

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 28.11.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.06.18 Bulletin 18/22.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : UNIVERSITE DE VERSAILLES
SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES — FR.

⑦② Inventeur(s) : BOUZIT MOURAD, TRENORAS LAM-
BERT et MONACELLI ERIC.

⑦③ Titulaire(s) : UNIVERSITE DE VERSAILLES SAINT-
QUENTIN-EN-YVELINES.

⑦④ Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société
en nom collectif.

⑤④ VEHICULE A GYROPODE.

⑤⑦ L'invention se rapporte à un véhicule (10) motorisé
comprenant:

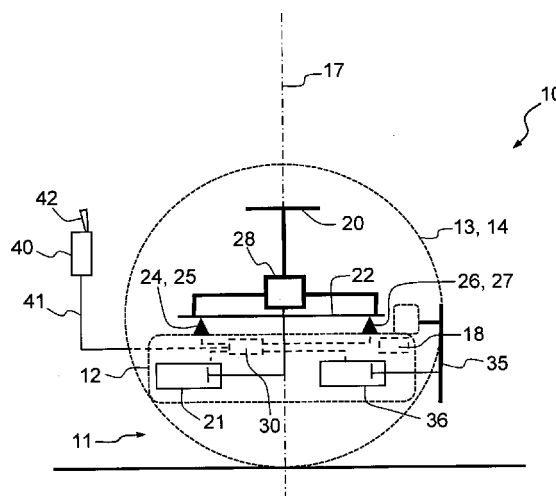
un gyropode (11),

un support (20) superposé au châssis (12) du gyropode
et destiné à transporter des charges, le support étant mobile
en translation par rapport au châssis (12) selon la direction
longitudinale,

un premier actionneur (21) permettant de déplacer le
support par rapport au châssis (12) selon la direction princi-
pale de déplacement du véhicule,

plusieurs capteurs de forces (24 à 27) disposés entre
le châssis (12) et le support, chaque capteur (24 à 27) déli-
vrant une information relative à une force verticale que le
support exerce sur le châssis (12),

et un module de pilotage (30) recevant les informations
provenant des capteurs de forces (24 à 27), le module de pi-
lotage (30) étant configuré pour déterminer une position du
centre de gravité du support (20) le long de la direction lon-
gitudinale et pour commander le premier actionneur (21) en
fonction du déplacement du centre de gravité du support de
façon à asservir la position de la projection du centre de gra-
vité du support sur une position où le gyropode (11) est
stable.



Véhicule à gyropode

L'invention concerne un véhicule permettant de transporter des personnes ou des objets sur une plateforme de type gyropode.

Ce type de plateforme est actuellement utilisé pour le transport de personnes. Le gyropode est formée d'un châssis et des deux roues
5 parallèles motorisées. Une personne prend place sur le châssis et un système de stabilisation gyroscopique permet à l'utilisateur de tenir en équilibre sur le châssis sans avoir à compenser l'instabilité provoquée par le déplacement de son centre de gravité. La stabilité est assurée de façon
10 électrique et un faible encombrement le gyropode est bien adapté au milieu urbain.

Parmi les modèles connus, certains sont munis d'un guidon que l'utilisateur saisit une fois qu'il a pris place sur le châssis. Lorsque l'utilisateur se penche en avant ou en arrière, les moteurs associés aux roues font
15 avancer ou reculer le gyropode. Lorsque l'utilisateur manœuvre le guidon vers la droite ou la gauche, le gyropode tourne dans le sens de la manœuvre du guidon, pouvant même faire tourner le gyropode sur place. Les mouvements vers l'avant ou l'arrière peuvent être combinés avec la rotation du gyropode. Ces mouvements confèrent au gyropode une grande
20 manœuvrabilité, ce qui le rend bien adapté aux espaces réduits ou encombrés d'obstacles que l'utilisateur doit contourner.

Cependant, les manœuvres d'un gyropode nécessitent un balancement de l'utilisateur qui le pilote donc grâce aux mouvements de son corps. Le gyropode n'est donc pas adapté au transport de charges inertes.
25 Le gyropode n'est pas non plus adapté au transports de personnes à mobilité réduite ne pouvant se balancer d'avant en arrière pour faire avancer ou reculer le gyropode.

L'invention vise à adapter une plateforme de type gyropode pour
30 permettre le transport de tout type de charge animées ou inertes.

A cet effet, l'invention a pour objet un véhicule motorisé destiné à se déplacer principalement selon une direction longitudinale, le véhicule comprenant :

2

- un gyropode comprenant au moins une roue motorisée, un châssis solidaire du gyropode, et au moins un capteur gyroscopique permettant de mesurer une inclinaison du châssis par rapport à la direction longitudinale, le au moins un capteur gyroscopique pilotant la motorisation de la au moins une roue,
- un support superposé au châssis et destiné à transporter des charges, le support étant mobile en translation par rapport au châssis selon la direction longitudinale,
- un premier actionneur permettant de déplacer le support par rapport au châssis selon la direction longitudinale,
- plusieurs capteurs de forces disposés entre le châssis et le support, à distance les uns des autres selon la direction longitudinale, chaque capteur délivrant une information relative à une force verticale que le support exerce sur le châssis,
- et un module de pilotage recevant les informations provenant des capteurs de forces, le module de pilotage étant configuré pour déterminer une projection sur la direction longitudinale de la position du centre de gravité du support et pour commander le premier actionneur en fonction du déplacement de la projection de la position du centre de gravité du support le long de la direction longitudinale de façon à asservir la position de la projection du centre de gravité du support sur une position où le gyropode est stable.

Avantageusement, le module de pilotage comprend une première valeur de gain, pouvant être fixe ou ajustable et multipliant un écart entre la projection de la position du centre de gravité du support sur la direction longitudinale et la position où le gyropode est stable pour obtenir une valeur de consigne du premier actionneur.

Le gyropode peut comprendre deux roues latérales motorisées et pilotées par le au moins un capteur gyroscopique ainsi qu'un guidon permettant de différencier le pilotage de la motorisation de chacune des roues afin de faire tourner le véhicule. Avantageusement, le véhicule comprenant un second actionneur agissant sur le guidon. Le module de pilotage commande alors le second actionneur en fonction du déplacement

3

de la position du centre de gravité le long d'une direction latérale perpendiculaire à la direction longitudinale.

Avantageusement, le module de pilotage comprend une seconde valeur de gain, pouvant être fixe ou ajustable et multipliant un écart entre la projection de la position du centre de gravité du support sur la direction latérale et la position où le gyropode est stable pour obtenir une valeur de consigne du second actionneur.

Le véhicule peut comprendre un module d'entrée de données permettant de piloter le ou les actionneurs en complément de la position de la projection du centre de gravité du support.

Avantageusement, le véhicule comprend au moins une béquille déplaçable entre une position rétractée permettant le déplacement du véhicule par rapport au sol au moyen d'informations issues du au moins un capteur gyroscopique, et une position déployée en appui sur le sol.

Avantageusement, la au moins une béquille comprend une roulette destinée à prendre appui sur le sol en position déployée de la au moins une béquille.

Le module de pilotage peut être configuré pour piloter directement la motorisation des roues en fonction du déplacement de la projection de la position du centre de gravité du support le long de la direction longitudinale en position déployée de la au moins une béquille.

Le module de pilotage peut être configuré pour n'autoriser la rétractation de la au moins une béquille que si l'écart entre la projection de la position du centre de gravité du support et la position où le gyropode est stable est inférieur à un seuil prédéterminé.

Avantageusement, le véhicule comprend une plateforme, les capteurs de forces étant disposés entre le châssis et la plateforme, le support étant relié à la plateforme par l'intermédiaire d'une première liaison glissière d'axe parallèle à la direction longitudinale, le premier actionneur motorisant la première liaison glissière.

Avantageusement, le véhicule comprend une articulation reliant le support à la plateforme, l'articulation comprenant une liaison pivot d'axe parallèle à une direction latérale perpendiculaire à la direction longitudinale, et au moins une biellette articulée à la fois à la première liaison glissière et au support.

4

L'articulation peut comprendre une seconde liaison glissière motorisée permettant au support de coulisser.

Le support peut être un fauteuil configuré pour accueillir un utilisateur et comprenant plusieurs segments articulés. Le véhicule comprend
5 avantageusement un troisième actionneur manœuvrant les différents segments et permettant à l'utilisateur de passer d'une position assise sur le fauteuil à une position verticalisée.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages
10 apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

les figures 1a et 1b représentent schématiquement un véhicule selon l'invention ;

la figure 2a représente un exemple de véhicule selon l'invention
15 prévu pour le transport d'objets inertes ;

les figures 2b et 2c représentent le véhicule de la figure 2a sans son support prévu pour contenir les objets ;

les figures 3a et 3b représentent schématiquement un autre véhicule selon l'invention prévu pour le transport d'objets inertes ;

20 les figures 4a, 4b et 4c représentent un véhicule selon l'invention prévu pour le transport d'une personne assise ;

les figures 5a et 5b représentent schématiquement un autre véhicule selon l'invention prévu pour le transport d'objets inertes ;

25 les figures 6a et 6b représentent un exemple de réalisation du véhicule schématisé sur les figures 5a et 5b ;

les figures 7a et 7b représentent schématiquement un véhicule selon l'invention équipé d'un fauteuil permettant de verticaliser son utilisateur ;

30 la figure 7c représente un exemple de réalisation du véhicule schématisé sur les figures 7a et 7b ;

la figure 8 représente sous forme de schéma bloc les différents blocs fonctionnels du véhicule schématisé sur les figures 7a et 7b.

Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.

La figure 1a représente schématiquement un véhicule 10 en vue de profil et la figure 2b représente le véhicule 10 en vue de dessus. Le véhicule 10 comprend un gyropode 11 comprenant un châssis 12 et deux roues 13 et 14 motorisées par rapport au châssis 12. Les deux roues ont le même axe de rotation 15 également appelé direction latérale du gyropode 11. Le gyropode 11 est destiné à se déplacer principalement selon une direction longitudinale ou axe 16 perpendiculaire à l'axe de rotation 15 des roues 13 et 14. La motorisation des roues 13 et 14 peut se faire au moyen de deux moteurs indépendants, chacun pouvant faire tourner une des roues 13 et 14 par rapport au châssis 12. Les moteurs peuvent être disposés dans les roues 13 et 14 ou bien dans le châssis 12. Les moteurs peuvent être électriques et pour les alimenter, une batterie peut être disposée dans le châssis 12. Quand, le gyropode 11 se déplace selon la direction 16, ses deux roues 13 et 14 tournent à la même vitesse. Le gyropode 11 peut bien entendu tourner autour d'un axe vertical 17 perpendiculaire aux axes 15 et 16. Pour tourner, les roues 13 et 14 ont des vitesses différentes.

De façon classique, le gyropode 11 comprend un capteur ou un ensemble de capteurs gyroscopiques 18 permettant de mesurer une inclinaison du châssis 12 par rapport à la direction longitudinale 16. Le capteur 18 pilote la motorisation des roues 13 et 14. Plus précisément, un lorsque le capteur 18 détecte un balancement du châssis 12 vers l'avant, les roues 13 et 14 sont entraînées pour que le véhicule 10 avance selon la direction longitudinale 16. Inversement, lorsque le capteur 18 détecte un balancement du châssis 12 vers l'arrière, les roues 13 et 14 sont entraînées pour que le véhicule 10 recule selon la direction longitudinale 16. La vitesse du véhicule 10 est proportionnelle à la valeur angulaire du balancement détecté par le capteur 18. Le gyropode 11 peut être configuré pour définir une vitesse maximale de déplacement du véhicule 10 selon la direction longitudinale 16.

Il existe des véhicules à une seule roue dont la motorisation est également pilotée par au moins un capteur gyroscopique. Par extension, ce type de véhicule est également appelé gyropode et l'invention peut également être mise en œuvre avec ce type de véhicule.

Le véhicule 10 comprend un support 20 superposé au châssis 12. Le support 20 est destiné à transporter des charges. Par charge, on entend

des charges inertes ou vivantes telles que des personnes. Le support 20 est mobile en translation par rapport au châssis 12 selon la direction longitudinale 16. Un actionneur 21 tel que par exemple un vérin linéaire permet de déplacer le support 20 par rapport au châssis 12 selon la direction longitudinale 16. L'actionneur 21 peut être électrique et alimenté par la batterie déjà utilisée pour la motorisation des roues 13 et 14.

Le véhicule 10 comprend plusieurs capteurs de forces disposés entre le châssis 12 et le support 20, à distance les uns des autres, chaque capteur délivrant une information relative à une force verticale que le support 20 exerce sur le châssis 12. Dans l'exemple représenté, une plateforme 22 est superposée au châssis 12. Quatre capteurs de forces 24 à 27 sont disposés entre la plateforme 22 et le châssis 12. Les capteurs de force 24 à 27 comprennent par exemple des barreaux déformables dans leur domaine élastique, chacun des barreaux étant fixé d'une part au châssis 12 et d'autre part à la plateforme 22. Chaque capteur 24 à 27 comprend une jauge de déformation, ou un pont de jauges, permettent de mesurer la déformation du barreau. La jauge délivre une information électrique représentative de la force exercée par le support 20 sur le châssis 12. D'autres types de capteurs peuvent être employés, comme par exemple des capteurs mesurant une pression locale et bien connus dans la littérature anglo-saxonne par leur initiales FSR pour « Force Sensing Resistor ». La plateforme 22 est quasiment immobile par rapport au châssis 12. Une liaison glissière 28 motorisée au moyen de l'actionneur 21 relie la plateforme 22 au support 20. La liaison glissière 28 permet une translation selon la direction longitudinale 16.

Un module de pilotage 30 reçoit les informations provenant des capteurs 24 à 27. Le module de pilotage 30 est configuré pour déterminer une projection sur la direction longitudinale 16 de la position du centre de gravité du support 20. Les charges portées par le support 20 participent à la position de son centre de gravité. Le module de pilotage 30 est également configuré pour commander l'actionneur 21 en fonction du déplacement de la position du centre de gravité du support 20 selon la direction longitudinale 16. Deux capteurs de force suffisent pour déterminer la projection du centre de gravité sur la direction longitudinale 16, dès qu'ils sont distants selon l'axe longitudinal 16. Dans l'exemple représenté, quatre capteurs 24 à 27 ont été

mis en œuvre. Ils sont disposés aux quatre coins d'un rectangle dont les cotés sont parallèles aux axes 15 et 16. La position de la projection sur direction longitudinale 16 du centre de gravité est alors déterminée à partir de la moyenne des informations données d'une part par les capteurs 24 et 25 et d'autre part par les capteurs 26 et 27. On verra plus loin un autre avantage de capteurs distants également selon l'axe 15. D'autres dispositions des capteurs de force sont bien entendu possibles comme par exemple aux quatre sommets d'un losange, les sommets étant disposés sur les axes 15 et 16.

On a vu précédemment, que le capteur gyroscopique 18 du gyropode 11 pilote la motorisation des roues 13 et 14 en fonction du balancement du châssis 12 par rapport à la direction longitudinale 16. Il existe une position de la projection du centre de gravité du support 20 sur direction longitudinale 16 pour laquelle le gyropode est stable, c'est-à-dire qu'il n'avance ni ne recule. Il est possible d'asservir la position longitudinale du support 20 pour stabiliser le gyropode 11. Plus précisément, l'actionneur 21 est piloté de façon à asservir la projection du centre de gravité à la position où le gyropode 11 est stable. Ainsi pour différentes dispositions des charges sur le support 20, l'actionneur 21 déplace le support 20 pour assurer une stabilité du gyropode 11.

Dans la boucle d'asservissement pilotant l'actionneur 21, il est possible d'introduire une valeur de gain K_1 multipliant un écart entre la projection de la position du centre de gravité du support 20 sur la direction longitudinale 16 et la position où le gyropode 11 est stable pour obtenir une valeur de consigne de l'actionneur 21. La valeur de gain K_1 est avantageusement ajustable.

Lorsque la valeur de gain K_1 est nulle les variations de position de la projection du centre de gravité du support 20 sur la direction longitudinale 16 n'ont aucun effet sur le pilotage de l'actionneur 21. Si la charge se déplace sur le support 20, celui-ci tend à balancer le châssis 12 en fonction des mouvements de la charge et le capteur gyroscopique 18 agit sur la motorisation des roues 13 et 14. Avec une valeur de gain K_1 appelé gain unitaire tout mouvement de la charge sur le support 20 est compensé par l'actionneur 21 pour conserver la projection du centre de gravité du support 20 en permanence sur la position où le gyropode 11 est stable. Ainsi les

mouvements de la charge tendant à déplacer son centre de gravité le long de la direction longitudinale 16 n'entraînent pas de balancement du châssis 12 et le gyropode reste immobile.

Pour un véhicule adapté au transport d'une personne, un gain unitaire représente un mode statique où le véhicule est maintenu à l'arrêt même si l'utilisateur déplace son centre de masse par exemple en se penchant ou en portant un objet. Ce mode statique est très utile et important pour un utilisateur handicapé et ne pouvant se déplacer qu'en fauteuil roulant. Le véhicule 10 remplace avantageusement un fauteuil roulant. Un véhicule selon l'invention, du fait de ses deux roues, est bien moins encombrant qu'un fauteuil roulant classique à quatre roues. Le véhicule 10 facilite l'exercice des activités quotidiennes qui nécessitent une position statique du véhicule, par exemple : s'attabler, manipuler des objets, utiliser un distributeur de billet ou autres, serrer la main... Lors de ces activités, l'utilisateur déplace son centre de masse. Sur un système de gyropode classique, cela provoque un déplacement obligeant ainsi l'utilisateur à continuellement modifier sa posture pour stabiliser le gyropode. Grâce à l'invention, l'utilisateur peut utiliser un gyropode sans être tenu de compenser en permanence sa posture.

