

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

①① N° de publication : **3 118 406**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **20 14196**

⑤① Int Cl⁸ : **A 61 B 34/30 (2020.12), A 61 M 25/01**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ **ROBOT CATHETER COMPRENANT AU MOINS DEUX MODULES DE TRANSLATION D'INSTRUMENT MEDICAL SOUPLE ALLONGE.**

②② **Date de dépôt** : 28.12.20.

③⑦ **Priorité** :

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 01.07.22 Bulletin 22/26.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 03.05.24 Bulletin 24/18.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

Demande(s) d'extension :

⑦① **Demandeur(s)** : *ROBOCATH Société par Actions Simplifiées — FR.*

⑦② **Inventeur(s)** : DE CROUY-CHANEL Laurent.

⑦③ **Titulaire(s)** : ROBOCATH Société par Actions Simplifiées.

⑦④ **Mandataire(s)** : Plasseraud IP.

FR 3 118 406 - B1



Description

Titre de l'invention : ROBOT CATHETER COMPRENANT AU MOINS DEUX MODULES DE TRANSLATION D'INSTRUMENT MEDICAL SOUPLE ALLONGE

DOMAINE DE L'INVENTION

[0001] L'invention concerne un robot cathéter automatisant la translation et la rotation d'un instrument médical souple allongé situé entre deux modules comprenant chacun un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé.

ARRIERE PLAN TECHNOLOGIQUE DE L'INVENTION

[0002] Selon un art antérieur, le robot cathéter présente un axe longitudinal. Le robot cathéter comprend un support de robot cathéter, un module distal, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé externe, un module proximal, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé interne. Le module distal est disposé entre le patient et ledit module proximal. L'instrument médical souple allongé externe entoure, sur au moins une partie de l'axe longitudinal, l'instrument médical souple allongé interne.

[0003] L'instrument médical souple allongé interne va devoir assurer deux types de déplacement, en particulier en translation. D'une part, un déplacement générique en translation, simplement pour pouvoir suivre le mouvement en translation de l'instrument médical souple allongé externe. D'autre part, un déplacement spécifique en translation, pour pouvoir répondre à la commande de l'utilisateur souhaitant un mouvement relatif spécifique entre l'instrument médical souple allongé externe et l'instrument médical souple allongé interne. Le mouvement en translation de l'instrument médical souple allongé interne sera la combinaison du déplacement générique en translation et du déplacement spécifique en translation.

[0004] La gestion de ce mouvement en translation de l'instrument médical souple allongé interne d'une part sera assez complexe et d'autre part pourra nécessiter de grandes longueurs d'instrument médical souple allongé interne, surtout si le robot cathéter comprend non plus seulement deux, mais trois instruments médicaux souples allongés coaxiaux, ce qui sera souvent le cas en pratique.

OBJETS DE L'INVENTION

[0005] Le but de la présente invention est de fournir un robot cathéter palliant au moins partiellement les inconvénients précités.

[0006] Plus particulièrement, l'invention vise à fournir un robot cathéter :

- [0007] • qui d'abord, simplifie la complexité du mouvement de translation d'instrument médical souple allongé situé entre deux modules comprenant chacun un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé, en créant une distance variable entre les deux modules,
 - et qui ensuite, résout un problème de torsion d'instrument médical souple allongé situé entre deux modules comprenant chacun un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé, rendu important par la création de cette distance variable entre les deux modules.
- [0008] Plus précisément, l'invention se propose d'abord de pouvoir gérer une partie de ce mouvement en translation de l'instrument médical souple allongé interne par un déplacement global de l'ensemble du module proximal et de l'instrument médical souple allongé interne qui se déplacent ensemble par rapport au support du robot cathéter afin de pouvoir faire varier la distance entre le module distal et le module proximal.
- [0009] Cette distance variable entre le module distal portant l'instrument médical souple allongé externe et le module proximal portant l'instrument médical souple allongé interne, va générer un premier problème de risque de flambage de l'instrument médical souple allongé externe. Mais cette distance variable entre le module distal portant l'instrument médical souple allongé externe et le module proximal portant l'instrument médical souple allongé interne va surtout rendre prépondérant un deuxième problème de torsion de l'instrument médical souple allongé externe entre le module distal et le module proximal.
- [0010] Il pourrait être envisagé de résoudre ce deuxième problème de torsion par l'utilisation d'un guide de l'instrument médical souple allongé externe entre le module distal et le module proximal. Mais alors, non seulement d'une part ce guide serait un élément relativement coûteux et présenterait une structure relativement complexe pour résoudre ce deuxième problème de torsion, devant alors pouvoir se déformer en torsion, tout en épargnant cette déformation en torsion à l'instrument médical souple allongé externe, mais aussi d'autre part, pour des raisons d'hygiène sanitaire, en raison de sa proximité immédiate avec l'instrument médical souple allongé externe, ce guide devrait être un élément consommable jeté à chaque fois pour chaque nouveau patient.
- [0011] L'invention se propose ensuite, pour gérer ce deuxième problème de torsion de l'instrument médical souple allongé externe, rendu prépondérant par cette distance variable entre le module distal portant l'instrument médical souple allongé externe et le module proximal portant l'instrument médical souple allongé interne, d'intégrer dans le module proximal un mécanisme interne de rotation de l'instrument médical souple allongé externe, qui serait asservi sur la rotation du mécanisme interne de translation

longitudinale et de rotation de l'instrument médical souple allongé externe existant déjà dans le module distal.

[0012] Ce mécanisme interne de rotation de l'instrument médical souple allongé externe, intégré dans le module proximal, résout le deuxième problème prépondérant de torsion de l'instrument médical souple allongé externe, mais il ne s'intéresse pas au premier problème de risque de flambage de l'instrument médical souple allongé externe généré par la création d'une distance variable entre le module distal portant l'instrument médical souple allongé externe et le module proximal portant l'instrument médical souple allongé interne.

[0013] A cette fin, la présente invention propose un robot cathéter présentant un axe longitudinal, et comprenant : un support de robot cathéter, un module distal, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé externe, un module proximal, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé interne, ledit module distal étant destiné à être disposé entre le patient et ledit module proximal, ledit instrument médical souple allongé externe entourant, sur au moins une partie de l'axe longitudinal, ledit instrument médical souple allongé interne, caractérisé en ce que : ledit module proximal est mobile en translation longitudinale par rapport au support et/ou par rapport audit module distal, ledit module proximal comprend aussi un mécanisme interne de rotation dudit instrument médical souple allongé externe, asservi sur la rotation dudit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit instrument médical souple allongé externe dudit module distal.

