

②② Date de dépôt : 28.12.17.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *SAFRAN ELECTRONICS &
DEFENSE Société par actions simplifiée* —FR et *B-
TEMIA INC.* — CA.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 05.07.19 Bulletin 19/27.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 19.02.21 Bulletin 21/07.

⑦② Inventeur(s) : BELANGER-DESBIENS
ALEXANDRE, SOUCY FRANCISCO, GAGNE
SYLVAIN, ZOSO NATHANIEL et GRÉNIER
JORDANE.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

⑦③ Titulaire(s) : *SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE
Société par actions simplifiée, B-TEMIA INC..*

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦④ Mandataire(s) : REGIMBEAU.



DOMAINE DE L'INVENTION

L'invention concerne une structure d'exosquelette.

5

ETAT DE LA TECHNIQUE

Dans le domaine militaire, les fantassins sont couramment équipés de sacs à dos leur permettant de transporter du matériel. Lorsque les fantassins réalisent des missions prolongées, la masse du sac à dos peut
10 atteindre 50 kilogrammes. La masse du sac à dos peut diminuer fortement la mobilité du fantassin et engendrer une dépense métabolique plus importante.

De plus, le sac à dos repose généralement sur les épaules ou sur les hanches de l'utilisateur, ce qui peut générer des troubles musculo-
15 squelettiques au niveau des épaules, des pressions cutanées, voire être à l'origine de symptômes neurologiques périphériques par compression nerveuse (fourmillements).

Les solutions actuelles consistent à répartir la masse du sac à dos à la fois sur les épaules à l'aide de bretelles et sur les hanches à l'aide d'une
20 ceinture ventrale. Ces solutions ne permettent toutefois pas de soulager totalement l'utilisateur.

Les exosquelettes d'assistance à l'effort sont des structures mécaniques qui doublent la structure du squelette humain et qui permettent d'améliorer les capacités physiques du corps humain.

25 Certaines structures d'exosquelette ont été proposées qui permettent de faire reposer la masse du sac à dos sur le sol.

Cependant, les structures d'exosquelette connues (parfois qualifiées de « robots marcheurs ») génèrent un encombrement très significatif et réduisent la mobilité de l'utilisateur.

30

RESUME DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de proposer une solution pour permettre à un utilisateur d'être soulagé d'une partie importante de la masse de son sac

à dos, sans pour autant réduire la mobilité des épaules, du tronc et du bassin de l'utilisateur pendant la marche ou la course.

Ce but est atteint dans le cadre de la présente invention grâce à une structure d'exosquelette comprenant :

- 5 - un ensemble de bassin comprenant une ceinture propre à entourer le bassin d'un utilisateur pour attacher l'ensemble de bassin au bassin de l'utilisateur,
 - un premier ensemble de membre inférieur propre à être fixé à un premier membre inférieur de l'utilisateur,
 - 10 - une première liaison pivot raccordant le premier ensemble de membre inférieur à l'ensemble de bassin, la première liaison pivot autorisant une rotation du premier ensemble de membre inférieur par rapport à l'ensemble de bassin lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du premier membre inférieur,
 - 15 - un deuxième ensemble de membre inférieur propre à être fixé à un deuxième membre inférieur de l'utilisateur,
 - une deuxième liaison pivot raccordant le deuxième ensemble de membre inférieur à l'ensemble de bassin, la deuxième liaison pivot autorisant une rotation du deuxième ensemble de membre inférieur par rapport à
 - 20 l'ensemble de bassin lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du deuxième membre inférieur,
 - un ensemble de dos comprenant un harnais propre à être attaché au thorax de l'utilisateur,
 - un mécanisme de colonne vertébrale reliant l'ensemble de dos à
 - 25 l'ensemble de bassin,
 - une troisième liaison pivot raccordant le mécanisme de colonne vertébrale à l'ensemble de bassin, la troisième liaison pivot autorisant une rotation de l'ensemble de bassin par rapport à l'ensemble de dos, lors d'un mouvement relatif d'inclinaison latérale du rachis de l'utilisateur par rapport au bassin de
 - 30 l'utilisateur, et
- dans laquelle le mécanisme de colonne vertébrale comprend une quatrième liaison pivot autorisant une rotation de l'ensemble de dos par rapport à l'ensemble de bassin, lors d'un mouvement de torsion du rachis.

La structure d'exosquelette proposée permet de transférer la charge s'exerçant sur l'ensemble de dos vers le premier ensemble de membre inférieur et vers le deuxième ensemble de membre inférieur, tout en étant compatible avec les degrés de liberté du bassin, du rachis (c'est-à-dire de la colonne vertébrale) et des épaules qui sont sollicités lors de la marche ou de la course.

En particulier, les degrés de mobilités procurés par la première liaison pivot, la deuxième liaison pivot et la troisième liaison pivot permettent de concevoir une structure dans laquelle la charge est transférée en alternance sur le premier membre inférieur de l'utilisateur puis sur le deuxième membre inférieur de l'utilisateur, pendant la marche ou la course. La quatrième liaison pivot autorise un mouvement de torsion alternatif du rachis qui accompagne le mouvement du dos par rapport au bassin.

La structure d'exosquelette proposée peut en outre présenter les caractéristiques suivantes :

- la structure d'exosquelette comprend un premier organe propre à générer un premier couple tendant à s'opposer à la rotation du premier ensemble de membre inférieur par rapport à l'ensemble de bassin lors d'un mouvement d'adduction du premier membre inférieur,
- la structure d'exosquelette comprend un deuxième organe propre à générer un deuxième couple tendant à s'opposer à la rotation du deuxième ensemble de membre inférieur par rapport à l'ensemble de bassin lors d'un mouvement d'adduction du deuxième membre inférieur,
- la structure d'exosquelette comprend un troisième organe propre à générer un troisième couple tendant à s'opposer à la rotation de l'ensemble de bassin par rapport à l'ensemble de dos lors du mouvement relatif d'inclinaison latérale du rachis par rapport au bassin,
- le premier organe ou le deuxième organe ou le troisième organe comprend un élément élastique de rappel entre le premier ensemble de membre inférieur ou le deuxième ensemble de membre inférieur ou l'ensemble de dos et l'ensemble de bassin, l'élément élastique de rappel générant une force de rappel tendant à s'opposer à la rotation du premier

ensemble de membre inférieur ou du deuxième ensemble de membre inférieur ou de l'ensemble de dos par rapport à l'ensemble de bassin,

- l'élément élastique de rappel comprend une pièce en forme de spirale ayant une première extrémité reliée à l'ensemble de bassin et une
 5 deuxième extrémité, opposée à la première extrémité, propre à être sollicitée par le premier ensemble de membre inférieur ou le deuxième ensemble de membre inférieur ou l'ensemble de dos lors de la rotation du premier ensemble de membre inférieur ou du deuxième ensemble de membre inférieur ou de l'ensemble de dos par rapport à l'ensemble de
 10 bassin,

- la structure d'exosquelette comprend une première butée propre à être fixée sur l'ensemble de bassin de sorte que dans une première plage angulaire de rotation du premier ensemble de membre inférieur ou du deuxième ensemble de membre inférieur par rapport à l'ensemble de
 15 bassin, l'élément élastique de rappel vient en butée contre la première butée et exerce, via la première butée, sur le premier ensemble de membre inférieur ou le deuxième ensemble de membre inférieur une force de rappel tendant à s'opposer au mouvement d'adduction du membre inférieur, et dans une deuxième plage angulaire, l'élément élastique de rappel n'est plus
 20 en butée contre la première butée et n'exerce plus de force de rappel sur l'ensemble de membre inférieur,

- la structure d'exosquelette comprend des moyens de réglage de la position de première la butée par rapport à l'ensemble de bassin permettant d'ajuster un angle de transition entre la première plage angulaire et la
 25 deuxième plage angulaire,

- les moyens de réglage de la position de la première butée comprennent une lumière et un pion monté coulissant à l'intérieur de la lumière,

- la structure d'exosquelette une deuxième butée fixée sur
 30 l'ensemble de membre inférieur et propre à solliciter l'élément élastique de rappel pour exercer une précontrainte élastique sur l'élément élastique de rappel,

- la structure d'exosquelette comprend des moyens de réglage de la position de deuxième la butée par rapport à l'ensemble de membre inférieur,

- le mécanisme de colonne vertébrale comprend une pièce
5 inférieure de colonne vertébrale reliée à l'ensemble de bassin via la troisième liaison pivot et une pièce supérieure de colonne vertébrale reliée à l'ensemble de dos via une cinquième liaison rotule autorisant une rotation de l'ensemble de dos par rapport au mécanisme de colonne vertébrale lors d'un mouvement d'inclinaison latérale et lors d'un mouvement de
10 flexion/extension du rachis de l'utilisateur,

- la pièce supérieure de colonne vertébrale est propre à coulisser longitudinalement par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale, le mécanisme de colonne vertébrale comprenant en outre un organe de rappel élastique propre à générer une force de rappel élastique tendant à
15 s'opposer au coulisement de la pièce supérieure de colonne vertébrale par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale lors d'une compression verticale du rachis de l'utilisateur,

- le dispositif d'amortissement comprend un cylindre et un piston propre à coulisser à l'intérieur du cylindre, l'un du piston et du cylindre étant
20 monté fixe par rapport à la pièce supérieure de colonne vertébrale et l'autre du piston et du cylindre étant monté fixe par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale,

- la pièce supérieure de colonne vertébrale est reliée à la pièce inférieure de colonne vertébrale par la quatrième liaison pivot autorisant une
25 rotation de la pièce supérieure de colonne vertébrale par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale autour d'un axe longitudinal du mécanisme de colonne vertébrale lors du mouvement de torsion du rachis de l'utilisateur,

- la structure d'exosquelette comprend des moyens de réglage
30 autorisant un réglage d'une distance entre la première liaison pivot et la deuxième liaison pivot,

- les moyens de réglage comprennent une ou plusieurs lumière(s) et un ou plusieurs pion(s) monté(s) coulissant(s) à l'intérieur de la ou des lumière(s).