Il est possible de choisir d'autres valeurs de gains, soit comprises entre la valeur nulle et la valeur unitaire afin qu'un mouvement de la charge n'entraîne qu'un mouvement réduit du gyropode 11 par rapport au mouvement qu'il aurait été avec une valeur de gain nulle.

Il est possible de donner au gain K1 une valeur négative afin d'amplifier les mouvements de la charge. Ainsi un mouvement de la charge entraîne un mouvement plus important du gyropode 11 que celui qu'il aurait été avec une valeur de gain K1 nulle.

Lorsque le véhicule 10 est adapté pour qu'un utilisateur prenne place sur le support 20, avec une valeur de gain K1 nulle, la conduite du véhicule 10 est semblable à celle d'un gyropode classique. Avec une valeur de gain comprise entre la valeur nulle et la valeur unitaire, la conduite est plus douce et peut même être pratiquée par des personnes ayant des troubles de la stabilité. Avec une valeur de gain négative, la conduite peut être qualifiée de plus sportive amplifiant les balancements du corps de l'utilisateur.

Autrement dit, la variation de gain K_1 autour de la valeur nulle permet d'amplifier ou d'atténuer l'effet sur le gyropode 11 de l'écart entre la projection de la position du centre de gravité du support 20 sur la direction longitudinale 16 et la position où le gyropode 11 est stable. L'atténuation ou
5 l'amplification se traduit par une adaptation de la sensibilité du gyropode 11. Cela permet de faciliter le déplacement aussi bien sur un sol plan que sur un sol incliné.

De par sa conception un gyropode classique accélère dans une pente obligeant l'utilisateur à se pencher en arrière pour ralentir.
10 Similairement, l'utilisateur doit se pencher en avant pour avancer dans une montée. L'adaptation de la sensibilité permet de réduire cette obligation de se pencher, soit en avant dans une montée soit en arrière dans une descente. Cette adaptation de sensibilité est très utile pour un utilisateur présentant des difficultés de posture par exemple s'il est atteint de
15 myopathie.

La valeur de gain K_1 peut être proportionnelle à l'écart entre la projection de la position du centre de gravité du support 20 sur la direction longitudinale 16 et la position où le gyropode 11 est stable. Il est possible d'ajouter à la valeur proportionnelle, une valeur intégrale et/ou dérivée. Les
20 différentes valeurs proportionnelle, intégrale et dérivée peuvent être ajustées séparément les unes des autres.

Le gyropode 11 comprend de façon classique un guidon 35 permettant de différentier le pilotage de la motorisation de chacune des
25 roues 13 et 14. Le guidon 35 permet de faire tourner le gyropode 11, et donc le véhicule 10, autour de l'axe vertical 17.

Avantageusement, le véhicule 10 comprenant un second actionneur 36 agissant sur le guidon 35. Le guidon 35 est articulé par rapport au châssis 12. L'actionneur 36 peut être un vérin linéaire poussant ou tirant
30 sur le guidon 35 à distance de son articulation avec le châssis 12. Alternativement, l'actionneur 36 peut être un vérin ou moteur rotatif agissant directement sur l'articulation du guidon 35. En pratique, il est possible de ne conserver du guidon 35 que son axe de rotation.

De façon analogue au pilotage de l'actionneur 21, le module de
35 pilotage 30 commande l'actionneur 36 en fonction du déplacement de la

10

position du centre de gravité le long de la direction latérale 15 de façon à asservir la projection du centre de gravité du support 20 selon la direction latérale 15 sur une position où le gyropode 11 est stable. Dans ce cas, la stabilité du gyropode 11 correspond à une absence de rotation du gyropode 11 et donc du véhicule 10 autour de l'axe vertical 17. Comme précédemment, le sens de l'écart entre la projection du centre de gravité du support 20 sur la direction latérale 15 donne le sens de rotation du gyropode 11. La vitesse de rotation est fonction de valeur de l'écart.

La présence de capteurs de forces distants selon la direction latérale 15 permet de déterminer la position du centre de gravité du support 20 le long de la direction latérale 15. Dans un plan défini par les quatre capteurs 24 à 27, la position de la projection selon la direction verticale du centre de gravité du support 20 est également appelée centre de pression.

Dans un véhicule 10 adapté pour qu'un utilisateur prenne place sur le support 20, l'utilisateur, par ses mouvements sur le support 20 peut piloter la rotation du véhicule 10 en se penchant latéralement. Comme précédemment, il est possible d'introduire une valeur de gain K_2 multipliant un écart entre la projection de la position du centre de gravité du support 20 sur la direction latérale 15 et la position où le gyropode 11 est stable pour obtenir une valeur de consigne de l'actionneur 36. La valeur de gain K_2 est avantageusement ajustable.

Le véhicule 10 peut comprendre un module d'entrée de données 40 permettant de piloter le ou les actionneurs 21 et 36 en complément de la position de la projection du centre de gravité du support 20. Le module d'entrée de données 40 est manœuvrable par un utilisateur. Le module d'entrée de donnée peut être fixé au support 20 ou laissé libre. Une liaison 41 le relie au module de pilotage 30. Cette liaison peut être filaire ou sans fil par exemple selon un protocole de type Wifi ou Bluetooth. Le module d'entrée de données 40 peut être mis en œuvre dans un véhicule 10 adapté pour que l'utilisateur y prenne place ou pour véhicule 10 adapté pour le transport de charges inertes.

Le module d'entrée de donnée 40 peut comprendre un joystick 42 ou une boule de désignation dont les mouvements permettent le pilotage des actionneurs 21 et 36. Le module d'entrée de donnée 40 peut être configuré

pour ne piloter qu'un seul des deux actionneurs 21 ou 36. Pour le joystick 42, celui-ci ne possède alors qu'un degré de liberté en rotation autour d'une position neutre correspondant à la position du support 20 où le gyropode 11 est stable. Pour piloter les deux actionneurs 21 et 36, le joystick 42 possède
 5 deux degrés de liberté en rotation autour de sa position neutre correspondant à la position du support 20 où le gyropode 11 est stable en translation selon la direction longitudinale 16 et en rotation autour de l'axe vertical 17. Autrement dit, le centre de pression est positionné pour que le gyropode 11 reste immobile. Tout autre type d'interface homme machine peut remplacer
 10 le joystick 42. Le pilotage des actionneurs 21 ou 36 peut être réalisé par exemple au moyen d'un écran tactile ou d'une commande vocale.

Le module d'entrée de donnée 40 peut également permettre à l'utilisateur de modifier l'une ou les deux valeurs de gain K_1 et K_2 . Il est possible de coupler la commande des valeurs de gains à celle du pilotage
 15 direct des actionneurs par le module d'entrée de donnée 40. Par exemple, pour l'avance et le recul du véhicule 10 selon la direction longitudinale 16, sans action sur le joystick 42, c'est-à-dire en position neutre, la valeur de gain K_1 peut être nulle et la conduite du véhicule 10 est semblable à celle d'un gyropode classique au moyen de balancement de la charge. Lorsque
 20 l'utilisateur utilise le joystick 42, pour faire avancer ou reculer le véhicule 10, la valeur de gain K_1 peut être augmentée jusqu'à atteindre la valeur unitaire où les mouvements de la charge sur le support 20 sont compensés par l'action du vérin 21. La transition entre la valeur nulle et la valeur unitaire peut se faire progressivement en fonction de la rotation du joystick 42 par
 25 rapport à sa position neutre. D'autres couplages entre l'action sur le module d'entrée de donnée 40 et la ou les valeurs de gains K_1 et K_2 sont bien entendu possible. Le module d'entrée de donnée 40 peut aussi être configuré pour permettre différents types de pilotage du véhicule, avec ou sans couplage.

30

La figure 2a représente un exemple de véhicule 45 prévu pour le transport d'objets inertes. On y retrouve le gyropode 11 et ses deux roues 13 et 14. Le support porte ici la référence 46. Il a par exemple la forme d'un coffre pouvant être fermé par un couvercle 47. Un pantographe 48 peut être
 35 disposé entre le châssis 12 et le support 46 permettant de faire monter ou

descendre le support 46 selon la direction verticale 17. Les capteurs de force 24 à 27 ainsi que les actionneurs 21 et 36 sont présents dans le véhicule 45 mais cachés sur la figure 2a. Les figures 2b et 2c représentent le véhicule 45 sans son support 46. Le véhicule 45 comprend au moins une béquille
 5 déplaçable entre une position rétractée permettant le déplacement du véhicule 45 par rapport au sol au moyen d'informations issues du capteur gyroscopique 18, et une position déployée où la ou les béquilles prennent appui sur le sol. En position déployée, le châssis 12 est immobilisé par rapport au sol et le capteur gyroscopique 18 donne une information
 10 constante. Cette information est interprétée par le gyropode 11 comme devant maintenir le gyropode 11 immobile. Dans l'exemple représenté, le véhicule comprend deux béquilles 51 et 52 disposées en avant pour la béquille 51 et en arrière des roues 13 et 14, pour la béquille 52, par rapport à la direction longitudinale 16. Dans l'exemple représenté, chaque béquille 51
 15 et 52 comprend une roulette, respectivement 53 et 54 pouvant prendre appui sur le sol. Alternativement, il est possible de prévoir pour chaque béquille 51 et 52 un pied fixe pouvant prendre appui sur le sol.