[0014] De préférence, ledit module distal est fixe par rapport au support, ledit instrument médical souple allongé externe est un cathéter guide, ledit instrument médical souple allongé interne est un cathéter. Ainsi, le problème de torsion du cathéter guide est résolu.

[0015] De préférence, ledit module distal est mobile en translation longitudinale par rapport au support, ledit module proximal est mobile en translation longitudinale par rapport au support, ledit instrument médical souple allongé externe est un cathéter, ledit instrument médical souple allongé interne est un guide de cathéter. Ainsi, le problème de torsion du cathéter est résolu.

[0016] A cette fin, la présente invention propose aussi un robot cathéter présentant un axe longitudinal, et comprenant : un support de robot cathéter, un premier module, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un cathéter guide, fixe par rapport au support, un deuxième module, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un cathéter, un troisième module, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de

rotation d'un guide de cathéter, caractérisé en ce que : ledit deuxième module est mobile en translation longitudinale par rapport au support, ledit troisième module est mobile en translation longitudinale par rapport au support et par rapport au deuxième module, ledit deuxième module comprend aussi un mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide, asservi sur la rotation dudit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide dudit premier module, ledit troisième module, comprend aussi un mécanisme interne de rotation dudit cathéter, asservi sur la rotation dudit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter dudit deuxième module.

- [0017] Selon des modes réalisation de l'invention, afin de pouvoir utiliser des cathéters du type OTW (« Over The Wire » en langue anglaise), les organes d'entraînement qui contrôlent les mouvements du cathéter guide, du cathéter, et du guide de cathéter, vont voir leurs parties être espacés les unes des autres afin de permettre un mouvement de translation relatif entre ces différentes parties d'organes d'entraînement. Alors, du fait de l'espacement entre les différentes parties d'organes d'entraînement, le cathéter guide et le cathéter vont rencontrer un risque accru de se déformer au niveau de cet espacement.
- [0018] Pour résoudre ce type de problème de déformation, on pourrait disposer un guide entre les différentes parties d'organes d'entraînement afin de guider le déplacement des instruments médicaux dans l'espacement entre lesdites parties d'organes d'entraînement. Toutefois, lorsque les parties d'organes d'entraînement sont mobiles en translation afin de permettre un mouvement relatif entre elles, le guide situé entre eux va alors devoir accepter les mouvements desdites parties d'organes d'entraînement, ce qui va alors nécessiter l'utilisation d'un guide avec une structure complexe (par exemple télescopique ou bien en accordéon). Or, pour des raisons d'hygiène, ce guide est un élément à usage unique qui est remplacé à chaque utilisation du robot pour chaque nouveau patient.
- [0019] Mais, en fait, la déformation la plus gênante et la plus complexe à gérer est la torsion de l'instrument médical autour de son propre axe. Le système de guide déformable suivant les mouvements des parties d'organes d'entraînement, en plus d'être complexe et coûteux car à usage unique, peut également ne pas suffire à empêcher la torsion du cathéter ou du cathéter guide.
- [0020] Suivant des modes de réalisation préférés, l'invention comprend une ou plusieurs des caractéristiques suivantes qui peuvent être utilisées séparément ou en combinaison partielle entre elles ou en combinaison totale entre elles, avec l'un ou l'autre des objets de l'invention précités.
- [0021] De préférence, ledit robot cathéter comprend une unité de contrôle configurée, pour commander la translation longitudinale du module proximal en l'asservissant sur la

translation longitudinale de l'instrument médical souple allongé externe, et pour contrôler la translation longitudinale de l'instrument médical souple allongé interne en compensant la translation longitudinale du module proximal de manière à maintenir l'instrument médical souple allongé interne stationnaire par rapport au support.

[0022] Ainsi, lorsqu'un premier instrument médical souple allongé est déplacé en translation par un premier module en translation, et lorsqu'un deuxième module en translation d'un deuxième instrument médical souple allongé est asservi sur ce déplacement en translation, et lorsque simultanément ce deuxième instrument médical souple allongé n'a pas besoin d'être déplacé en translation, alors ce deuxième instrument médical souple allongé peut être encore maintenu au même endroit, en lui transmettant deux mouvements en translation opposés l'un à l'autre et qui se compensent exactement mutuellement, le mouvement en translation du deuxième module en translation dans une première direction, et le mouvement en translation du deuxième instrument médical souple allongé relativement par rapport au deuxième module en translation dans une deuxième direction, parallèle et de sens opposé à la première direction, les deux mouvements en translation étant de force égale. L'asservissement du déplacement en translation du deuxième module par rapport au premier instrument médical peut être réalisé de manière à conserver en permanence une certaine distance avec le premier module en translation, de manière à éviter une collision entre les deux modules en translation.

[0023] De préférence, de manière similaire, ledit robot cathéter comprend une unité de contrôle configurée, pour commander la translation longitudinale du deuxième module en l'asservissant sur la translation longitudinale du cathéter guide, et pour contrôler la translation longitudinale du cathéter en compensant la translation longitudinale du deuxième module de manière à maintenir le cathéter stationnaire par rapport au support.

[0024] De préférence, de manière similaire, ledit robot cathéter comprend une unité de contrôle configurée, pour commander la translation longitudinale du troisième module en l'asservissant sur la translation longitudinale du cathéter, et pour contrôler la translation longitudinale du guide de cathéter en compensant la translation longitudinale du troisième module de manière à maintenir le guide de cathéter stationnaire par rapport au support.

[0025] De préférence, ledit deuxième module ne comprend aucun autre mécanisme interne capable d'assurer un autre mouvement dudit cathéter guide que la rotation dudit cathéter guide.

[0026] Ainsi, tout en restant bien efficace, le deuxième module est beaucoup simplifié.

[0027] Alternativement, ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide dudit deuxième module est également capable d'assurer la translation longitudinale dudit

cathéter guide.