5 PRESENTATION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantage de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative, et doit être lue en regard des figures annexées, parmi lesquelles :

- la figure 1 représente de manière schématique, en vue de face,
10 une structure d'exosquelette conforme à un mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 représente de manière schématique une partie arrière de la structure d'exosquelette de la figure 1,
- les figures 3 et 4 représente de manière schématique la première
15 liaison pivot, la deuxième liaison pivot et la troisième liaison pivot de la structure d'exosquelette,
- la figure 5 représente de manière schématique la première liaison pivot, la deuxième liaison pivot et la troisième liaison pivot de la structure d'exosquelette, lorsque la troisième liaison pivot est en position initiale,
- 20 - la figure 6 représente de manière schématique la première liaison pivot, la deuxième liaison pivot et la troisième liaison pivot de la structure d'exosquelette, lorsque la troisième liaison pivot est en position inclinée,
- les figures 7 à 9 représentent de manière schématique, la première liaison pivot, le premier organe de génération de couple, un
25 mécanisme de réglage de précontrainte et un mécanisme de réglage de position de butée associé,
- la figure 10 représente de manière schématique des moyens de réglage de la distance entre la première liaison pivot et la deuxième liaison pivot.

30

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION

Sur la figure 1, la structure d'exosquelette 1 représentée comprend un ensemble de bassin 2, un premier ensemble de membre inférieur 3, un

deuxième ensemble de membre inférieur 4, un ensemble de dos 5, un premier ensemble de membre supérieur 6 et un deuxième ensemble de membre supérieur 7.

L'ensemble de bassin 2 comprend une ceinture lombaire 21 propre à entourer le bassin d'un utilisateur pour attacher l'ensemble de bassin au bassin de l'utilisateur. L'ensemble de bassin 2 peut en outre comprendre une unité de commande 22 et une batterie 23, fixées à la ceinture lombaire 21. L'unité de commande 22 est configurée pour commander différents actionneurs de la structure d'exosquelette 1. La batterie 23 est propre à alimenter les différents actionneurs en énergie électrique.

Le premier ensemble de membre inférieur 3 est propre à être fixé à un premier membre inférieur de l'utilisateur, par exemple au membre inférieur droit (ou jambe droite). Le premier ensemble de membre inférieur 3 peut comprendre des sangles de fixation pour fixer le premier ensemble de membre inférieur 3 au premier membre inférieur.

Le deuxième ensemble de membre inférieur 4 est propre à être fixé à un deuxième membre inférieur de l'utilisateur, par exemple au membre inférieur gauche (ou jambe gauche). Le deuxième ensemble de membre inférieur 4 peut comprendre des sangles de fixation pour fixer le deuxième ensemble de membre inférieur 4 au deuxième membre inférieur. Le deuxième ensemble de membre inférieur 4 est symétrique du premier ensemble de membre inférieur 3, par rapport à un plan sagittal S de l'utilisateur lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence.

Par « position anatomique de référence », on désigne la position de l'utilisateur lorsque celui-ci se tient debout sur un sol horizontal, les bras pendants le long du corps, les avant-bras et les mains en supination, conformément au système de référence en anatomie. Le plan sagittal S est le plan qui sépare la moitié gauche de la moitié droite du corps.

Le premier ensemble de membre supérieur 6 est propre à être fixé à un premier membre supérieur de l'utilisateur, par exemple au membre supérieur droit (ou bras droit). Le premier ensemble de membre supérieur 6

comprendre des sangles de fixation pour fixer le premier ensemble de membre supérieur 6 au premier membre supérieur.

Le deuxième ensemble de membre supérieur 7 est propre à être fixé à un deuxième membre supérieur de l'utilisateur, par exemple au
 5 membre supérieur gauche (ou bras gauche). Le deuxième ensemble de membre supérieur 6 comprend des sangles de fixation pour fixer le deuxième ensemble de membre supérieur 6 au deuxième membre supérieur.

L'ensemble de dos 5 comprend un harnais 53 propre à être attaché
 10 au thorax de l'utilisateur. A cet effet, le harnais 53 peut comprendre un ensemble de sangles permettant d'attacher l'ensemble de dos 5 au thorax.

La structure d'exosquelette 1 comprend en outre une première articulation de hanche 8 reliant le premier ensemble de membre inférieur 3 à l'ensemble de bassin 2 et une deuxième articulation de hanche 9 reliant le
 15 deuxième ensemble de membre inférieur 4 à l'ensemble de bassin 2.

La structure d'exosquelette 1 comprend en outre une première articulation d'épaule 10 reliant le premier ensemble de membre supérieur 6 à l'ensemble de dos 5 et une deuxième articulation d'épaule 11 reliant le deuxième ensemble de membre supérieur 7 à l'ensemble de dos 5.

20 Comme illustré sur la figure 2, la structure d'exosquelette 1 comprend en outre un mécanisme de colonne vertébrale 19 s'étendant le long du rachis de l'utilisateur. Le mécanisme de colonne vertébrale 19 relie l'ensemble de dos 5 à l'ensemble de bassin 2. Le mécanisme de colonne vertébrale 19 permet de transférer une charge s'exerçant sur l'ensemble de
 25 dos 5 vers l'ensemble de bassin 2, par exemple le poids d'un sac à dos.

L'ensemble de bassin 2 comprend une première pièce de hanche 24, une deuxième pièce de hanche 25, une pièce de bassin 26, une première liaison pivot 27, une deuxième liaison pivot 28 et une troisième liaison pivot 29.

30 La pièce de bassin 26 est fixée à la ceinture lombaire 21.

La première pièce de hanche 24 est raccordée à l'une de ses extrémités au premier ensemble de membre inférieur 3 via la première articulation de hanche 8 et à l'autre de ses extrémités à la pièce de bassin

26 via la première liaison pivot 27. La première liaison pivot 27 autorise une rotation du premier ensemble de membre inférieur 3 par rapport à l'ensemble de bassin 2 lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du premier membre inférieur. A cet effet, la première liaison pivot 27 autorise
 5 une rotation de la première pièce de hanche 24 par rapport à la pièce de bassin 26 autour d'un premier axe de rotation X1 horizontal et parallèle au plan sagittal de l'utilisateur, lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence.

La deuxième pièce de hanche 25 est raccordée à l'une de ses
 10 extrémités au deuxième ensemble de membre inférieur 4 via la deuxième articulation de hanche 9 et à l'autre de ses extrémités à la pièce de bassin 26 via la deuxième liaison pivot 28. La deuxième liaison pivot 28 autorise une rotation du deuxième ensemble de membre inférieur 4 par rapport à l'ensemble de bassin 2 lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du
 15 deuxième membre inférieur. A cet effet, la deuxième liaison pivot 28 autorise une rotation de la deuxième pièce de hanche 25 par rapport à la pièce de bassin 26 autour d'un deuxième axe de rotation X2 horizontal et parallèle au plan sagittal de l'utilisateur, lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence. Le deuxième axe de rotation X2 est
 20 parallèle au premier axe de rotation X1.

Le mécanisme de colonne vertébrale 19 comprend une pièce inférieure de colonne vertébrale 191, une pièce supérieure de colonne vertébrale 192 et une quatrième liaison pivot 193.

La pièce inférieure de colonne vertébrale 191 est reliée à
 25 l'ensemble de bassin 2 via la troisième liaison pivot 29. La troisième liaison pivot 29 autorise une rotation de l'ensemble de bassin 2 par rapport à l'ensemble de dos 5, lors d'un mouvement d'inclinaison latérale du bassin de l'utilisateur par rapport au rachis de l'utilisateur. A cet effet, la troisième liaison pivot 29 autorise une rotation de la pièce de bassin 26 par rapport à
 30 la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 autour d'un troisième axe de rotation X3, horizontal et parallèle au plan sagittal de l'utilisateur, lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence. Le troisième axe

de rotation X3 est parallèle au premier axe de rotation X1 et au deuxième axe de rotation X2.

La pièce supérieure de colonne vertébrale 192 est montée coulissante par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 le long d'un axe longitudinal X4 du mécanisme de colonne vertébrale 19. En outre, la quatrième liaison pivot 193 autorise une rotation de l'ensemble de dos 5 par rapport à l'ensemble de bassin 2 lors d'un mouvement de torsion du rachis de l'utilisateur. A cet effet, la quatrième liaison pivot 193 autorise une rotation de la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 autour de l'axe longitudinal X4.

Le mécanisme de colonne vertébrale 19 comprend en outre un organe de rappel élastique propre à générer une force de rappel élastique s'opposant au coulisement de la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale 191. Plus précisément, l'organe de rappel élastique est propre à exercer sur la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 une force de rappel proportionnelle au déplacement relatif de la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 lors d'une compression axiale du rachis. L'organe de rappel élastique peut comprendre un cylindre et un piston propre à coulisser à l'intérieur du cylindre, l'un du piston et du cylindre étant monté fixe par rapport à la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 et l'autre du piston et du cylindre étant monté fixe par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale 191. Le piston et le cylindre délimitent une chambre contenant de l'air sous pression (c'est-à-dire dont la pression est supérieure à la pression atmosphérique). Lors d'un déplacement axial de la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 tendant à comprimer le rachis, l'air contenu dans la chambre est comprimé par le piston. Il en résulte que l'air comprimé exerce sur le piston la force de rappel tendant à s'opposer à la compression du rachis. La raideur de l'organe de rappel élastique peut être ajustée en faisant varier la quantité d'air présente dans la chambre et/ou le volume de la chambre. Cela permet

également d'ajuster la longueur du mécanisme de colonne vertébrale en fonction de la taille de l'utilisateur.

L'ensemble de dos 5 comprend une pièce de support 51 sur laquelle peut être fixée une charge à porter, par exemple un sac à dos, et
5 une cinquième liaison rotule 52.