Sur la figure 2b, les béquilles 51 et 52 sont en position déployée et sur la figure 2c, les béquilles 51 et 52 sont en position rétractée. En position
 20 déployée, le balancement du châssis 12 ne peut pas se faire rendant le gyropode 11 immobile. Le véhicule 45 peut comprendre des moyens de réglage de la hauteur des béquilles 51 et 52 en position déployée afin de rechercher la position stable du gyropode 11. Pour que les béquilles 51 et 52 passent d'une position à l'autre un moyen de commande est prévu. Dans
 25 l'exemple représenté, la manœuvre des béquilles 51 et 52 est manuelle. Le moyen de commande est une manette 55 manœuvrable par l'utilisateur. Alternativement, la manœuvre des béquilles 51 et 52 peut être motorisée et le moyen de commande des béquilles 51 et 52 peut être intégré au module d'entrée de donnée 40. Il est possible de sécuriser la manœuvre des
 30 béquilles 51 et 52 par exemple en n'autorisant la rétractation des béquilles que si l'écart entre la projection de la position du centre de gravité du support 20 et la position où le gyropode 11 est stable est nul ou tout au moins inférieur à un seuil prédéterminé. Ce seuil est défini de façon que l'écart défini au seuil n'entraîne pas de mouvements du gyropode 11.

Il est possible de mettre en œuvre un support et ses capteurs de forces sur le châssis d'un véhicule comprenant au moins trois roues dont les axes ne sont pas tous alignés. Autrement dit le châssis d'un tel véhicule reste sensiblement parallèle au sol, comme notamment dans un triporteur pour un véhicule à trois roues ou un véhicule automobile classique pour un véhicule à quatre roues. Comme avec le gyropode, le support est superposé au châssis et les capteurs de force 24 à 27 délivrent une information relative à une force verticale que le support exerce sur le châssis. Sur un tel châssis, le véhicule à au moins trois roues comprend également un module de pilotage qui, dans cette variante, ne déplace pas le support par rapport au châssis mais actionne directement la motorisation des roues. Plus précisément, lorsque le centre de gravité du support, avec les charges qu'il porte, se déplace vers l'avant, les roues sont pilotées pour faire avancer le véhicule. La vitesse du véhicule peut être proportionnelle au décalage de la projection du centre de gravité du support le long de l'axe longitudinal 16 par rapport à une position prédéfinie. Il est de même possible de piloter la direction du véhicule avec le décalage de la projection du centre de gravité du support par rapport à la direction latérale 15 du véhicule. La proportionnalité entre le décalage de la projection du centre de gravité du support et la position prédéfinie peut être réglable.

Ce mode de pilotage peut être mis en œuvre aussi bien pour un véhicule possédant au moins trois roues et que pour le véhicule 10 équipé du gyropode 11 lorsque les béquilles 51 et 52 équipées de roulettes sont en position déployée, en appui sur le sol. Ce mode de pilotage est notamment utile pour l'apprentissage de la conduite du véhicule 10. Dans une première phase d'apprentissage, les roulettes 53 et 54 restent en appui sur le sol et l'utilisateur, ayant pris place sur le support, pilote le véhicule par déplacement de son centre de gravité pilotant directement la motorisation des roues 13 et 14. Dans cette première phase d'apprentissage l'utilisateur peut modifier la proportionnalité ou gain entre le déplacement de son centre de gravité et la vitesse des roues 13 et 14. Dans cette première phase d'apprentissage, l'actionneur 21 peut être désactivé rendant le support 20 immobile par rapport au châssis 12 puis activé pour donner à l'utilisateur des sensations proches de celles qu'il ressentira lors du pilotage classique du véhicule 10. Lorsque l'utilisateur a pu prendre confiance dans la maîtrise du

pilotage du véhicule 10, il peut passer à une seconde phase où il rétracte les béquilles 51 et 52 et pilote le véhicule comme présenté précédemment en utilisant le capteur gyroscopique 18 du gyropode 11.

5 Les figures 3a et 3b représentent un autre véhicule 60 prévu pour le transport d'objets inertes. Le véhicule 60 est semblable au véhicule 45. Le coffre 46 est, pour le véhicule 60, remplacé par un plateau 61 et une poignée 62.

10 Les figures 4a, 4b et 4c représentent un véhicule 65 prévu pour le transport d'une personne assise. Le véhicule 65 est semblable au véhicule 45. Le coffre 46 est, pour le véhicule 65, remplacé par un siège 66.

Les figures 5a et 5b représentent schématiquement un autre
 15 véhicule 70 prévu pour le transport d'objets inertes. Le véhicule 70 est souvent appelé diable et comprend un plateau 71 qui peut se placer au ras du sol pour charger un objet afin d'éviter à l'utilisateur de devoir soulever l'objet. Le véhicule 70 comprend deux montants 72 solidaires du plateau 70 à l'une de leur extrémité et s'étendant sensiblement perpendiculairement au
 20 plateau. Chaque montant 72 est muni d'une poignée 73 située à l'autre extrémité du montant 72. Dans le véhicule 70 on retrouve le gyropode 11 et ses deux roues 13, la plateforme 22 et les capteurs de force 24 à 27, le support formé ici par le plateau 71 et ses montants 72, l'actionneur 21 et les béquilles 52 et 53. Sur la figure 5a, le véhicule 70 est en position de
 25 chargement où le plateau 71 est posé au sol. Les montants 72 sont articulés par rapport à la plateforme 22 afin de ramener le centre de gravité des objets au dessus des roues 13 et 14 du gyropode 11. Plus précisément l'articulation comprend au moins une liaison pivot 74 d'axe parallèle à l'axe 15 des roues 13 et 14. Comme précédemment, la liaison glissière 28, motorisée au moyen
 30 de l'actionneur 21, relie la plateforme 22 au support 20. A la différence de l'exemple schématisé sur les figures 1a et 1b, la liaison glissière 28 n'est pas directement reliée au support formé par les montants 72 et le plateau 71. La liaison glissière 28 est reliée aux montants 72 par l'intermédiaire d'une ou deux biellettes 75 articulées à la fois à la liaison glissière 28 et aux montants
 35 72.

Sur la figure 5b, le véhicule 70 est en position transport où les objets sont équilibrés sur le support 71, 72. Ainsi pour passer de la position de chargement (figure 5a) à la position de transport (figure 5b), le vérin 21 est actionné pour ramener le centre de gravité du support 71, 72 chargé sur l'axe vertical 17. Durant le passage de la position de chargement à la position de transport, les béquilles 52 et 53 sont en position déployée pour éviter tout balancement du châssis 12 afin de conserver le gyropode 11 stable.

Une fois la position de transport atteinte, les béquilles 52 et 53 passent en position rétractée et l'asservissement précédemment décrit est activé pour positionner la projection du centre de gravité du support 71, 72 chargé à une position souhaitée sur la direction longitudinale 16.

L'articulation entre les montants 72 et la plateforme 22 peut de plus comprendre une liaison glissière 76 optionnelle permettant au montant 72 de coulisser. La liaison glissière 76 est motorisée. Elle permet de soulever le plateau 71 du sol au début du passage de la position de chargement à la position de transport. La motorisation de la liaison glissière 76 peut participer au positionnement de la projection du centre de gravité du support 71, 72 chargé sur la direction longitudinale 16.

Les figures 6a et 6b représentent un exemple de réalisation du véhicule 70. Sur la figure 6a, le véhicule 70 est en position de chargement et sur la figure 6b le véhicule 70 est en position de transport.

Les figures 7a et 7b représentent schématiquement un véhicule 80 équipé d'un fauteuil 81 permettant de verticaliser son utilisateur. La figure 7a représente le fauteuil en position assise et la figure 7b en position verticalisée. La figure 7c représente un exemple de réalisation du véhicule 80 en position verticalisée.

Le véhicule 80 comprend deux liaisons glissière 82 et 83 colinéaires motorisées l'une par le premier actionneur 21 et l'autre par un actionneur 84. Le fauteuil 81 est formé de plusieurs segments mobiles en rotation les uns par rapport aux autres : un dossier 85, une assise 86 et un repose pied 87.

La liaison glissière 82 est reliée à l'articulation de l'assise 86 et du repose pied 87 au moyen d'une biellette 88. La liaison glissière 83 est reliée

à l'assise 86 au moyen d'une bielle 89. Une bielle 90 relie la bielle 89 au repose pied 87 et une bielle 91 relie la bielle 88 au dossier 85. Les bielles 90 et 91 assurent une coordination des mouvements du dossier 85 et du repose pied 87 par rapport à l'assise 86 lors de la verticalisation. Pour
5 assurer plus de stabilité au véhicule 80, les différentes bielles peuvent être doublées.