- [0028] De préférence, ledit premier module comprend aussi un dispositif de pinçage seul dudit cathéter guide, ledit deuxième module comprend aussi un dispositif de pinçage seul dudit cathéter.
- [0029] Ainsi, tout en restant bien efficace, le deuxième module est beaucoup simplifié.
- [0030] De préférence, ledit troisième module comprend aussi un dispositif de pinçage seul dudit guide de cathéter.
- [0031] Ainsi, tout en restant bien efficace, le deuxième module est beaucoup simplifié.
- [0032] De préférence, ledit premier module comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide dudit premier module, ledit deuxième module comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter dudit deuxième module, ledit troisième module comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit guide de cathéter pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit guide de cathéter dudit troisième module.
- [0033] Ainsi, le déplacement en translation des différents instruments médicaux souples allongés va pouvoir être rendu plus fluide et plus rapide, au prix toutefois d'une certaine complexification de l'ensemble du robot cathéter. Mais cette amélioration de la fluidité et de la rapidité, rendant plus naturel, pour le praticien, le déplacement en translation des différents instruments médicaux souples allongés, va ainsi pouvoir s'effectuer de manière plus maîtrisée par le praticien, et donc en fin de compte, de manière globalement plus sécurisée, tout en étant plus efficace.
- [0034] Dans une alternative, ledit deuxième module comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide dudit deuxième module, ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide dudit deuxième module pouvant également assurer la translation longitudinale dudit cathéter guide, ledit troisième module comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter dudit troisième module, ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter dudit troisième module pouvant également assurer la translation longitudinale dudit cathéter.
- [0035] De préférence, ledit robot cathéter comprend : un premier connecteur Y situé entre ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide dudit deuxième module et ledit

mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter dudit deuxième module, un deuxième connecteur Y situé entre ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter dudit troisième module et ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit guide de cathéter dudit troisième module.

- [0036] Ainsi, d'autres instruments médicaux souples allongés ou d'autres produits peuvent être ajoutés latéralement à l'axe longitudinal du robot cathéter, par le côté donc, de manière à ensuite être déplacés en translation parallèlement aux instruments médicaux souples allongés déjà en ligne le long de l'axe longitudinal du robot cathéter.
- [0037] De préférence, ledit premier connecteur Y est fixé audit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide dudit deuxième module et audit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter dudit deuxième module, ledit deuxième connecteur Y est fixé audit mécanisme interne de rotation dudit cathéter dudit troisième module et audit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit guide de cathéter dudit troisième module.
- [0038] Ainsi, le premier connecteur Y et le deuxième connecteur Y améliorent encore la gestion du problème de torsion, respectivement du cathéter guide et du cathéter.
- [0039] Avantagement, ledit premier connecteur Y est fixé audit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide dudit deuxième module par l'intermédiaire d'un premier joint tournant. Avantagement, ledit deuxième connecteur Y est fixé audit mécanisme interne de rotation dudit cathéter dudit troisième module par l'intermédiaire d'un deuxième joint tournant.
- [0040] De préférence, sur au moins une partie dudit axe longitudinal : ledit cathéter guide entoure ledit cathéter qui entoure lui-même ledit guide de cathéter.
- [0041] Ainsi, le robot cathéter est utilisable dans une configuration coaxiale où les instruments médicaux souples allongés sont tous coaxiaux entre eux, sur au moins une partie de leur longueur.
- [0042] De préférence, ledit deuxième module et ledit troisième module sont structurellement identiques entre eux.
- [0043] Ainsi, la structure globale du robot cathéter est simplifiée, sans sacrifier son efficacité globale.
- [0044] De préférence, un, plusieurs ou tous les mécanismes internes de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé pouvant être un cathéter guide, un cathéter ou un guide de cathéter, comprend : deux touches pouvant se rapprocher et s'éloigner pour respectivement enserrer ou libérer ledit instrument médical souple allongé, lesdites deux touches pouvant effectuer une translation longitudinale synchrone pour translater ledit instrument médical souple allongé, lesdites deux touches pouvant effectuer des translations transversales opposées pour faire tourner ledit instrument médical souple allongé autour de l'axe longitudinal.

- [0045] Ainsi, ce robot cathéter présente un très bon compromis entre efficacité et simplicité.
- [0046] De préférence, ledit robot cathéter ne comprend aucun guide déformable situé autour de l'un ou de l'autre des instruments médicaux souples allongés.
- [0047] Ainsi, la structure du robot cathéter est plus simple tandis que son utilisation est rendue moins coûteuse.
- [0048] Dans un mode de réalisation, un ou plusieurs ou tous les modules comprennent une plateforme mobile coulissant longitudinalement dans au moins un rail.
- [0049] Dans un autre mode de réalisation, un ou plusieurs ou tous les modules comprennent un charriot roulant longitudinalement.
- [0050] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation préféré de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés.

Brève description des dessins

- [0051] [Fig.1] La [Fig.1] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une première variante possible de mode de réalisation selon l'invention.
- [0052] [Fig.2] La [Fig.2] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une deuxième variante possible de mode de réalisation selon l'invention.
- [0053] [Fig.3] La [Fig.3] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une troisième variante possible de mode de réalisation selon l'invention.
- [0054] [Fig.4] La [Fig.4] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une quatrième variante possible de mode de réalisation selon l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE DES MODES DE REALISATION DE L'INVENTION

- [0056] Dans toute la suite du texte de la description, et pour toutes les figures, on parlera indifféremment, de robot cathéter, de robot médical ou de robot cathéter médical. L'axe longitudinal du robot cathéter 1 est l'axe commun aux trois instruments médicaux souples allongés coaxiaux, le cathéter guide 2, le cathéter 3, et le guide 4 de cathéter. Selon une variante possible il est possible d'utiliser plus de trois instruments médicaux souples. On peut ainsi par exemple utiliser deux cathéters, les deux cathéters étant ainsi parallèles à l'axe longitudinal du robot cathéter 1 et sont introduits à l'intérieur du cathéter guide 2.
- [0057] La [Fig.1] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une première variante

possible de mode de réalisation selon l'invention.