La pièce supérieure de colonne vertébrale 192 est reliée à la pièce de support 51 via la cinquième liaison rotule 52. La cinquième liaison rotule 52 autorise d'une part, une rotation de l'ensemble de dos 5 par rapport à l'ensemble de bassin 2 lors d'un mouvement d'inclinaison latérale des
10 épaules de l'utilisateur par rapport au rachis. A cet effet, la cinquième liaison rotule 52 autorise une rotation de la pièce de support 51 par rapport à la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 autour d'un cinquième axe de rotation X5. Le cinquième axe de rotation X5 est horizontal et parallèle au plan sagittal de l'utilisateur, lorsque l'utilisateur se trouve en position
15 anatomique de référence. Ainsi, le cinquième axe de rotation X5 est parallèle au troisième axe de rotation X3 lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence.

La cinquième liaison rotule 52 autorise d'autre part, une rotation de l'ensemble de dos 5 par rapport à l'ensemble de bassin 2 lors d'un
20 mouvement de flexion/extension du rachis de l'utilisateur. A cet effet, la cinquième liaison rotule 52 autorise une rotation de la pièce de support 51 par rapport à la pièce supérieure de colonne vertébrale 192 autour d'un sixième axe de rotation X6. Le sixième axe de rotation X6 est horizontal et perpendiculaire au plan sagittal de l'utilisateur, lorsque l'utilisateur se trouve
25 en position anatomique de référence.

Les figures 3 et 4 illustrent plus en détails la première liaison pivot 27, la deuxième liaison pivot 28 et la troisième liaison pivot 29.

La première liaison pivot 27 comprend un premier rotor 271 et un premier stator 272. Le premier rotor 271 est monté fixe sur la première
30 pièce de hanche 24. Le premier stator 272 est monté fixe sur la pièce de bassin 26.

La deuxième liaison pivot 28 comprend un deuxième rotor 281 et un deuxième stator 282. Le deuxième rotor 281 est monté fixe sur la deuxième

pièce de hanche 25. Le deuxième stator 282 est monté fixe sur la pièce de bassin 26.

La troisième liaison pivot 29 comprend un troisième rotor 291 et un troisième stator 292. Le troisième rotor 291 est monté fixe sur la pièce
5 inférieure de colonne vertébrale 191. Le deuxième stator 292 est monté fixe sur la pièce de bassin 26.

Par ailleurs, la structure d'exosquelette 1 comprend un premier organe 12 propre à générer un premier couple tendant à s'opposer à la rotation du premier rotor 271 par rapport au premier stator 272 lors d'un
10 mouvement d'abduction ou d'adduction du premier membre inférieur.

La structure d'exosquelette 1 comprend également un deuxième organe 13 propre à générer un deuxième couple tendant à s'opposer à la rotation du deuxième rotor 281 par rapport au deuxième stator 282 lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du deuxième membre inférieur.

La structure d'exosquelette comprend également un troisième organe 14 propre à générer un troisième couple tendant à s'opposer à la rotation du troisième rotor 291 par rapport au troisième stator 292 lors du mouvement d'inclinaison latérale du bassin.

Le premier organe 12, le deuxième organe 13 ou le troisième organe 14 peut être un organe actif (c'est-à-dire un actionneur nécessitant une alimentation en énergie électrique pour générer le premier couple, tel qu'un moteur électrique par exemple) ou un organe passif (c'est-à-dire qui ne nécessite pas une alimentation en énergie électrique, tel qu'un ressort par exemple).

Dans l'exemple illustré sur les figures 4 à 6, le troisième organe 14 comprend un ou plusieurs élément(s) élastique(s) de rappel 141 reliant l'ensemble de dos 5 à l'ensemble de bassin. Une rotation de l'ensemble de bassin 2 par rapport à l'ensemble de dos 5 entraîne une déformation du ou des élément(s) élastique(s) de rappel 141, cette déformation ayant pour
25 effet que l'élément élastique de rappel 141 génère un couple de rappel tendant à s'opposer à cette rotation.

Dans l'exemple illustré sur les figures 4 à 6, l'élément élastique de rappel 141 comprend une pièce en forme de spirale 140 ayant une première

extrémité 142 (au centre de la spirale) reliée à l'ensemble de bassin 2 et une deuxième extrémité 143 (éloignée du centre de la spirale), opposée à la première extrémité 142, reliée au mécanisme de colonne vertébrale 19. Plus précisément, la première extrémité 142 est fixée au troisième stator 5 292 et la deuxième extrémité 143 est fixée au troisième rotor 291.

La figure 5 montre l'élément élastique de rappel 141 lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence. Dans cette position, l'élément élastique de rappel 141 n'exerce aucun couple.

La figure 6 montre l'élément élastique de rappel 141 lorsque 10 l'utilisateur incline latéralement le rachis par rapport au bassin. La pièce en forme de spirale 140 est agencée de sorte qu'une rotation de l'ensemble de dos 5 par rapport à l'ensemble de bassin 2 dans un premier sens (flèche A) entraîne un enroulement de la pièce en forme de spirale 140, et la rotation de l'ensemble de dos 5 par rapport à l'ensemble de bassin 2 dans un 15 deuxième sens (flèche B), opposé au premier sens, entraîne un déroulement de la pièce en forme de spirale 140.

Les figures 7 à 9 illustrent plus en détails la première liaison pivot 27.

Dans l'exemple illustré sur les figures 7 à 9, le premier organe 12 20 comprend un élément élastique de rappel 121 reliant le premier ensemble de membre inférieur 3 à l'ensemble de bassin 2. Une rotation du premier ensemble de membre inférieur 3 par rapport à l'ensemble de bassin 2 entraîne une déformation de l'élément élastique 121, la déformation ayant pour effet que l'élément élastique de rappel 121 génère un couple de rappel 25 tendant à s'opposer à cette rotation.

Dans l'exemple illustré sur les figures 7 à 9, l'élément élastique de rappel 121 comprend une pièce en forme de spirale 120 ayant une première extrémité 122 (au centre de la spirale) reliée à l'ensemble de bassin 2 et une deuxième extrémité 123 (éloignée du centre de la spirale), opposée à la 30 première extrémité 122, et propre à être sollicitée par le premier ensemble de membre inférieur 3 lors d'une rotation relative de l'ensemble de bassin 2 par rapport au premier ensemble de membre inférieur 3. Plus précisément,

la première extrémité 122 est fixée au premier rotor 271, solidaire de la première pièce de hanche 24.

La figure 7 montre l'élément élastique de rappel 121 lorsque l'utilisateur se trouve en position anatomique de référence. Dans cette position, l'élément élastique de rappel 121 n'exerce aucun couple.

Lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du premier membre inférieur, le premier ensemble de membre inférieur 3 est entraîné en rotation par rapport à l'ensemble de bassin 2. Cela a pour effet de déformer l'élément élastique de rappel 121 de sorte que l'élément élastique de rappel 121 génère un couple de rappel tendant à s'opposer à cette rotation.

La pièce en forme de spirale 120 est agencée de sorte qu'une rotation de l'ensemble de membre inférieur 3 par rapport à l'ensemble de bassin 2 dans un premier sens de rotation correspondant à un mouvement d'adduction (flèche C) entraîne un enroulement de la pièce en forme de spirale 120, et la rotation de l'ensemble de membre inférieur 3 par rapport à l'ensemble de bassin 2 dans un deuxième sens correspondant à un mouvement d'abduction (flèche D), opposé au premier sens entraîne un déroulement de la pièce en forme de spirale 120.

Par ailleurs, la structure d'exosquelette 1 comprend une première butée 15 propre à être fixée sur l'ensemble de bassin 2 de sorte que :

- dans une première plage angulaire de rotation du premier ensemble de membre inférieur 3 par rapport à l'ensemble de bassin 2, l'organe élastique de rappel 121 vient en butée contre la première butée 15 et exerce, via la première butée 15, sur le premier ensemble de membre inférieur 3 une force de rappel tendant à s'opposer au mouvement d'adduction du membre inférieur, et

- dans une deuxième plage angulaire, l'organe élastique de rappel 121 n'est plus en butée contre la première butée 15 et n'exerce plus de force de rappel sur l'ensemble de membre inférieur.

La première butée 15 peut comprendre une vis 151 fixée à la pièce de bassin 26 de sorte que l'extrémité de la vis 151 vient solliciter la

deuxième extrémité 123 de la pièce en forme de spirale 120 uniquement dans la première plage angulaire.

La structure d'exosquelette 1 comprend en outre des moyens de réglage 16 autorisant un réglage de la position de première la butée 15 par rapport à l'ensemble de bassin 2. Les moyens de réglage 16 comprennent une ou plusieurs lumière(s) 161 fixes par rapport à la pièce de bassin 26 et un ou plusieurs pion(s) 162 monté(s) coulissant à l'intérieur de la ou des lumière(s) 161. Plus précisément, les moyens de réglage 16 comprennent une première pièce de réglage 163 présentant un orifice traversant présentant un filetage interne. La vis 151 est vissée dans l'orifice. Les pions 162 sont montés fixes sur la première pièce de réglage 163. La position de la première pièce de réglage 163 peut être modifiée en faisant coulisser les pions 162 dans les lumières 161. Les lumières 161 peuvent être ménagées dans le stator 272 de la première liaison pivot 27. Dans l'exemple illustré sur les figures 7 à 9, les moyens de réglage 16 comprennent deux lumières 161 et trois pions 162 montés coulissant à l'intérieur des lumières 161 pour guider le déplacement de la première pièce de réglage 163 par rapport à la pièce de bassin 26. Les pions 162 peut être constitués par des vis.

Comme illustré sur la figure 9, les moyens de réglage 16 permettent de modifier la limite entre la première et la deuxième plage angulaires, en ajustant la position de la pièce de réglage 163 par rapport à l'ensemble de bassin 2 et en ajustant la position de la vis 151 dans l'orifice fileté.

La structure d'exosquelette 1 comprend en outre une deuxième butée 17 fixée sur le premier ensemble de membre inférieur 3 et propre à solliciter l'organe élastique de rappel 121 de manière à exercer une précontrainte élastique sur l'organe élastique de rappel 121. La deuxième butée 17 peut comprendre une vis 171 fixée à la pièce de hanche 24 de sorte que l'extrémité de la vis 171 vient solliciter en permanence la deuxième extrémité 123 de la pièce en forme de spirale 120.