Lorsque l'utilisateur reste en position assise comme représenté sur la figure 7a, le premier actionneur 21 assure principalement l'asservissement de la position de la projection du centre de gravité du
10 fauteuil 81. L'actionneur 84 suit les mouvements de l'actionneur 21 pour conserver l'assise 86 horizontale. Pour assurer la verticalisation du fauteuil, les deux actionneurs 21 et 84 ont des mouvements opposés pour rapprocher les liaisons glissières 82 et 83. Une fois verticalisé, l'asservissement de la position de la projection du centre de gravité est toujours assuré par
15 l'actionneur 21, l'actionneur 84 suit les mouvements de l'actionneur 21. L'asservissement peut être effectué durant la verticalisation et l'utilisateur peut choisir des positions intermédiaires du fauteuil 81 entre la position assise et la position verticalisée.

20 La figure 8 représente sous forme de schéma bloc les différents blocs fonctionnels du module de pilotage 30, du module d'entrée de données 40, des différents actionneurs associés aux éléments du véhicule 80.

REVENDEICATIONS

1. Véhicule motorisé destiné à se déplacer principalement selon une direction longitudinale (16), le véhicule (10 ; 45 ; 60 ; 65 ; 70 ; 80) comprenant :

- 5 • un gyropode (11) comprenant au moins une roue (13, 14) motorisée, un châssis (12) solidaire du gyropode (11), et au moins un capteur gyroscopique (18) permettant de mesurer une inclinaison du châssis (12) par rapport à la direction longitudinale (16), le au moins un capteur gyroscopique (18) pilotant la motorisation de la au moins une roue (13, 14),
- 10 • un support (20 ; 46 ; 61 ; 66 ; 71, 72, 73 ; 81) superposé au châssis (12) et destiné à transporter des charges, le support étant mobile en translation par rapport au châssis (12) selon la direction longitudinale (16),
- 15 • un premier actionneur (21) permettant de déplacer le support par rapport au châssis (12) selon la direction longitudinale (16),
- plusieurs capteurs de forces (24 à 27) disposés entre le châssis (12) et le support, à distance les uns des autres selon la direction longitudinale (16), chaque capteur (24 à 27) délivrant une information relative à une force verticale que le support exerce sur le châssis (12),
- 20 • et un module de pilotage (30) recevant les informations provenant des capteurs de forces (24 à 27), le module de pilotage (30) étant configuré pour déterminer une projection sur la direction longitudinale (16) de la position du centre de gravité du support (20 ; 46 ; 61 ; 66 ; 71, 72, 73 ; 81) et pour commander le premier actionneur (21) en fonction du
- 25 déplacement de la projection de la position du centre de gravité du support le long de la direction longitudinale (16) de façon à asservir la position de la projection du centre de gravité du support sur une position où le gyropode (11) est stable.

30 2. Véhicule, selon la revendication 1, dans lequel le module de pilotage (30) comprend une première valeur de gain (K1) multipliant un écart entre la projection de la position du centre de gravité du support (20 ; 46 ; 61 ; 66 ; 71, 72, 73 ; 81) sur la direction longitudinale (16) et la position où le

gyropode (11) est stable pour obtenir une valeur de consigne du premier actionneur (21).

3. Véhicule, selon la revendication 2, dans lequel la première
5 valeur de gain (K1) est ajustable.

4. Véhicule, selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le gyropode (11) comprend deux roues latérales (13, 14) motorisées et pilotées par le au moins un capteur gyroscopique (18) ainsi qu'un guidon (35)
10 permettant de différentier le pilotage de la motorisation de chacune des roues (13, 14) afin de faire tourner le véhicule (10), le véhicule (10) comprenant un second actionneur (36) agissant sur le guidon (35), et dans lequel le module de pilotage (30) commande le second actionneur (36) en fonction du déplacement de la position du centre de gravité le long d'une
15 direction latérale (15) perpendiculaire à la direction longitudinale (16).

5. Véhicule, selon la revendication 4, dans lequel le module de pilotage (30) comprend une seconde valeur de gain (K2) multipliant un écart entre la projection de la position du centre de gravité du support (20) sur la
20 direction latérale (15) et la position où le gyropode (11) est stable pour obtenir une valeur de consigne du second actionneur (36).

6. Véhicule, selon la revendication 5, dans lequel la seconde
25 valeur de gain (K2) est ajustable.

7. Véhicule selon l'une des revendications précédentes, comprenant un module d'entrée de données (40) permettant de piloter le ou les actionneurs (21, 36) en complément de la position de la projection du centre de gravité du support (20).
30

8. Véhicule selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins une béquille (52, 53) déplaçable entre une position rétractée permettant le déplacement du véhicule par rapport au sol au moyen d'informations issues du au moins un capteur gyroscopique (18), et une
35 position déployée en appui sur le sol.

9. Véhicule, selon la revendication 8, dans lequel la au moins une béquille (52, 53) comprend une roulette (53, 54) destinée à prendre appui sur le sol en position déployée de la au moins une béquille (52, 53).

5

10. Véhicule, selon la revendication 9, dans lequel le module de pilotage (30) est configuré pour piloter directement la motorisation des roues (13, 14) en fonction du déplacement de la projection de la position du centre de gravité du support le long de la direction longitudinale (16) en position déployée de la au moins une béquille (52, 53).

10

11. Véhicule, selon l'une des revendications 8 à 10 dans lequel le module de pilotage (30) est configuré pour n'autoriser la rétractation de la au moins une béquille (52, 53) que si l'écart entre la projection de la position du centre de gravité du support (20) et la position où le gyropode (11) est stable est inférieur à un seuil prédéterminé.

15

12. Véhicule selon l'une des revendications précédentes, comprenant une plateforme (22), les capteurs de forces (24 à 27) étant disposés entre le châssis (12) et la plateforme (22), le support (20) étant relié à la plateforme (22) par l'intermédiaire d'une première liaison glissière (28) d'axe parallèle à la direction longitudinale (16), le premier actionneur (21) motorisant la première liaison glissière (28).

20

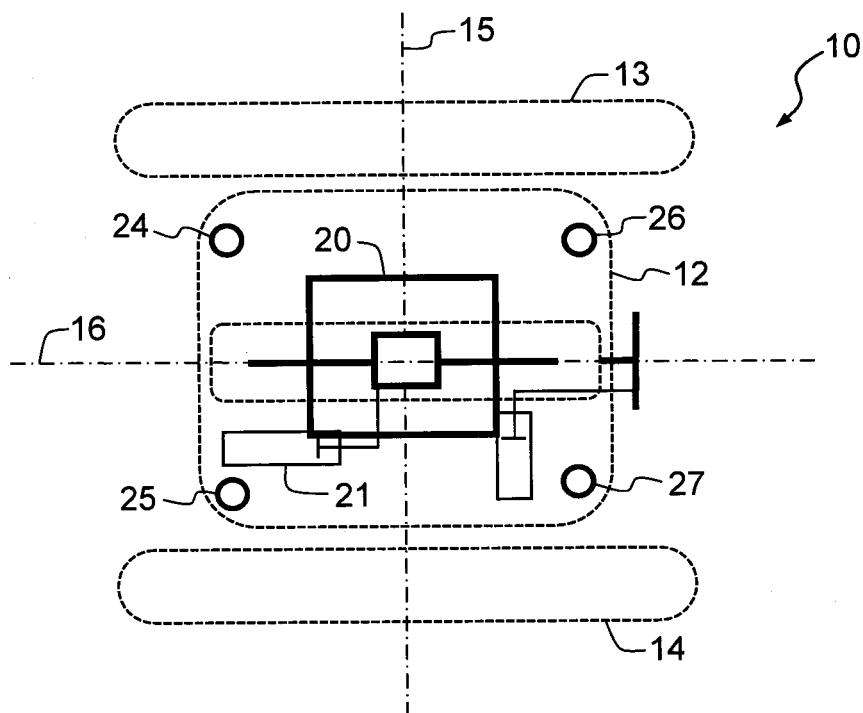
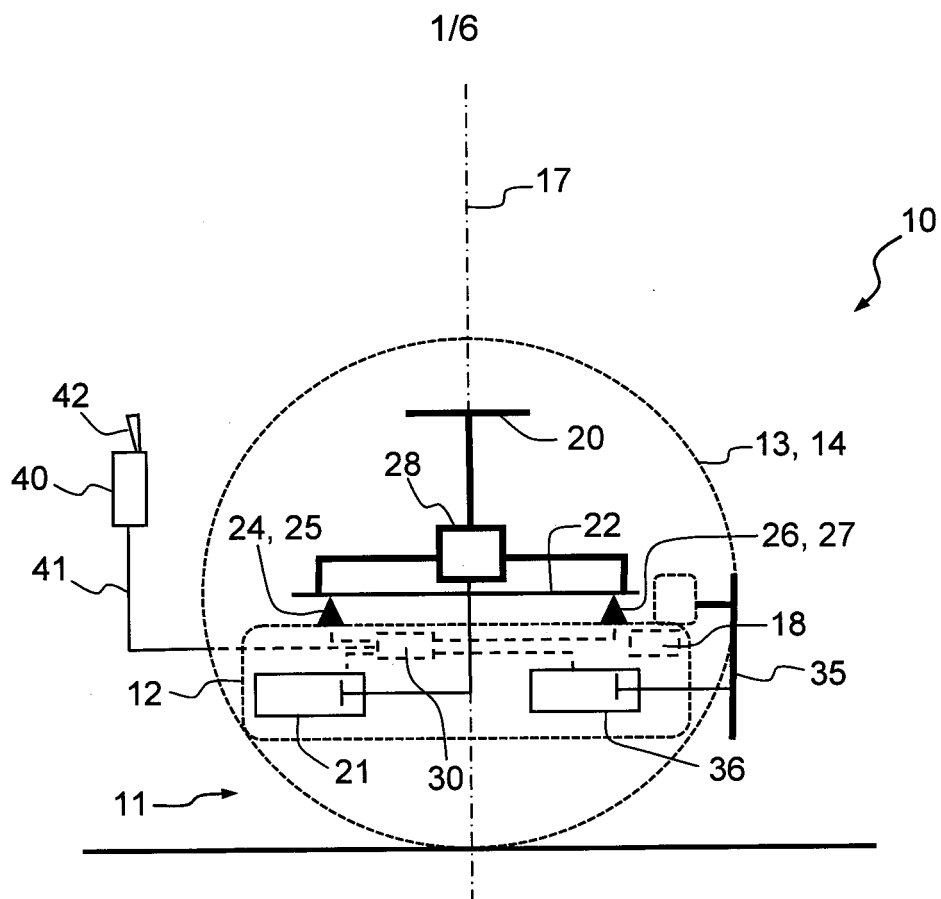
13. Véhicule, selon la revendication 10, comprenant une articulation reliant le support (72) à la plateforme (22), l'articulation comprenant une liaison pivot (74) d'axe parallèle à une direction latérale (15) perpendiculaire à la direction longitudinale (16), et au moins une biellette (75) articulée à la fois à la première liaison glissière (28) et au support (72).

