 2231462 C2 US 2002073887 A1 YU 88501 A	15-04-2005 06-01-2005 18-06-2002 11-09-2002 21-04-2005 19-01-2006 25-07-2005 30-09-2003 19-06-2002 16-09-2005 21-06-2002 28-09-2007 31-08-2003 06-02-2008 14-08-2002 01-07-2002 19-06-2002 27-06-2004 20-06-2002 31-01-2003

EPO FORM P0480

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**

- EP 2883776 A1 [0013]