La structure d'exosquelette 1 comprend en outre des moyens de réglage 18 de la position de deuxième la butée 17 par rapport au premier ensemble de membre inférieur 3. Les moyens de réglage 18 comprennent une deuxième pièce de réglage 183 montée fixe sur la première pièce de

hanche 24. La deuxième pièce de réglage 183 présente un orifice traversant présentant un filetage interne. La vis 171 est vissée dans l'orifice.

Comme illustré sur la figure 8, les moyens de réglage 18 permettent de modifier la précontrainte exercée sur l'organe élastique de rappel 121, en ajustant la position de la vis 171 dans l'orifice fileté.

Il est à noter que la deuxième liaison pivot 28 comprend des pièces similaires à celles de la première liaison pivot 27, les pièces de la deuxième liaison pivot 28 étant agencées de manière symétrique des pièces de la première liaison pivot 27 par rapport au plan sagittal de l'utilisateur. En particulier, la structure d'exosquelette 1 comprend un deuxième organe élastique de rappel 131, agencé de manière symétrique au premier organe élastique de rappel 121, ainsi qu'une première butée et une deuxième butée.

L'organe élastique de rappel 131 comprend une pièce en forme de spirale 130 ayant une première extrémité 132 (au centre de la spirale) reliée à l'ensemble de bassin 2 et une deuxième extrémité 133 (éloignée du centre de la spirale), opposée à la première extrémité 132, et propre à être sollicitée par le deuxième ensemble de membre inférieur 4 lors d'une rotation relative de l'ensemble de bassin 2 par rapport au deuxième ensemble de membre inférieur 4. Plus précisément, la première extrémité 132 est fixée au deuxième rotor 281, solidaire de la deuxième pièce de hanche 25.

Comme illustré sur la figure 10, la structure d'exosquelette 1 comprend en outre des moyens de réglage 30 autorisant un réglage de la distance entre le premier axe de rotation X1 et le deuxième axe de rotation X2.

Dans l'exemple illustré sur la figure 10, les moyens de réglage 30 comprennent une ou plusieurs lumière(s) 31 fixes par rapport stator 272 de la première liaison pivot 27, une ou plusieurs lumière(s) 32 fixes par rapport stator 282 de la deuxième liaison pivot 28, et un ou plusieurs pion(s) 33 montés fixes par rapport à la pièce de bassin 26. Le ou les pion(s) 33 est (sont) monté(s) coulissants à l'intérieur des lumières 31 et 32. Plus précisément, les moyens de réglage 30 comprennent une première pièce

de réglage 34 fixée au premier stator 272. La première pièce de réglage 34 présente deux lumières 31 horizontales. De même, les moyens de réglage 30 comprennent une deuxième pièce de réglage 35 fixée au deuxième stator 282. La deuxième pièce de réglage 35 présente également deux
 5 lumières 32 horizontales. Les moyens de réglage 30 comprennent deux premiers pions 33 fixés à la pièce de bassin 26, chacun des premiers pions étant apte à coulisser à l'intérieur d'une première lumière 31 respective pour déplacer la première liaison pivot 27 par rapport à l'ensemble de bassin 2 selon une direction perpendiculaire aux axes X1 et X2. Les moyens de
 10 réglage 30 comprennent deux deuxièmes pions 33 fixés à la pièce de bassin 26, chacun des deuxièmes pions étant apte à coulisser à l'intérieur d'une deuxième lumière 32 respective pour déplacer la deuxième liaison pivot 28 par rapport à l'ensemble de bassin 2 selon une direction perpendiculaire aux axes X1 et X2.

15 Les moyens de réglage 30 permettent ainsi d'ajuster l'écartement entre les axes de rotations X1 et X2, de manière à ce que ces axes soient alignés avec les têtes fémorales de l'utilisateur, de manière à correspondre aux axes d'abduction/adduction des hanches de l'utilisateur.

Enfin, la structure d'exosquelette 1 peut également comprendre des
 20 dispositifs d'amortissement disposés en parallèle des liaisons pivot 27, 28, 29, 193 et de la liaison rotule 52 pour amortir le mouvement des différentes pièces les unes par rapport aux autres. Dans le cas où les organes 12, 13 et 14 sont des organes actifs, tels que des moteurs électriques par exemple, ces organes peuvent jouer le rôle de dispositifs d'amortissement
 25 pour les liaisons pivots 27, 28 et 29.

En fonctionnement, lorsque l'utilisateur marche, l'utilisateur s'appuie alternativement sur son premier membre inférieur (jambe droite) et sur son deuxième membre inférieur (jambe gauche), ce qui provoque une légère oscillation du mécanisme de colonne vertébrale 19 par rapport à l'ensemble
 30 de bassin 2.

Au cours d'une première phase du cycle de marche, lorsque l'utilisateur appuie sur son premier membre inférieur (jambe droite), la charge générée par le poids du sac à dos a pour effet d'affaïsser le bassin

du côté gauche. La pièce inférieure de colonne vertébrale 191 a par conséquent tendance à pivoter par rapport à la pièce de bassin 26, selon le premier sens de rotation (flèche A), autour du troisième axe de rotation X3.

La rotation de la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 dans le premier sens a pour effet de déformer le troisième organe élastique de rappel 141, qui génère un couple tendant à entraîner en rotation l'ensemble de bassin 2 par rapport au premier ensemble de membre inférieur 3 (dans le sens de la flèche C) et par rapport au deuxième ensemble de membre inférieur 4.

L'action du premier organe élastique de rappel 121 et du deuxième organe élastique de rappel 131 a pour effet que la totalité de la charge ou une partie de la charge générée par le poids du sac à dos s'exerçant sur l'ensemble de dos 5 est transférée par le premier organe élastique de rappel 121 vers le premier ensemble de membre inférieur 3 via la première pièce de hanche 24 et la première articulation de hanche 8.

A l'inverse, la fraction de la charge transmise au deuxième ensemble de membre inférieur 4 est fortement réduite, ce qui permet à l'utilisateur de pouvoir soulever son deuxième membre inférieur du sol sans exercer d'effort excessif.

Au cours d'une deuxième phase du cycle de marche, lorsque l'utilisateur appuie sur son deuxième membre inférieur (jambe gauche), la charge générée par le poids du sac à dos a pour effet d'affaïsser le bassin du côté droit. La pièce inférieure de colonne vertébrale 191 a tendance à pivoter par rapport à la pièce de bassin 26, selon le deuxième sens de rotation (flèche B), opposé au premier sens de rotation, autour du troisième axe de rotation X3.

La rotation de la pièce inférieure de colonne vertébrale 191 dans le deuxième sens a pour effet de déformer le troisième organe élastique de rappel 121, qui génère un couple tendant à entraîner en rotation l'ensemble de bassin 2 par rapport au premier ensemble de membre inférieur 3 (dans le sens de la flèche D) et par rapport au deuxième ensemble de membre inférieur 4, en sens inverse.

L'action du premier organe élastique de rappel 121 et du deuxième organe élastique de rappel 131 a pour effet que la totalité de la charge ou une partie de la charge générée par le poids du sac à dos s'exerçant sur l'ensemble de dos 5 est transférée par le deuxième organe élastique de
 5 rappel 131 vers le deuxième ensemble de membre inférieur 4 via la deuxième pièce de hanche 25 et la deuxième articulation de hanche 9.

A l'inverse, la fraction de la charge transmise au premier ensemble de membre inférieur 3 est fortement réduite, ce qui permet à l'utilisateur de pouvoir soulever son premier membre inférieur du sol sans exercer d'effort
 10 excessif.

Pendant le cycle de marche, la charge est ainsi transférée en alternance vers le premier ensemble de membre inférieur 3 et vers le deuxième ensemble de membre inférieur 4, sans transiter par le bassin de l'utilisateur. Le couple résultant de la déformation des organes élastiques de
 15 rappel 121 et 131 permet de supporter la charge du côté du contact au sol, tandis que le côté opposé est libéré de la charge.

Grâce à l'agencement des trois liaisons pivot et des organes de rappel élastique, la charge est toujours transférée vers l'ensemble de membre inférieur qui est en contact avec le sol. L'autre ensemble de
 20 membre inférieur ne supporte qu'une fraction réduite de la charge de sorte que l'utilisateur peut facilement soulever le membre inférieur correspondant.

Par ailleurs, lorsque l'utilisateur se tient debout immobile, en position anatomique de référence, le premier ensemble de membre inférieur 3 et le deuxième ensemble de membre inférieur 4 de la structure d'exosquelette 1 sont simultanément en contact avec le sol. Dans cette
 25 position, la structure d'exosquelette 1 proposée permet de partager la charge générée par le poids du sac à dos en la répartissant sur les deux ensembles de membre inférieur de façon égale.