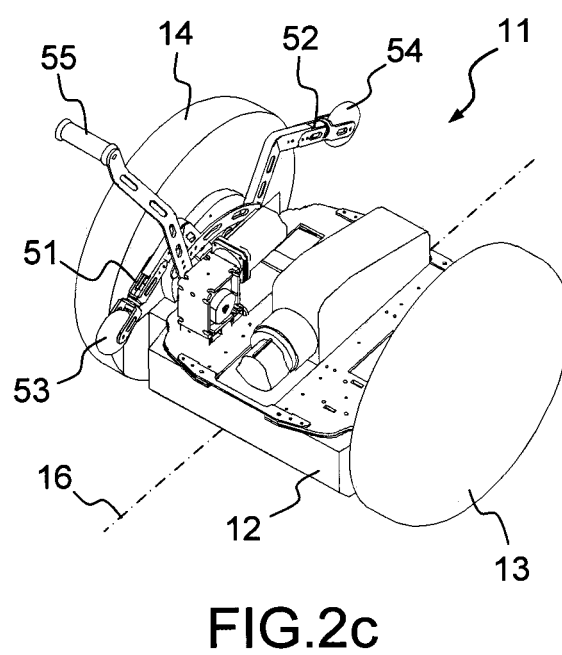
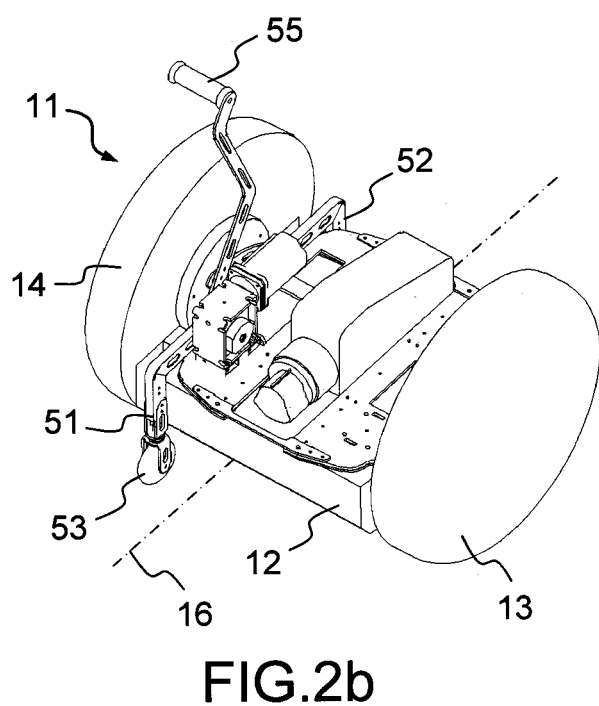
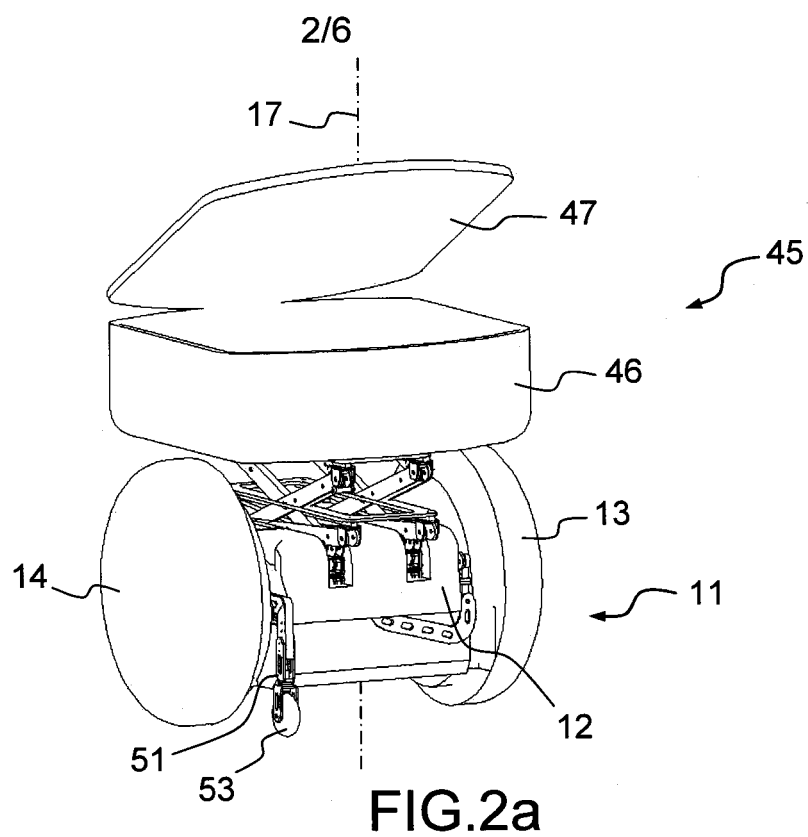
25

30

14. Véhicule, selon la revendication 13, dans lequel l'articulation comprend une seconde liaison glissière (76) motorisée permettant au support (72) de coulisser.

15. Véhicule selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le support est un fauteuil (81) configuré pour accueillir un utilisateur et comprenant plusieurs segments articulés (85, 86, 87), le véhicule (80) comprenant un troisième actionneur (84) manœuvrant les différents
5 segments (85, 86, 87) et permettant à l'utilisateur de passer d'une position assise sur le fauteuil (81) à une position verticalisée.