- [0058] Selon une première variante de mode de réalisation de l'invention, au moins un élément d'entraînement d'instrument médical souple allongé est placé à l'extrémité proximale du cathéter guide 2 et à l'extrémité proximale du cathéter 3, cet élément d'entraînement étant configuré pour réaliser le même mouvement de rotation à l'extrémité proximale de l'instrument médical souple allongé que le mouvement de rotation donné à l'extrémité distale de cet instrument médical souple allongé, empêchant ainsi la torsion de l'instrument médical souple allongé.
- [0059] Dans la première variante illustrée dans la [Fig.1], un robot médical 1 pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés comprend un premier organe d'entraînement 5 qui contrôle les mouvements d'un cathéter guide 2, un deuxième organe d'entraînement 6 qui contrôle les mouvements d'un cathéter 3, et un troisième organe d'entraînement 7 qui contrôle les mouvements d'un guide 4 de cathéter.
- [0060] Le guide 4 de cathéter est disposé à l'intérieur du cathéter 3, sur lequel un stent ou un ballon peuvent par exemple être montés, ledit cathéter 3 étant lui-même disposé à l'intérieur du cathéter guide 2.
- [0061] Le premier organe d'entraînement 5 entraîne le cathéter guide 2 selon un mouvement de translation le long de l'axe principal d'élongation, encore appelé axe longitudinal, dudit cathéter guide 2, et selon un mouvement de rotation autour de l'axe principal d'élongation dudit cathéter guide 2. De manière similaire, le deuxième organe d'entraînement 6 entraîne le cathéter 3 selon un mouvement de translation le long de l'axe principal d'élongation dudit cathéter 3, et selon un mouvement de rotation autour de l'axe principal d'élongation dudit cathéter 3. De manière similaire, le troisième organe d'entraînement 7 entraîne le guide 4 de cathéter selon un mouvement de translation le long de l'axe principal d'élongation dudit guide 4 de cathéter, et selon un mouvement de rotation autour de l'axe principal d'élongation dudit guide 4 de cathéter. Le cathéter guide 2 entoure partiellement le cathéter 3 qui entoure lui-même partiellement le guide 4 de cathéter. Le cathéter guide 2, le cathéter 3, et le guide 4 de cathéter, sont coaxiaux entre eux, sur une partie de leur longueur.
- [0062] Afin de contrôler les mouvements du cathéter guide 2, le premier organe d'entraînement 5 comprend quatre éléments 51 identiques qui sont chacun configurés pour serrer le cathéter-guide 2 et lui donner un mouvement de translation et/ou un mouvement de rotation. Chaque élément 51 est formé par une paire de doigts manipulateurs, les deux doigts étant situés l'un en face de l'autre, comme cela est par exemple décrit dans le document FR3044541 (voir notamment les figures 4a-4e et 5a-5e). Les quatre éléments 51 sont répartis en deux paires espacées l'une de l'autre selon l'axe principal d'élongation du cathéter guide 2. Une première paire 5a d'éléments 51 est située à l'extrémité proximal du cathéter guide 2 et est fixée au

connecteur Y 21 du cathéter guide 2, et plus précisément au pivot 22 du connecteur Y 21. La deuxième paire 5b d'éléments 51 est située à l'extrémité distale du robot médical 1. Cette paire 5b d'éléments 51 est portée par un socle 12 qui est fixe par rapport au support 14 (et au boîtier, que celui-ci soit fermé ou partiellement ouvert ou complètement ouvert) du robot médical 1. Les mouvements de la première paire 5a et de la deuxième paire 5b d'éléments 51 sont synchronisés de sorte que le mouvement réalisé par la première paire 5a est identique au mouvement réalisé par la deuxième paire 5b. Le fait qu'un même mouvement soit imprimé par les deux paires de éléments 51 permet d'empêcher que le cathéter guide 2 ne se déforme au niveau de l'espacement entre lesdites deux paires 5a et 5b d'éléments 51, notamment en empêchant la torsion du cathéter guide 2 autour de son propre axe.

[0063] La première paire 5a est mobile en translation par rapport à la deuxième paire 5b d'éléments 51 selon l'axe principal d'élongation du cathéter guide 2. Pour ce faire, la première paire 5a est montée sur une première plateforme mobile 10 qui peut par exemple être disposée sur des rails, et la deuxième paire 5b d'éléments 51 est maintenue fixe sur le robot 1. Le cathéter guide 2 peut ainsi être enfoncé ou retiré en faisant avancer ou en faisant reculer la première plateforme mobile 10.

[0064] Afin de contrôler les mouvements du cathéter 3, le deuxième organe d'entraînement 6 comprend quatre éléments 61 identiques qui sont chacun configurés pour serrer le cathéter 3 et lui donner un mouvement de translation et/ou un mouvement de rotation. Chaque élément 61 est formé par une paire de doigts manipulateurs, les deux doigts étant situés l'un en face de l'autre, comme cela est par exemple décrit dans le document FR3044541 (voir notamment les figures 4a-4e et 5a-5e). Les quatre éléments 61 sont répartis en deux paires espacées l'une de l'autre selon l'axe principal d'élongation du cathéter 3. Une première paire 6a d'éléments 61 est située à l'extrémité proximale du cathéter 3 et est fixée au connecteur Y 31 du cathéter 3, et plus précisément au pivot 32 du connecteur Y 31. La deuxième paire 6b d'éléments 61 est située à l'extrémité distale du robot médical 1.

[0065] Les mouvements de la première paire 6a et de la deuxième paire 6b d'éléments 61 sont synchronisés de sorte que le mouvement réalisé par la première paire 6a est identique au mouvement réalisé par la deuxième paire 6b. Le fait qu'un même mouvement soit imprimé par les deux paires d'éléments 61 permet d'empêcher que le cathéter 3 ne se déforme au niveau de l'espacement entre lesdites deux paires d'éléments 61, notamment en empêchant la torsion du cathéter 3 autour de son propre axe.

[0066] La première paire 6a est mobile en translation par rapport à la deuxième paire 6b d'éléments 61 selon l'axe principal d'élongation du cathéter 3. La deuxième paire 6b étant fixée au connecteur Y 21 du cathéter-guide 2, la deuxième paire 6b de éléments

61 est installée sur la première plateforme mobile 10 afin de suivre les mouvements de translation du cathéter guide 2. En outre, afin de permettre d'enfoncer ou de sortir le cathéter 3, la première paire 6a d'éléments 61, qui est fixée au connecteur Y 31, est installée sur une deuxième plateforme mobile 11 qui peut par exemple être disposée sur des rails.

- [0067] Afin de contrôler les mouvements du guide 4 de cathéter, le troisième organe d'entraînement 7 comprend deux éléments 71 identiques qui sont chacun configurés pour serrer le guide 4 de cathéter et lui donner un mouvement de translation et/ou un mouvement de rotation. Chaque élément 71 est formé par une paire de doigts manipulateurs, les deux doigts étant situés l'un en face de l'autre, comme cela est par exemple décrit dans le document FR3044541 (voir notamment les figures 4a-4e et 5a-5e). Les deux éléments 71 sont disposés en une paire qui est fixée au connecteur Y 31. Le troisième organe d'entraînement 7 ne nécessite pas une deuxième paire d'éléments 71 car l'extrémité proximale du guide 4 de cathéter étant libre, le guide 4 de cathéter ne risque pas de subir de torsion ou de flambage. Les éléments 71 sont disposés sur la deuxième plateforme mobile 11 afin de suivre les mouvements de translation du cathéter 3.
- [0068] Dans cette première variante illustrée sur la [Fig.1], les éléments 51, 61 et 71 sont structurellement identiques entre eux.
- [0069] Le premier module comprend la paire 5b d'éléments 51, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend la première plateforme mobile 10, la paire 5a d'éléments 51, et la paire 6b d'éléments 61, ainsi que le connecteur Y 21. Le troisième module comprend la deuxième plateforme mobile 11, la paire 6a d'éléments 61, et la paire 7 d'éléments 71, ainsi que le connecteur Y 31.
- [0070] On peut relier les modules structurels aux organes d'entraînement fonctionnels. Le premier module comprend une partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur le socle 12, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend l'autre partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur la première plateforme mobile 10, et la partie du deuxième organe d'entraînement 6 qui est située sur la première plateforme mobile 10, ainsi que le connecteur Y 21 et ainsi que la première plateforme mobile 10. Le troisième module comprend l'autre partie du deuxième organe d'entraînement 6 située sur la deuxième plateforme mobile 11, et le troisième organe d'entraînement 7 situé sur la deuxième plateforme mobile 11, ainsi que le connecteur Y 31 et ainsi que la deuxième plateforme mobile 11.
- [0071] La [Fig.2] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une deuxième variante possible de mode de réalisation selon l'invention.
- [0072] Selon une deuxième variante préférentielle de mode de réalisation de l'invention,