REVENDICATIONS

1. Structure d'exosquelette (1) comprenant :

- un ensemble de bassin (2) comprenant une ceinture (21) propre à
5 entourer le bassin d'un utilisateur pour attacher l'ensemble de bassin (2) au bassin de l'utilisateur,
- un premier ensemble de membre inférieur (3) propre à être fixé à un premier membre inférieur de l'utilisateur,
- une première liaison pivot (27) raccordant le premier ensemble de membre
10 inférieur (3) à l'ensemble de bassin (2), la première liaison pivot (27) autorisant une rotation du premier ensemble de membre inférieur (3) par rapport à l'ensemble de bassin (2) lors d'un mouvement d'abduction ou d'adduction du premier membre inférieur,
- un deuxième ensemble de membre inférieur (4) propre à être fixé à un
15 deuxième membre inférieur de l'utilisateur,
- une deuxième liaison pivot (28) raccordant le deuxième ensemble de membre inférieur (4) à l'ensemble de bassin (2), la deuxième liaison pivot (28) autorisant une rotation du deuxième ensemble de membre inférieur (4) par rapport à l'ensemble de bassin (2) lors d'un mouvement d'abduction ou
20 d'adduction du deuxième membre inférieur,
- un ensemble de dos (5) comprenant un harnais (53) propre à être attaché au thorax de l'utilisateur,
- un mécanisme de colonne vertébrale (19) reliant l'ensemble de dos (5) à l'ensemble de bassin (2),
- une troisième liaison pivot (29) raccordant le mécanisme de colonne
25 vertébrale (19) à l'ensemble de bassin (2), la troisième liaison pivot (29) autorisant une rotation de l'ensemble de bassin (2) par rapport à l'ensemble de dos (5), lors d'un mouvement relatif d'inclinaison latérale du rachis de l'utilisateur par rapport au bassin de l'utilisateur,
- un troisième organe (14) propre à générer un troisième couple tendant à
30 s'opposer à la rotation de l'ensemble de bassin par rapport à l'ensemble de dos (5) lors du mouvement relatif d'inclinaison latérale du rachis par rapport au bassin, et

dans laquelle le mécanisme de colonne vertébrale (19) comprend une quatrième liaison pivot (193) autorisant une rotation de l'ensemble de dos (5) par rapport à l'ensemble de bassin (2), lors d'un mouvement de torsion du rachis.

5

2. Structure d'exosquelette selon la revendication 1, comprenant un premier organe (12) propre à générer un premier couple tendant à s'opposer à la rotation du premier ensemble de membre inférieur (3) par rapport à l'ensemble de bassin (2) lors d'un mouvement d'adduction du premier

10 membre inférieur.

3. Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 1 et 2, comprenant un deuxième organe (13) propre à générer un deuxième couple tendant à s'opposer à la rotation du deuxième ensemble de membre

15 inférieur (4) par rapport à l'ensemble de bassin (2) lors d'un mouvement d'adduction du deuxième membre inférieur.

4. Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 2 et 3, dans laquelle le premier organe (12) ou le deuxième organe (13) ou le troisième

20 organe (14) comprend un élément élastique de rappel (121, 131, 141) entre le premier ensemble de membre inférieur (3) ou le deuxième ensemble de membre inférieur (4) ou l'ensemble de dos (5) et l'ensemble de bassin (2), l'élément élastique de rappel (121, 131, 141) générant une force de rappel tendant à s'opposer à la rotation du premier ensemble de membre inférieur

25 (3) ou du deuxième ensemble de membre inférieur (4) ou de l'ensemble de dos (5) par rapport à l'ensemble de bassin (2).

5. Structure d'exosquelette selon la revendication 4, dans laquelle l'élément élastique de rappel (121, 131, 141) comprend une pièce en forme de spirale

30 (120, 130, 140) ayant une première extrémité (122, 132, 142) reliée à l'ensemble de bassin (2) et une deuxième extrémité (123, 133, 143), opposée à la première extrémité, propre à être sollicitée par le premier ensemble de membre inférieur (3) ou le deuxième ensemble de membre

inférieur (4) ou l'ensemble de dos (5) lors de la rotation du premier ensemble de membre inférieur (3) ou du deuxième ensemble de membre inférieur (4) ou de l'ensemble de dos (5) par rapport à l'ensemble de bassin (2).

5

6. Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 4 et 5, comprenant une première butée (15) propre à être fixée sur l'ensemble de bassin (2) de sorte que dans une première plage angulaire de rotation du premier ensemble de membre inférieur (3) ou du deuxième ensemble de membre inférieur (4) par rapport à l'ensemble de bassin (2), l'élément élastique de rappel (121, 131) vient en butée contre la première butée et exerce, via la première butée, sur le premier ensemble de membre inférieur (3) ou le deuxième ensemble de membre inférieur (4) une force de rappel tendant à s'opposer au mouvement d'adduction du membre inférieur, et dans une deuxième plage angulaire, l'élément élastique de rappel (121, 131) n'est plus en butée contre la première butée et n'exerce plus de force de rappel sur l'ensemble de membre inférieur (3, 4).

7. Structure d'exosquelette selon la revendication 6, comprenant des moyens de réglage (16) de la position de première la butée (15) par rapport à l'ensemble de bassin (2) permettant d'ajuster un angle de transition entre la première plage angulaire et la deuxième plage angulaire.

8. Structure d'exosquelette selon la revendication 7, dans lequel les moyens de réglage de la position de la première butée (16) comprennent une lumière (161) et un pion (162) monté coulissant à l'intérieur de la lumière.

9. Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 4 à 7, comprenant une deuxième butée (17) fixée sur l'ensemble de membre inférieur (3, 4) et propre à solliciter l'élément élastique de rappel (121, 131) pour exercer une précontrainte élastique sur l'élément élastique de rappel.

10. Structure d'exosquelette selon la revendication 9, comprenant des moyens de réglage de la position de deuxième la butée (18) par rapport à l'ensemble de membre inférieur (3, 4).

5 **11.** Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle le mécanisme de colonne vertébrale (19) comprend une pièce inférieure de colonne vertébrale (191) reliée à l'ensemble de bassin via la troisième liaison pivot (29) et une pièce supérieure de colonne vertébrale (192) reliée à l'ensemble de dos (5) via une cinquième liaison rotule
10 autorisant une rotation de l'ensemble de dos (5) par rapport au mécanisme de colonne vertébrale (19) lors d'un mouvement d'inclinaison latérale et lors d'un mouvement de flexion/extension du rachis de l'utilisateur.

15 **12.** Structure d'exosquelette selon la revendication 11, dans laquelle la pièce supérieure de colonne vertébrale (192) est propre à coulisser longitudinalement par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale (191), le mécanisme de colonne vertébrale (19) comprenant en outre un organe de rappel élastique propre à générer une force de rappel élastique tendant à s'opposer au coulissement de la pièce supérieure de colonne
20 vertébrale (192) par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale (191) lors d'une compression verticale du rachis de l'utilisateur.

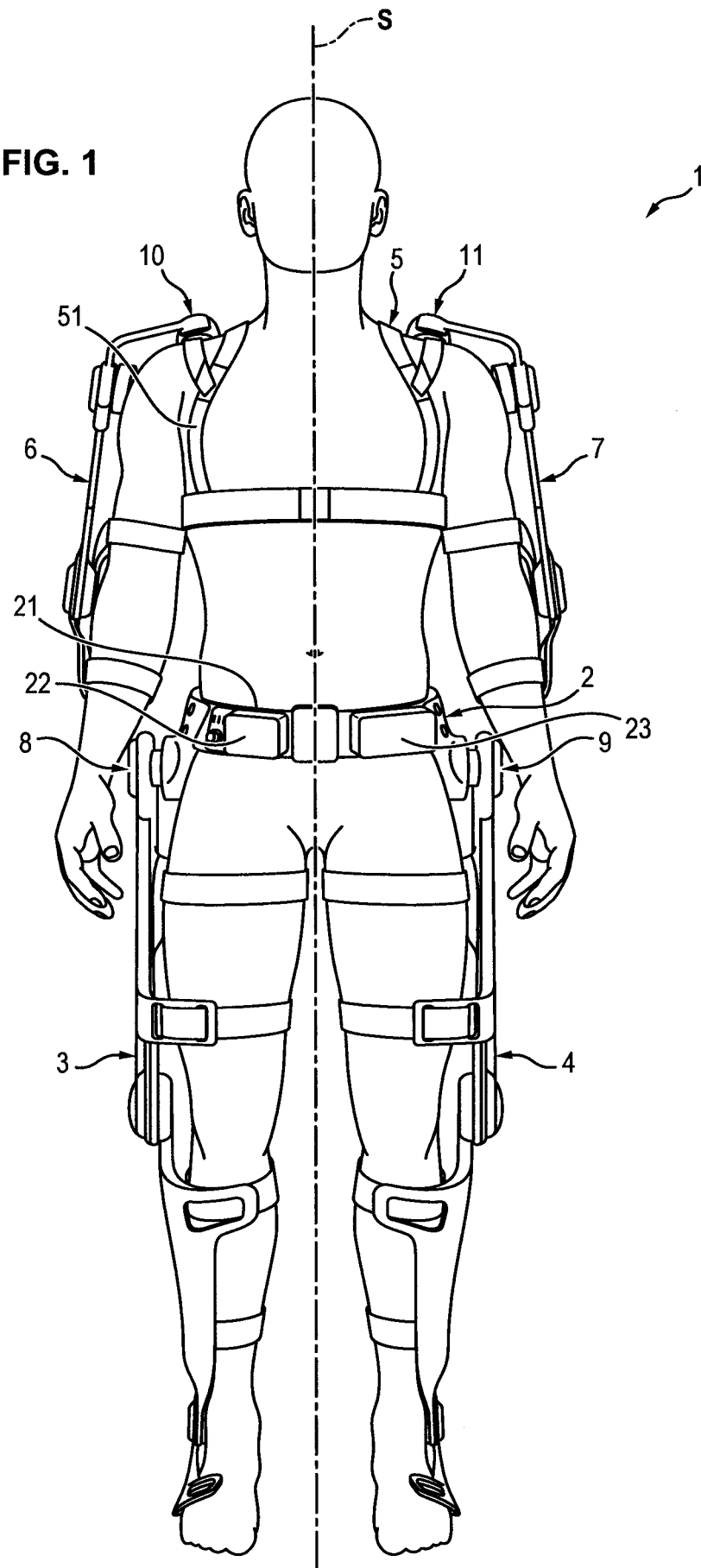
25 **13.** Structure d'exosquelette selon la revendication 12, dans laquelle l'organe de rappel élastique comprend un cylindre et un piston propre à coulisser à l'intérieur du cylindre, l'un du piston et du cylindre étant monté fixe par rapport à la pièce supérieure de colonne vertébrale (192) et l'autre du piston et du cylindre étant monté fixe par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale (191).