3/6

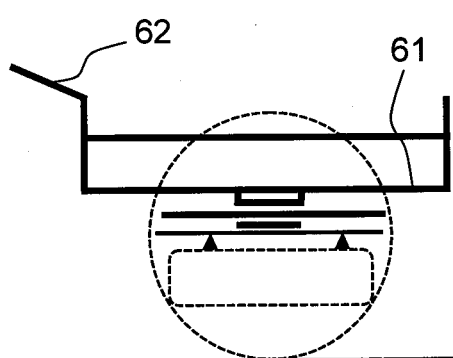


FIG. 3a

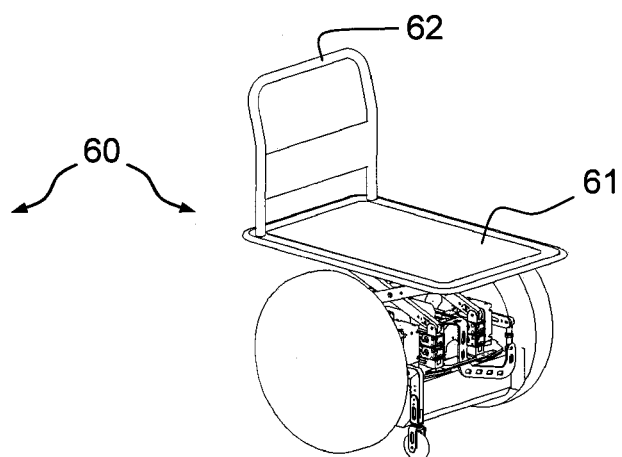


FIG. 3b

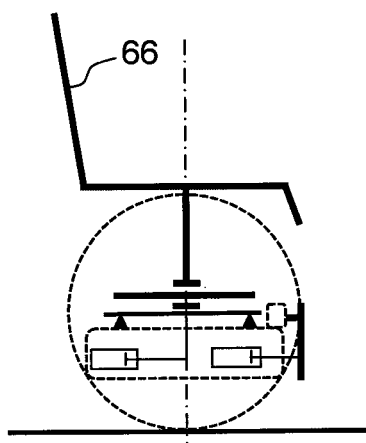


FIG. 4a

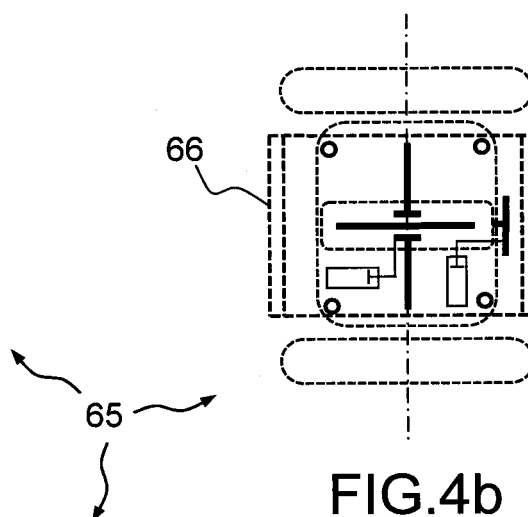


FIG. 4b

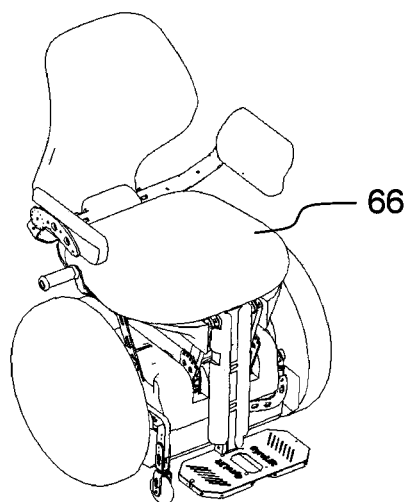


FIG. 4c

4/6

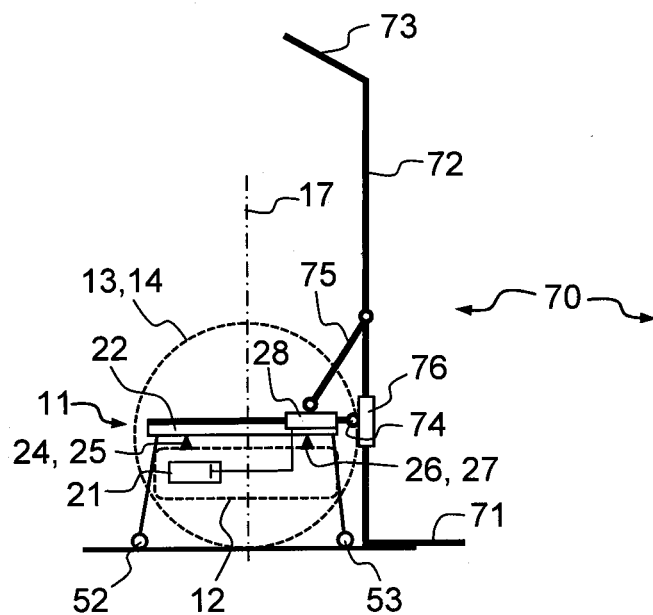


FIG. 5a

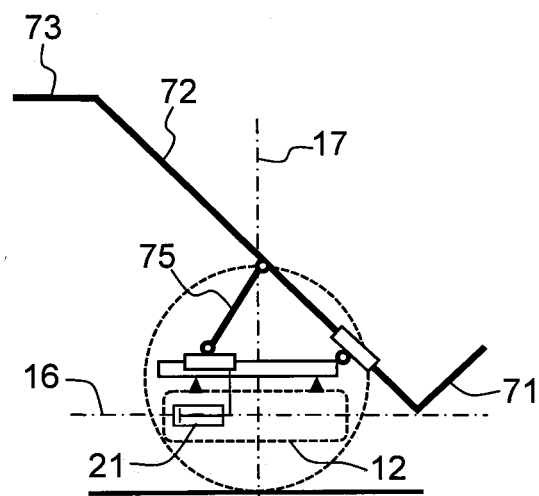


FIG. 5b

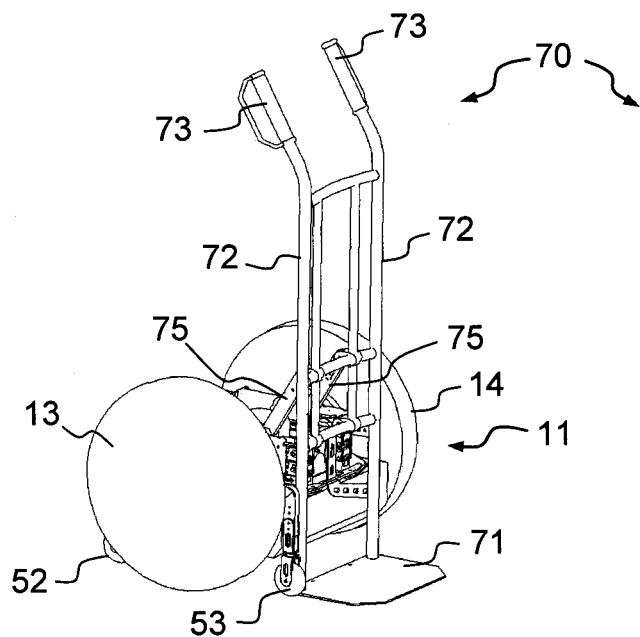


FIG. 6a

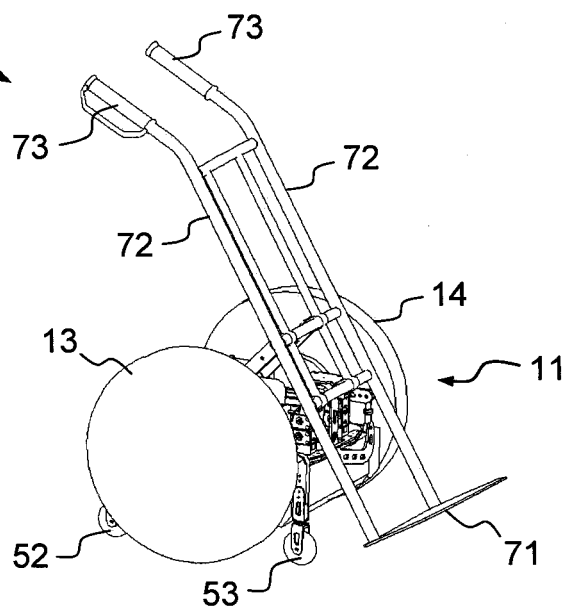


FIG. 6b

5/6

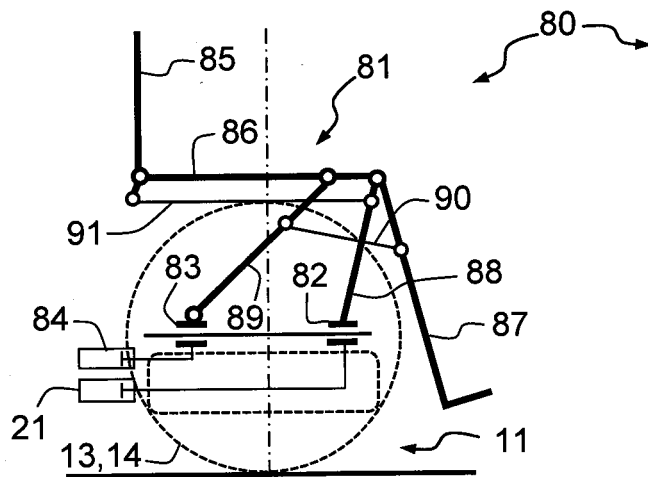


FIG. 7a

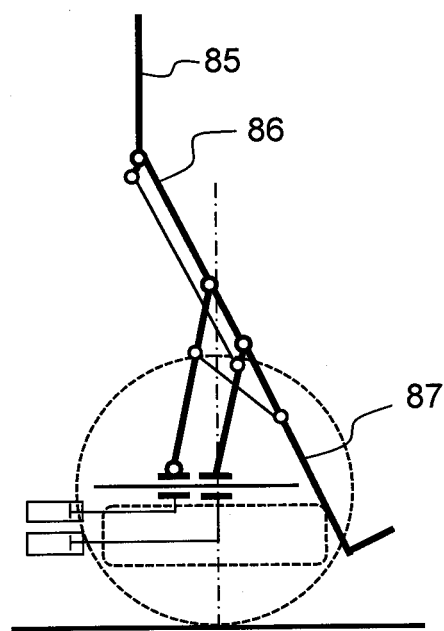


FIG. 7b

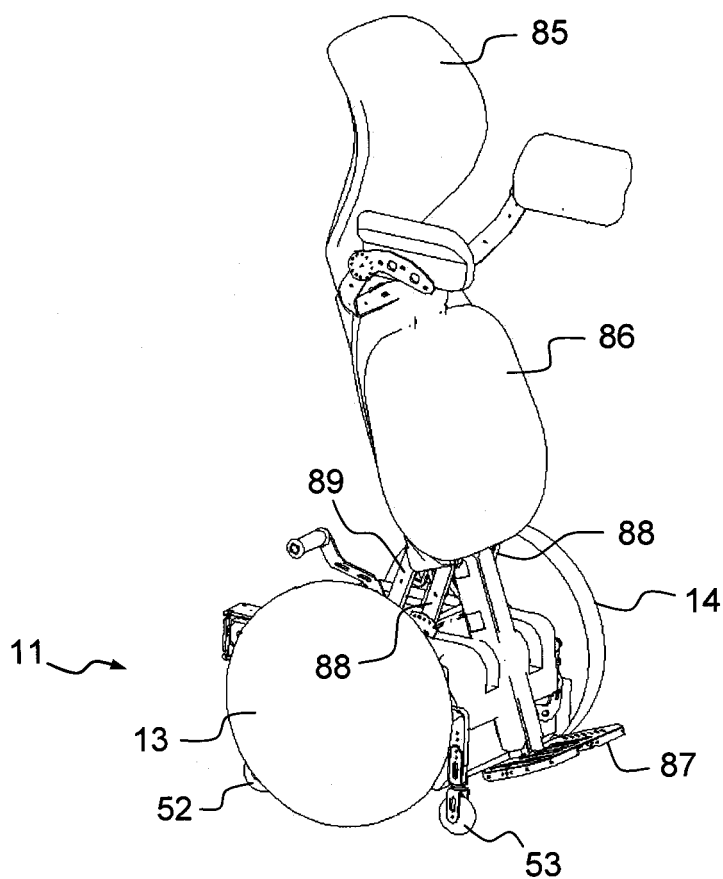


FIG. 7c

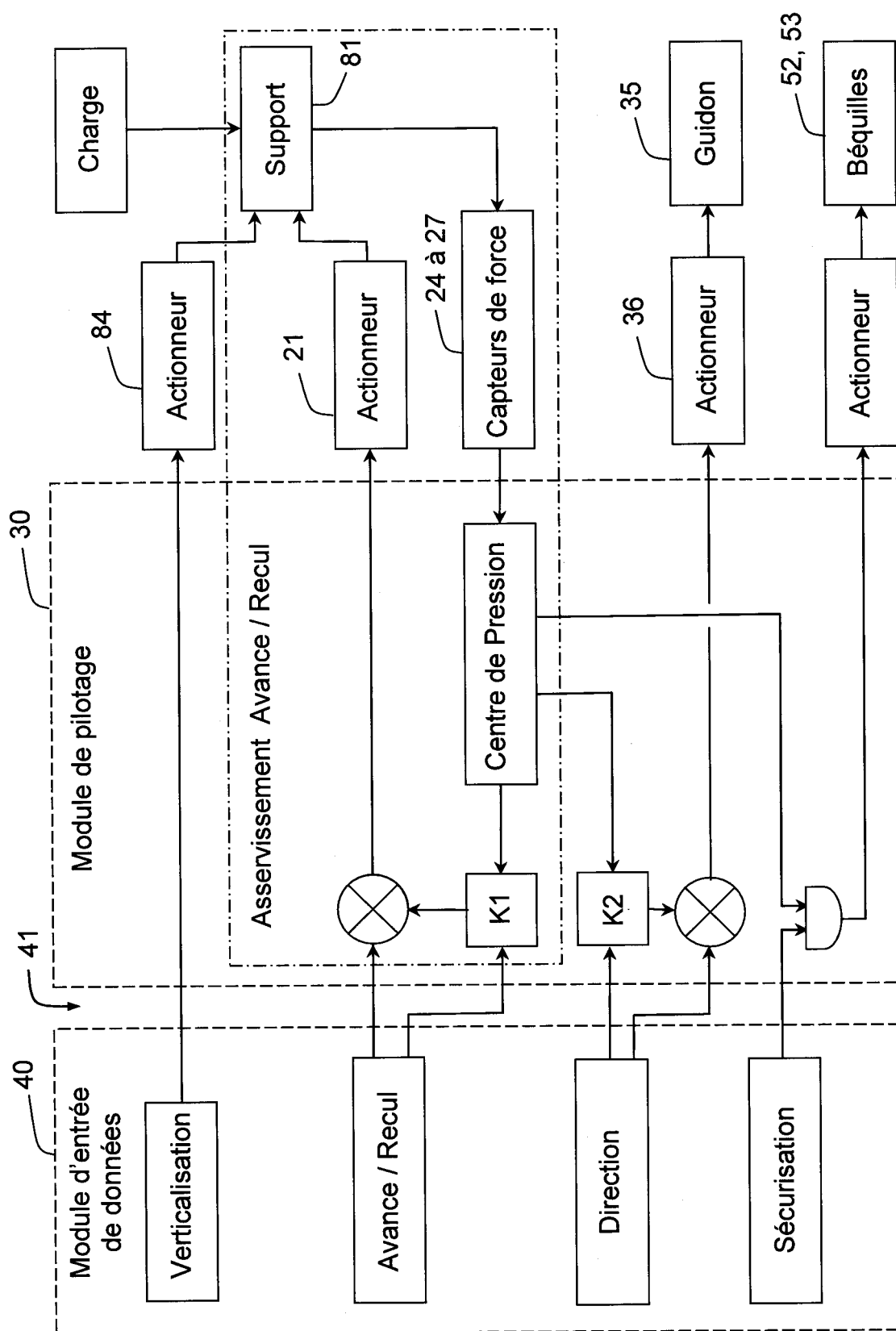


FIG.8



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 832833
FR 1661552

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2010/114468 A1 (FIELD J DOUGLAS [US] ET AL) 6 mai 2010 (2010-05-06) * alinéas [0195] - [0197], [0112] - [0129], [0014] - [0024]; revendications 24-26,50-51; figures 14,10 * * abrégé *	1-15	B60G21/08 B62D37/06 B60L15/20
X	US 2008/245594 A1 (ISHII SHINJI [JP] ET AL) 9 octobre 2008 (2008-10-09) * alinéas [0039] - [0062]; figures *	1-15	
X	EP 2 017 172 A1 (EQUOS RES CO LTD [JP]) 21 janvier 2009 (2009-01-21) * alinéas [0015], [0017] - [0018], [0028], [0033] - [0049], [0100] - [0107]; figures 1a,1e,2-5,11c *	1-15	
A	WO 2016/001451 A1 (UNIV VERSAILLES SAINT QUENTIN EN YVELINES [FR]; HANDIPODE [FR]) 7 janvier 2016 (2016-01-07) * abrégé; figures *	1-15	
A	WO 2010/109466 A1 (GALILEO MOBILITY INSTR LTD [IL]; NOVOPLANSKI AVISHAY [IL]) 30 septembre 2010 (2010-09-30) * le document en entier *	1-15	B60G B62K B62D A61G