afin de limiter l'encombrement du robot cathéter, uniquement un seul élément d'entraînement d'instrument médical souple allongé est installé à l'extrémité proximale du cathéter guide 2 et du cathéter 3.

[0073] Dans la deuxième variante illustrée sur la [Fig.2], la première paire 5a de éléments 51 et la première paire 6a de éléments 61 de la première variante illustrée sur la [Fig.1] sont respectivement chacune remplacée par un unique élément 52 ou 62 qui est configuré pour transmettre uniquement un mouvement de rotation à l'instrument médical souple allongé.

[0074] Ainsi, d'une manière similaire à la première variante, le premier organe d'entraînement 5 comprend une paire de éléments 51 qui sont situés à l'extrémité distale du robot 1. Le premier organe d'entraînement 5 comprend également un élément 52 de rotation qui est fixé au connecteur Y 21 du cathéter guide 2. L'élément 52 est un élément qui comprend une paire de doigts manipulateurs, les deux doigts étant situés l'un en face de l'autre, comme cela est par exemple décrit dans le document FR3044541. Cependant, l'élément 52 est un élément simplifié pour lequel le déplacement des doigts manipulateurs le long de l'axe principal d'élongation du cathéter guide 2 est supprimé, les doigts manipulateurs étant uniquement capables de serrer le cathéter guide 2 et de lui transmettre un mouvement de rotation autour de son axe. L'élément 52 est ainsi plus compact qu'un élément 51 qui peut faire des mouvements de translation et de rotation. Le mouvement de rotation donné par l'élément 52 est synchronisé avec le mouvement de rotation donné par la paire d'éléments 51, empêchant ainsi la torsion du cathéter guide 2 autour de son axe. Lors des mouvements de pure translation du cathéter guide 2, les doigts de l'élément 52 sont serrés autour du cathéter guide 2 et la première plateforme mobile 10 déplace l'élément 52 en translation. Lors des mouvements de translation et de rotation combinés du cathéter guide 2, l'élément 52 entraîne l'extrémité proximale du cathéter guide 2 en rotation et ledit élément 52 est déplacé en translation par la première plateforme mobile 10.

[0075] De manière similaire à la première variante, le deuxième organe d'entraînement 6 comprend une paire de éléments 61 qui est fixée au connecteur Y 21 du cathéter guide 2 et qui est installée sur la première plateforme mobile 10. Le deuxième organe d'entraînement 6 comprend également un élément 62 de rotation qui est fixé au connecteur Y 31 du cathéter 3. L'élément 62 est un élément qui comprend une paire de doigts manipulateurs, les deux doigts étant situés l'un en face de l'autre, comme cela est par exemple décrit dans le document FR3044541. Cependant, l'élément 62 est un élément simplifié pour lequel le déplacement des doigts manipulateurs le long de l'axe principal d'élongation du cathéter 3 est supprimé, les doigts manipulateurs étant uniquement capables de serrer le cathéter 3 et de lui transmettre un mouvement de

rotation autour de son axe. L'élément 62 est ainsi plus compact qu'un élément 61 qui peut faire des mouvements de translation et de rotation. Le mouvement de rotation donné par l'élément 62 est synchronisé avec le mouvement de rotation donné par la paire d'éléments 61, empêchant ainsi la torsion du cathéter 3 autour de son axe. Lors des mouvements de pure translation du cathéter 3, les doigts de l'élément 62 sont serrés autour du cathéter 3 et la deuxième plateforme mobile 11 déplace l'élément 62 en translation. Lors des mouvements de translation et de rotation combinés du cathéter 3, l'élément 62 entraîne l'extrémité proximale du cathéter 3 en rotation et ledit élément 62 est déplacé en translation par la deuxième plateforme mobile 11.

- [0076] Le troisième organe d'entraînement 7 de la deuxième variante est identique à celui de la première variante.
- [0077] Le premier module comprend la paire d'éléments 51, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend la première plateforme mobile 10, l'élément 52, et la paire 6b d'éléments 61, ainsi que le connecteur Y 21. Le troisième module comprend la deuxième plateforme mobile 11, l'élément 62, et la paire 7 d'éléments 71, ainsi que le connecteur Y 31.
- [0078] On peut relier les modules structurels aux organes d'entraînement fonctionnels. Le premier module comprend une partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur le socle 12, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend l'autre partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur la première plateforme mobile 10, et la partie du deuxième organe d'entraînement 6 qui est située sur la première plateforme mobile 10, ainsi que le connecteur Y 21 et ainsi que la première plateforme mobile 10. Le troisième module comprend l'autre partie du deuxième organe d'entraînement 6 située sur la deuxième plateforme mobile 11, et le troisième organe d'entraînement 7 situé sur la deuxième plateforme mobile 11, ainsi que le connecteur Y 31 et ainsi que la deuxième plateforme mobile 11.
- [0079] La [Fig.3] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une troisième variante possible de mode de réalisation selon l'invention.
- [0080] Selon une troisième variante intéressante de mode de réalisation de l'invention, afin de simplifier le robot cathéter, l'élément d'entraînement d'instrument médical souple allongé, ou bien la paire d'éléments d'entraînement d'instrument médical souple allongé, ne peut réaliser qu'un entraînement en rotation de l'instrument médical souple allongé. Ainsi, un des trois blocs cinématiques de l'élément peut être supprimé, en fait on peut supprimer le bloc cinématique qui entraîne les doigts pour la translation du cathéter 3.
- [0081] La troisième variante illustrée sur la [Fig.3] est une variante dans lequel la structure du robot 1 est simplifiée, et dans laquelle le cathéter guide 2 et le cathéter 3 ne sont

plus entraînés en translation et en rotation avec un mouvement continu.