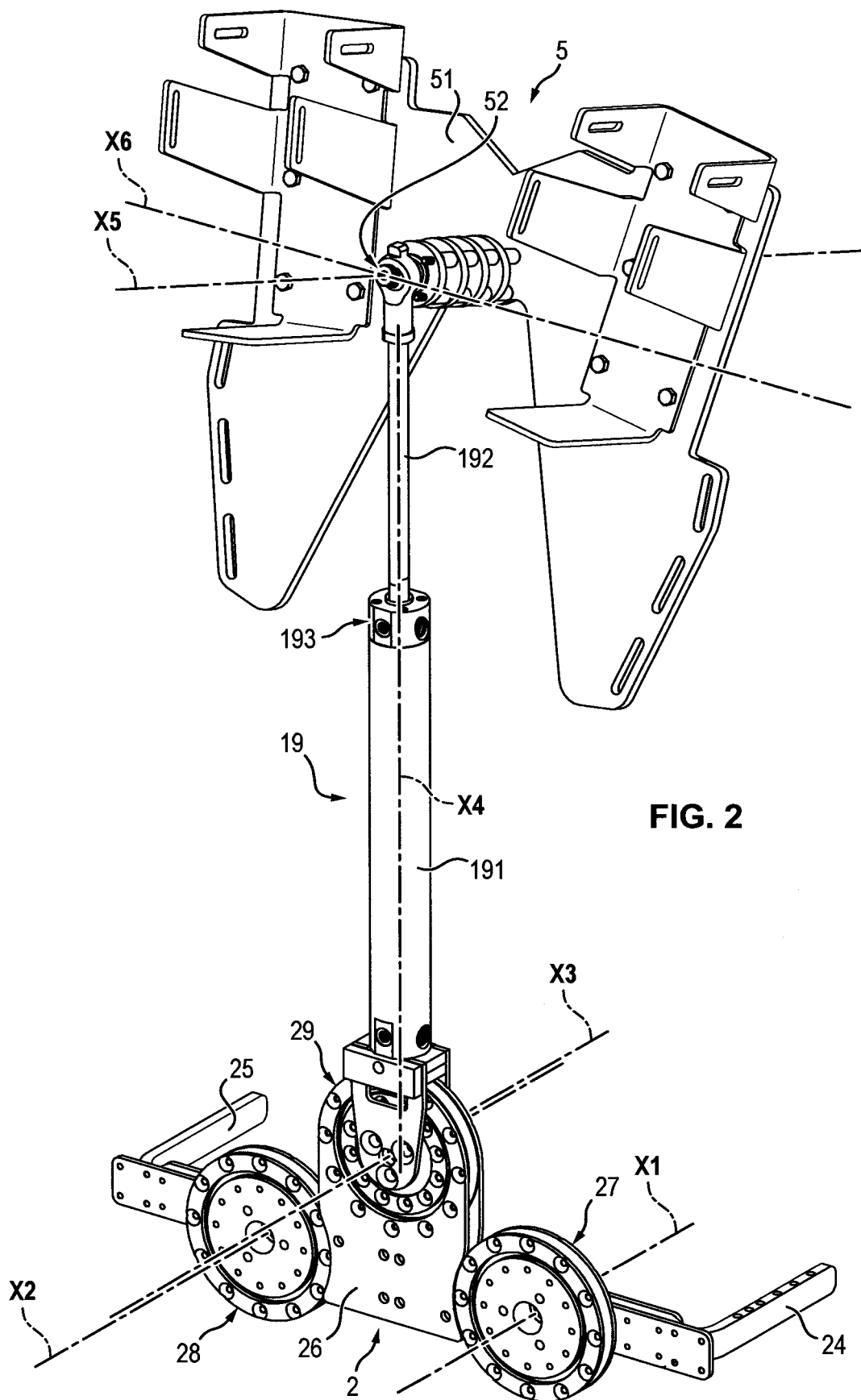
30 **14.** Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 11 à 13, dans laquelle la pièce supérieure de colonne vertébrale (192) est reliée à la pièce inférieure de colonne vertébrale (191) par la quatrième liaison pivot (193) autorisant une rotation de la pièce supérieure de colonne vertébrale (192)

par rapport à la pièce inférieure de colonne vertébrale (191) autour d'un axe longitudinal du mécanisme de colonne vertébrale (19) lors du mouvement de torsion du rachis de l'utilisateur.

- 5 **15.** Structure d'exosquelette selon l'une des revendications 1 à 14, comprenant des moyens de réglage (30) autorisant un réglage d'une distance entre la première liaison pivot (27) et la deuxième liaison pivot (28).
- 10 **16.** Structure d'exosquelette selon la revendication 15, dans laquelle les moyens de réglage (30) comprennent une ou plusieurs lumière(s) (31, 32) et un ou plusieurs pion(s) (33) monté(s) coulissant(s) à l'intérieur de la ou des lumière(s) (31, 32).

FIG. 1





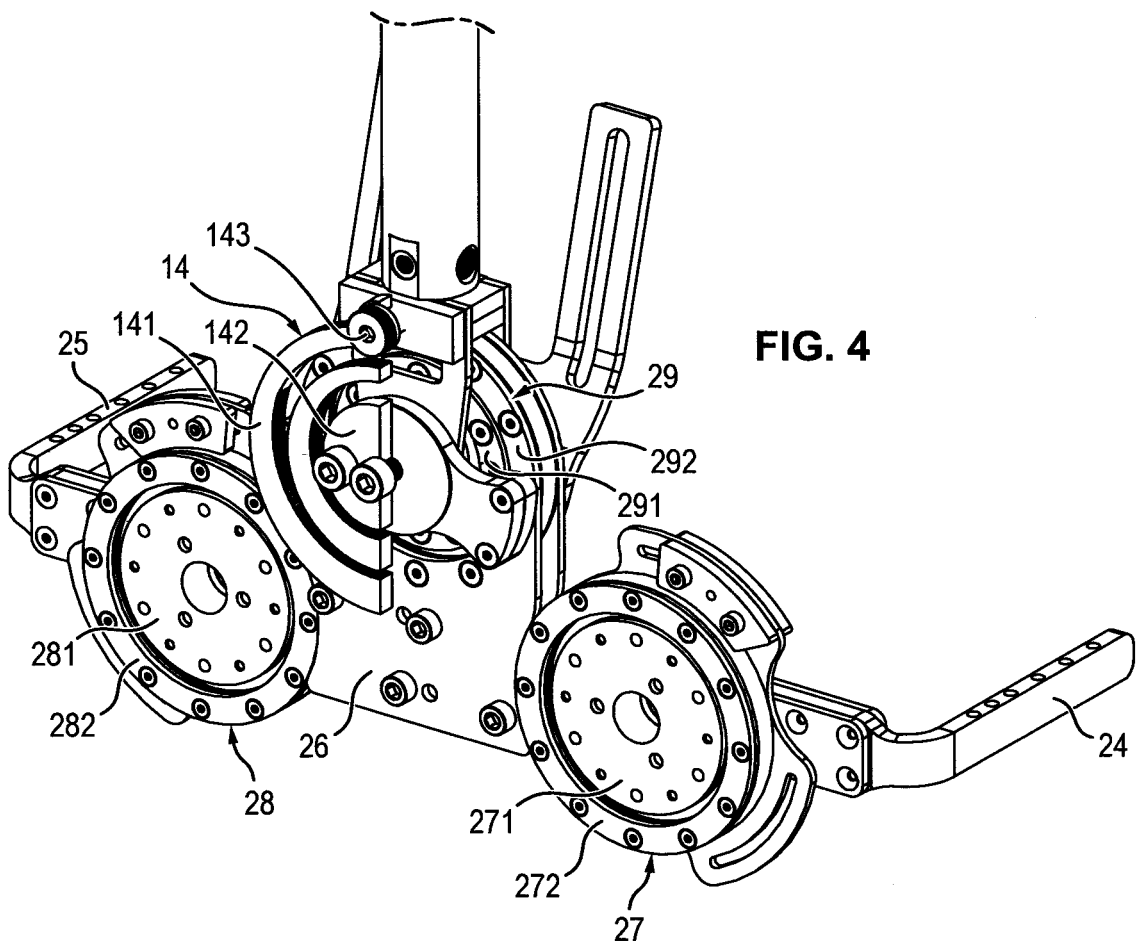
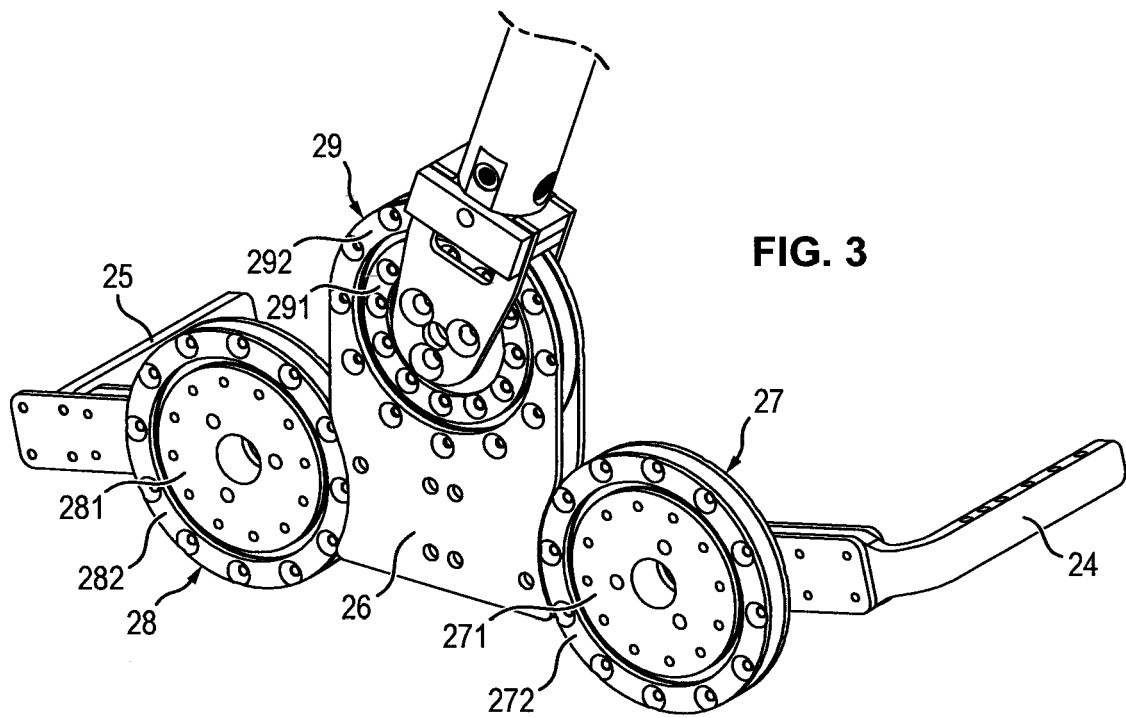