A	JP 2008 131821 A (EQUOS RES CO LTD) 5 juin 2008 (2008-06-05) * abrégé; figures *	1-15	
	----- -/-		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 juillet 2017		Cavallo, Frédéric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 832833
FR 1661552

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	Lambert Trénoras: "Analyse et interprétation des variations intentionnelles ou perturbatrices de la station debout sur gyropode", 1 décembre 2014 (2014-12-01), pages 1-140, XP055391407, Extrait de l'Internet: URL:https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01252903/document [extrait le 2017-07-17] * pages 89-112 * -----	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 juillet 2017		Cavallo, Frédéric	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1661552 FA 832833

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **19-07-2017**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2010114468 A1	06-05-2010	CN 102300765 A	28-12-2011
		EP 2356016 A1	17-08-2011
		JP 6041488 B2	07-12-2016
		JP 2012507448 A	29-03-2012
		JP 2015134613 A	27-07-2015
		US 2010114468 A1	06-05-2010
		US 2012239284 A1	20-09-2012
		US 2014163855 A1	12-06-2014
		US 2016041558 A1	11-02-2016
		WO 2010053740 A1	14-05-2010
US 2008245594 A1	09-10-2008	JP 4506776 B2	21-07-2010
		JP 2008253565 A	23-10-2008
		US 2008245594 A1	09-10-2008
EP 2017172 A1	21-01-2009	EP 2017172 A1	21-01-2009
		US 2010070132 A1	18-03-2010
		WO 2007129505 A1	15-11-2007
WO 2016001451 A1	07-01-2016	FR 3023160 A1	08-01-2016
		WO 2016001451 A1	07-01-2016
WO 2010109466 A1	30-09-2010	AUCUN	
JP 2008131821 A	05-06-2008	JP 5018039 B2	05-09-2012
		JP 2008131821 A	05-06-2008