- [0082] Le premier organe d'entraînement 5 de la troisième variante ([Fig.3]) correspond premier organe d'entraînement de la deuxième variante ([Fig.2]) dans lequel un des éléments 51 est remplacé par un dispositif de pincage 53 qui peut uniquement pincer ou relâcher le cathéter guide 2 afin de le maintenir en position ou de le laisser libre. Le dispositif de pincage 53 peut par exemple être formé par une paire de doigts manipulateurs qui viennent serrer ou relâcher le cathéter guide 2. Le dispositif de pincage 53 a pour fonction de maintenir en position le cathéter guide 2 pendant que les doigts manipulateurs de l'élément 51 ne sont pas en prise autour du cathéter guide 2 lors des mouvements d'aller-retour desdits doigts manipulateurs de l'élément 51.
- [0083] Le deuxième organe d'entraînement 6 de la troisième variante ([Fig.3]) correspond deuxième organe d'entraînement 6 de la deuxième variante ([Fig.2]) dans lequel un des éléments 61 est remplacé par un dispositif de pincage 63 qui peut uniquement pincer ou relâcher le cathéter 3 afin de le maintenir en position ou de le laisser libre. Le dispositif de pincage 63 peut par exemple être formé par une paire de doigts manipulateurs qui viennent serrer ou relâcher le cathéter 3. Le dispositif de pincage 63 a pour fonction de maintenir en position le cathéter 3 pendant que les doigts manipulateurs de l'élément 61 ne sont pas en prise autour du cathéter 3 lors des mouvements d'aller-retour desdits doigts manipulateurs de l'élément 61.
- [0084] Le premier module comprend l'élément 51 et l'élément 53, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend la première plateforme mobile 10, l'élément 52, et les éléments 61 et 63, ainsi que le connecteur Y 21. Le troisième module comprend la deuxième plateforme mobile 11, l'élément 62, et la paire 7 d'éléments 71, ainsi que le connecteur Y 31.
- [0085] On peut relier les modules structurels aux organes d'entraînement fonctionnels. Le premier module comprend une partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur le socle 12, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend l'autre partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur la première plateforme mobile 10, et la partie du deuxième organe d'entraînement 6 qui est située sur la première plateforme mobile 10, ainsi que le connecteur Y 21 et ainsi que la première plateforme mobile 10. Le troisième module comprend l'autre partie du deuxième organe d'entraînement 6 située sur la deuxième plateforme mobile 11, et le troisième organe d'entraînement 7 situé sur la deuxième plateforme mobile 11, ainsi que le connecteur Y 31 et ainsi que la deuxième plateforme mobile 11.
- [0086] La [Fig.4] représente schématiquement un exemple de robot cathéter pour l'entraînement d'instruments médicaux souples allongés selon une quatrième variante possible de mode de réalisation selon l'invention.
- [0087] Selon une quatrième variante possible de mode de réalisation de l'invention, qui

permet de simplifier le robot cathéter encore plus, mais toutefois au détriment de ne plus avoir un mouvement tout à fait continu de translation de l'instrument médical souple allongé, uniquement un élément d'entraînement d'instrument médical souple allongé en rotation et en translation est installé à l'extrémité distale de l'instrument médical souple allongé, cet unique élément d'entraînement d'instrument médical souple allongé étant couplé à un dispositif de pinçage qui peut bloquer tout mouvement de l'instrument médical souple allongé en le pinçant.

- [0088] La quatrième variante illustrée sur la [Fig.4] correspond à la troisième variante ([Fig.3]) dans laquelle le troisième organe d'entraînement 7 comprend également un élément 71 qui est remplacé par un dispositif de pinçage 73. Un tel troisième organe d'entraînement 7 est plus compact que ceux comprenant une paire de éléments 71, mais le mouvement du guide 4 de cathéter donné par le troisième organe d'entraînement 7 n'est pas continu, ce qui lui fait perdre de la fluidité.
- [0089] Le premier module comprend l'élément 51 et l'élément 53, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend la première plateforme mobile 10, l'élément 52, et les éléments 61 et 63, ainsi que le connecteur Y 21. Le troisième module comprend la deuxième plateforme mobile 11, l'élément 62, et les éléments 71 et 73, ainsi que le connecteur Y 31.
- [0090] On peut relier les modules structurels aux organes d'entraînement fonctionnels. Le premier module comprend une partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur le socle 12, ainsi que le socle 12. Le deuxième module comprend l'autre partie du premier organe d'entraînement 5 qui est située sur la première plateforme mobile 10, et la partie du deuxième organe d'entraînement 6 qui est située sur la première plateforme mobile 10, ainsi que le connecteur Y 21 et ainsi que la première plateforme mobile 10. Le troisième module comprend l'autre partie du deuxième organe d'entraînement 6 située sur la deuxième plateforme mobile 11, et le troisième organe d'entraînement 7 situé sur la deuxième plateforme mobile 11, ainsi que le connecteur Y 31 et ainsi que la deuxième plateforme mobile 11.
- [0091] Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples et au mode de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art.

Revendications

- [Revendication 1] Robot cathéter présentant un axe longitudinal, et comprenant :
- un support (14) de robot cathéter,
 - un module distal, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé externe,
 - un module proximal, comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé interne,
 - ledit module distal étant destiné à être disposé entre le patient et ledit module proximal,
 - ledit instrument médical souple allongé externe entourant, sur au moins une partie de l'axe longitudinal, ledit instrument médical souple allongé interne,

caractérisé en ce que :

- ledit module proximal est mobile en translation longitudinale par rapport au support (14) et/ou par rapport audit module distal,
- ledit module proximal comprend aussi un mécanisme interne de rotation dudit instrument médical souple allongé externe, asservi sur la rotation dudit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit instrument médical souple allongé externe dudit module distal.

- [Revendication 2] Robot cathéter selon la revendication 1, caractérisé en ce que :
- ledit module distal (12) est fixe par rapport au support (14),
 - ledit instrument médical souple allongé externe est un cathéter guide (2),
 - ledit instrument médical souple allongé interne est un cathéter (3).

- [Revendication 3] Robot cathéter selon la revendication 1, caractérisé en ce que :
- ledit module distal (10) est mobile en translation longitudinale par rapport au support (14),

- ledit module proximal (11) est mobile en translation longitudinale par rapport au support (14),
- ledit instrument médical souple allongé externe est un cathéter (3),
- ledit instrument médical souple allongé interne est un guide (4) de cathéter.