FIG. 5

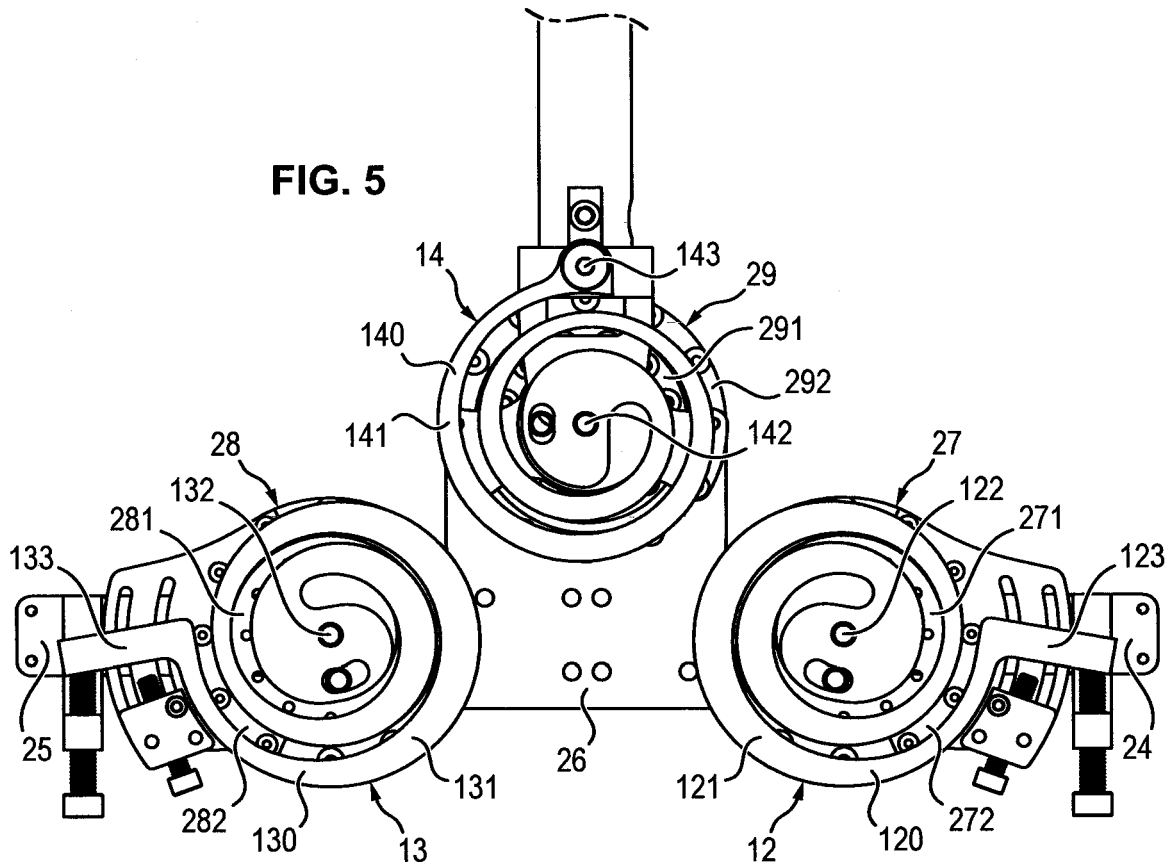
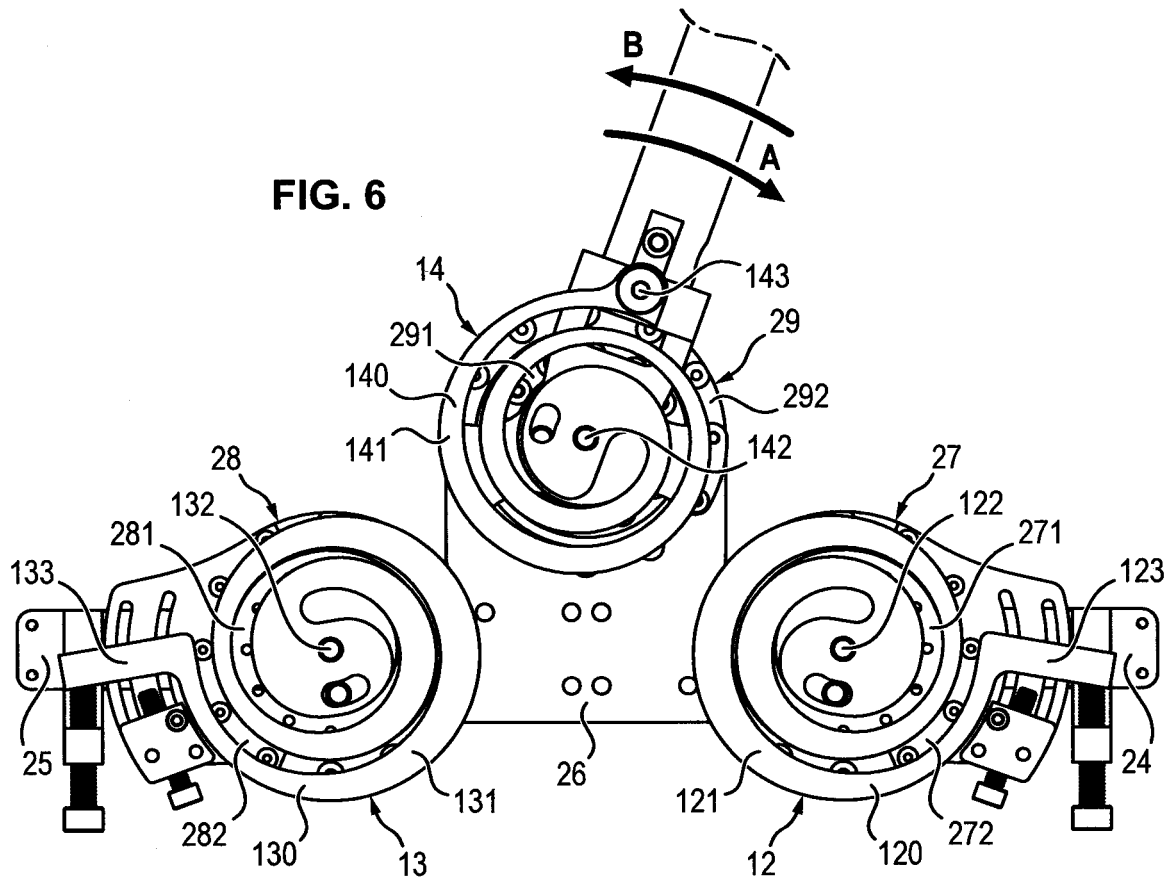