[Revendication 4] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit robot cathéter comprend une unité de contrôle configurée, pour commander la translation longitudinale du module proximal en l'asservissant sur la translation longitudinale de l'instrument médical souple allongé externe, et pour contrôler la translation longitudinale de l'instrument médical souple allongé interne en compensant la translation longitudinale du module proximal de manière à maintenir l'instrument médical souple allongé interne stationnaire par rapport au support.

[Revendication 5] Robot cathéter présentant un axe longitudinal, et comprenant :

- un support (14) de robot cathéter,
- un premier module (12), comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un cathéter guide (2), fixe par rapport au support,
- un deuxième module (10), comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un cathéter (3),
- un troisième module (11), comprenant un mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation d'un guide (4) de cathéter,

caractérisé en ce que :

- ledit deuxième module (10) est mobile en translation longitudinale par rapport au support (14),
- ledit troisième module (11) est mobile en translation longitudinale par rapport au support (14) et par rapport au deuxième module (10),
- ledit deuxième module (10) comprend aussi un mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide (2), asservi sur la rotation dudit mécanisme interne de translation longitudinale

et de rotation dudit cathéter guide (2) dudit premier module (12),

- ledit troisième module (11), comprend aussi un mécanisme interne de rotation dudit cathéter (3), asservi sur la rotation dudit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter (3) dudit deuxième module (11).

[Revendication 6]

Robot cathéter selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit deuxième module (10) ne comprend aucun autre mécanisme interne assurant un autre mouvement dudit cathéter guide (2) que la rotation dudit cathéter guide (2).

[Revendication 7]

Robot cathéter selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide (2) dudit deuxième module (10) est également assurant la translation longitudinale dudit cathéter guide (2).

[Revendication 8]

Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que :

- ledit premier module (12) comprend aussi un dispositif de pinçage (53) seul dudit cathéter guide (2),
- ledit deuxième module (10) comprend aussi un dispositif de pinçage (63) seul dudit cathéter (3).

[Revendication 9]

Robot cathéter selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit troisième module (11) comprend aussi un dispositif de pinçage (73) seul dudit guide (4) de cathéter.

[Revendication 10]

Robot cathéter selon la revendication 5, caractérisé en ce que :

- ledit premier module (12) comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide (2) pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide (2) dudit premier module (12),
- ledit deuxième module (10) comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter (3) pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de

- rotation dudit cathéter (3) dudit deuxième module (10),
- ledit troisième module (11) comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit guide (4) de cathéter pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit guide (4) de cathéter dudit troisième module (11).

[Revendication 11] Robot cathéter selon la revendication 10, caractérisé en ce que :

- ledit deuxième module (10) comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter guide (2) pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide (2) dudit deuxième module (10), ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide (2) dudit deuxième module (10) pouvant également assurer la translation longitudinale dudit cathéter guide (2),
- ledit troisième module (11) comprend aussi un mécanisme interne supplémentaire de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter (3) pouvant fonctionner alternativement avec ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter (3) dudit troisième module (11), ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter (3) dudit troisième module (11) pouvant également assurer la translation longitudinale dudit cathéter (3).

[Revendication 12] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, caractérisé en ce que :

- ledit robot cathéter comprend :
 - un premier connecteur Y (21) situé entre ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide (2) dudit deuxième module (10) et ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter (3) dudit deuxième module (10),
 - un deuxième connecteur Y (31) situé entre ledit mécanisme interne de rotation dudit cathéter (3) dudit

troisième module (11) et ledit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit guide (4) de cathéter dudit troisième module (11).

- [Revendication 13] Robot cathéter selon la revendication 12, caractérisé en ce que :
- ledit premier connecteur Y (21) est fixé audit mécanisme interne de rotation dudit cathéter guide (2) dudit deuxième module (10) et audit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit cathéter (3) dudit deuxième module (10),
 - ledit deuxième connecteur Y (31) est fixé audit mécanisme interne de rotation dudit cathéter (3) dudit troisième module (11) et audit mécanisme interne de translation longitudinale et de rotation dudit guide (4) de cathéter dudit troisième module (11).
- [Revendication 14] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 5 à 13, caractérisé en ce que, sur au moins une partie dudit axe longitudinal ledit cathéter guide (2) entoure ledit cathéter (3) qui entoure lui-même ledit guide (4) de cathéter.
- [Revendication 15] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, caractérisé en ce que ledit deuxième module (10) et ledit troisième module (11) sont structurellement identiques entre eux.
- [Revendication 16] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 5 à 15, caractérisé en ce que ledit robot cathéter comprend une unité de contrôle configurée, pour commander la translation longitudinale du deuxième module (10) en l'asservissant sur la translation longitudinale du cathéter guide (2), et pour contrôler la translation longitudinale du cathéter (3) en compensant la translation longitudinale du deuxième module (10) de manière à maintenir le cathéter stationnaire par rapport au support (14).
- [Revendication 17] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 5 à 16, caractérisé en ce que ledit robot cathéter comprend une unité de contrôle configurée, pour commander la translation longitudinale du troisième module (11) en l'asservissant sur la translation longitudinale du cathéter (3), et pour contrôler la translation longitudinale du guide (4) de cathéter en compensant la translation longitudinale du troisième module (11) de

manière à maintenir le guide (4) de cathéter stationnaire par rapport au support (14).

[Revendication 18] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que :

- un, plusieurs ou tous les mécanismes internes de translation longitudinale et de rotation d'un instrument médical souple allongé pouvant être un cathéter guide (2), un cathéter (3) ou un guide (4) de cathéter, comprend :
 - deux touches pouvant se rapprocher et s'éloigner pour respectivement enserrer ou libérer ledit instrument médical souple allongé,
 - lesdites deux touches pouvant effectuer une translation longitudinale synchrone pour translater ledit instrument médical souple allongé,
 - lesdites deux touches pouvant effectuer des translations transversales opposées pour faire tourner ledit instrument médical souple allongé autour de l'axe longitudinal.

[Revendication 19] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit robot cathéter ne comprend aucun guide déformable situé autour de l'un ou de l'autre des instruments médicaux souples allongés.

[Revendication 20] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce qu'un ou plusieurs ou tous les modules comprennent une plateforme mobile coulissant longitudinalement dans au moins un rail.

[Revendication 21] Robot cathéter selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce qu'un ou plusieurs ou tous les modules comprennent un charriot roulant longitudinalement.