FIG. 6



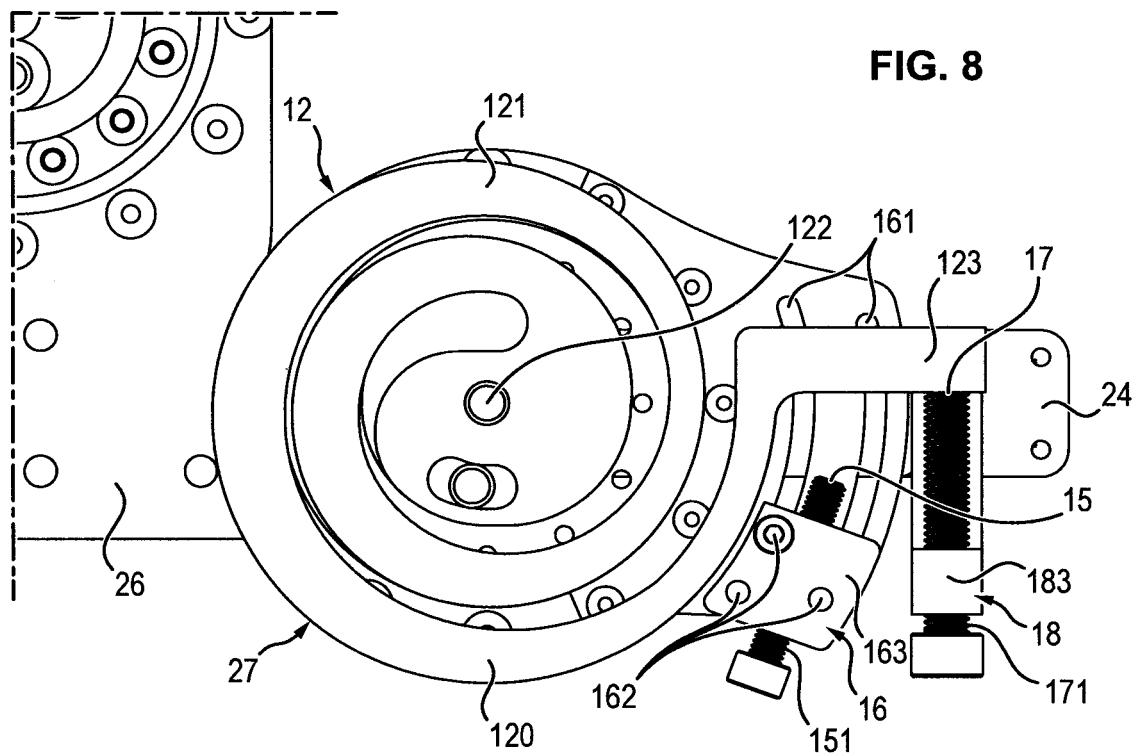
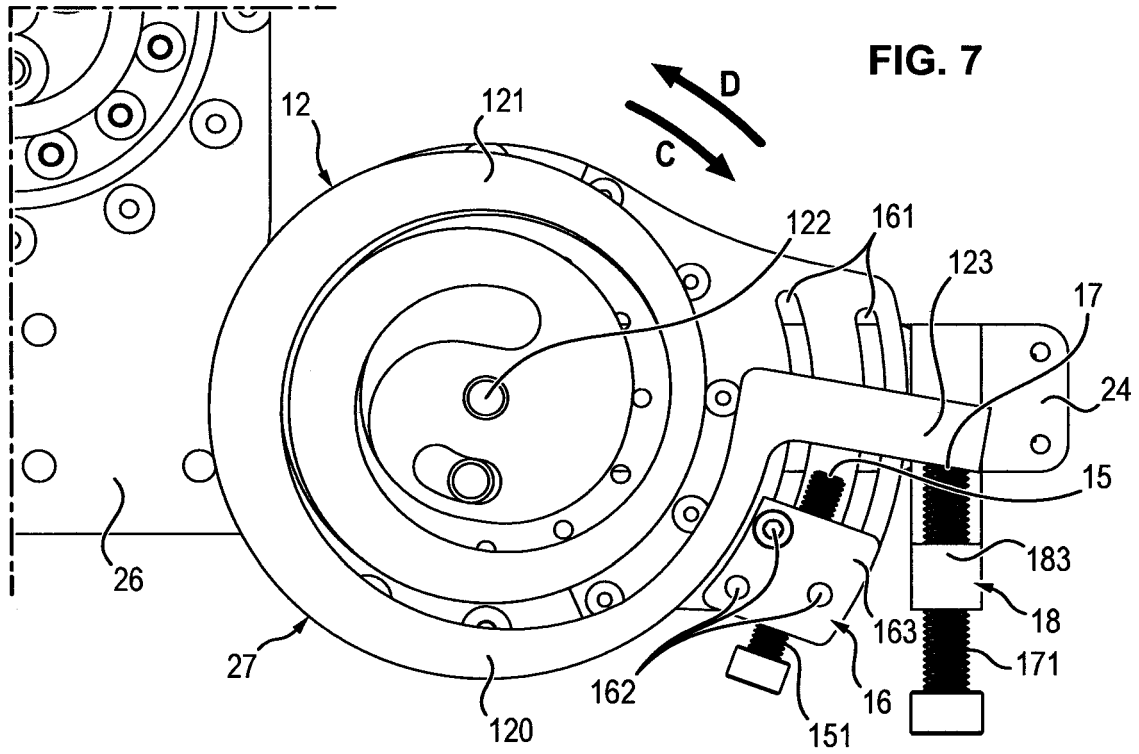


FIG. 9

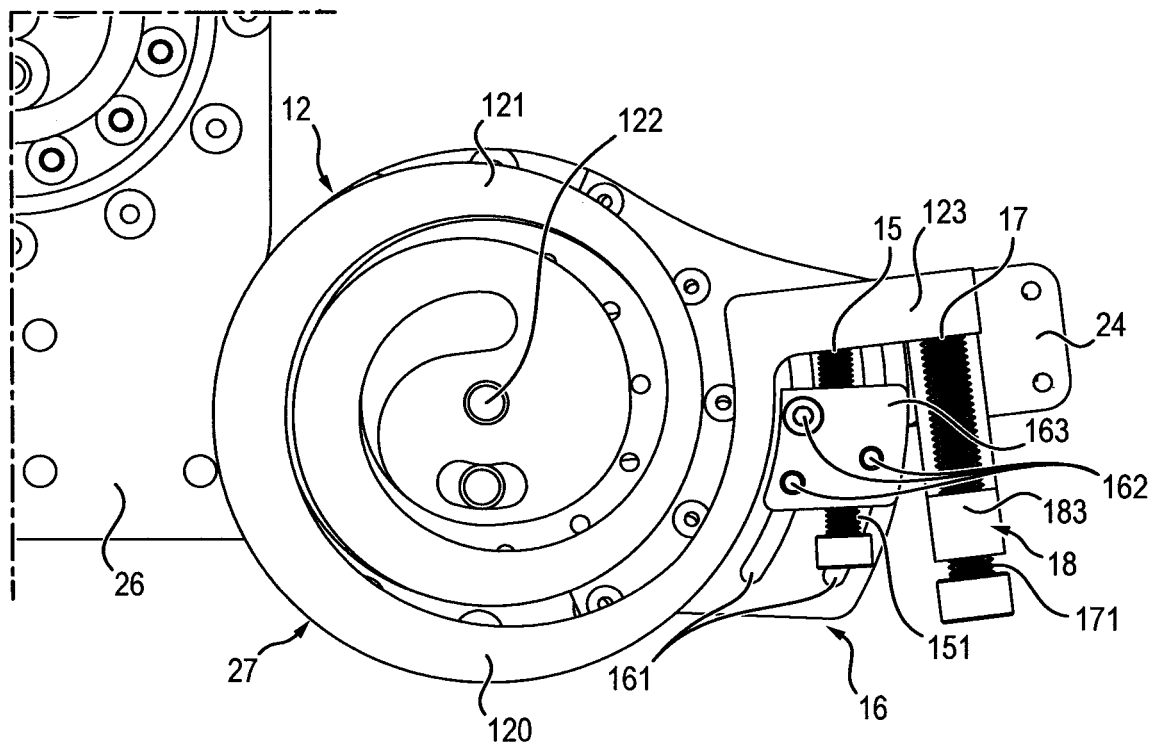
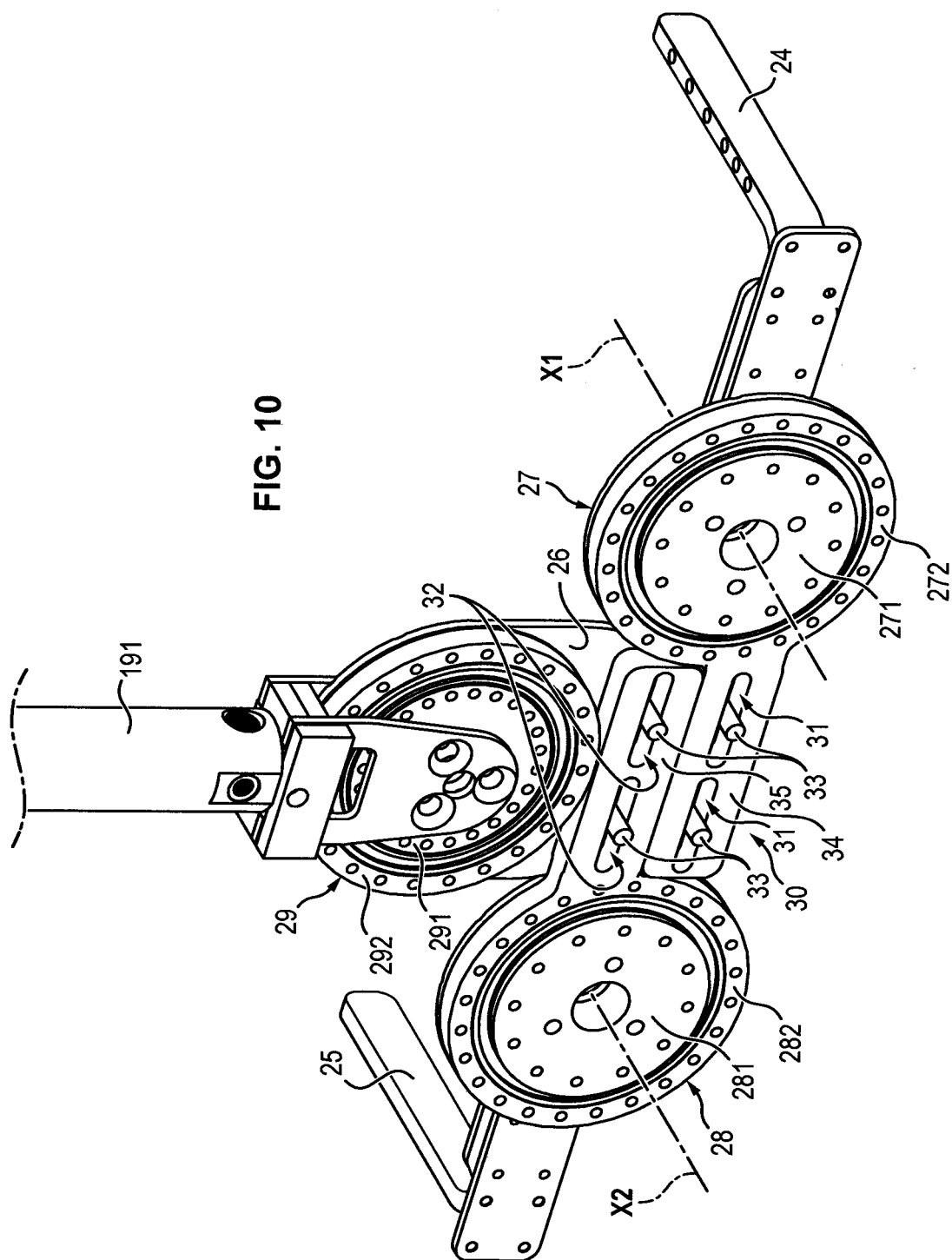


FIG. 10



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

US 3 358 678 A (EMERY KULTSAR)
19 décembre 1967 (1967-12-19)

CN 106 112 989 A (HUANGHE S & T COLLEGE)
16 novembre 2016 (2016-11-16)

FR 3 018 680 A1 (WANDERCRAFT [FR])
25 septembre 2015 (2015-09-25)

DE 10 2016 104200 A1 (JTEKT CORP [JP])
29 décembre 2016 (2016-12-29)

US 2012/184880 A1 (DOYLE MARK C [US])
19 juillet 2012 (2012-07-19)

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

NEANT

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

NEANT