[Fig. 1]

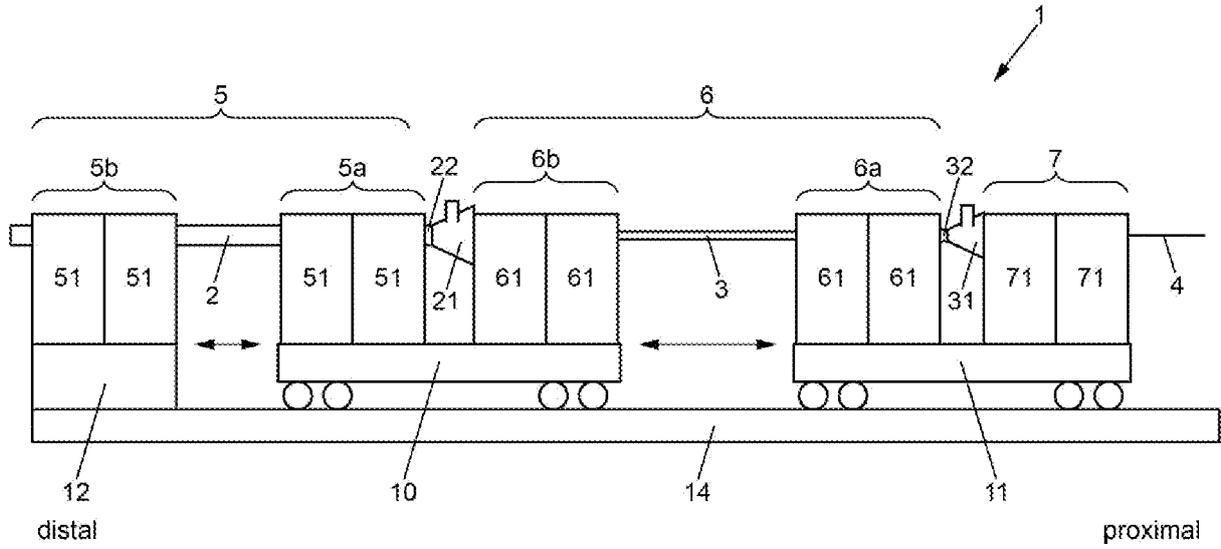


FIG. 1

[Fig. 2]

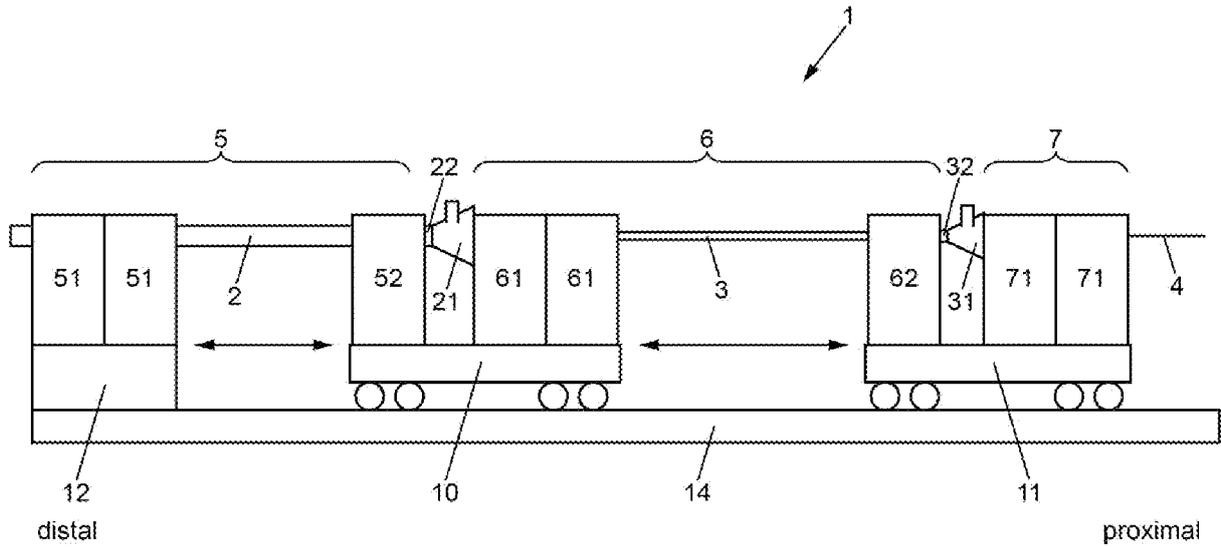


FIG. 2

[Fig. 3]

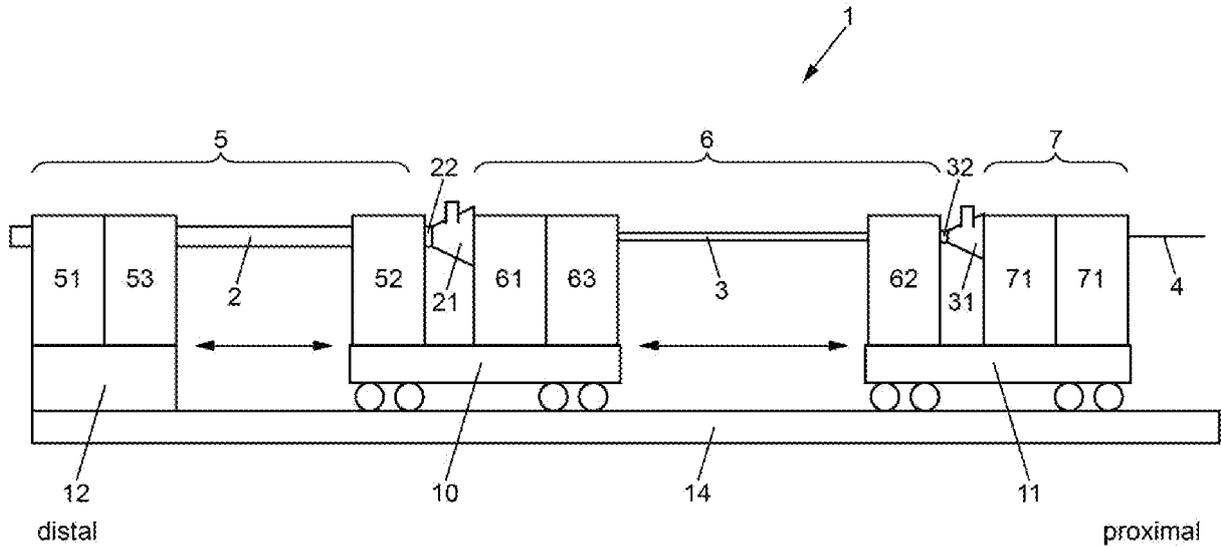


FIG. 3

[Fig. 4]

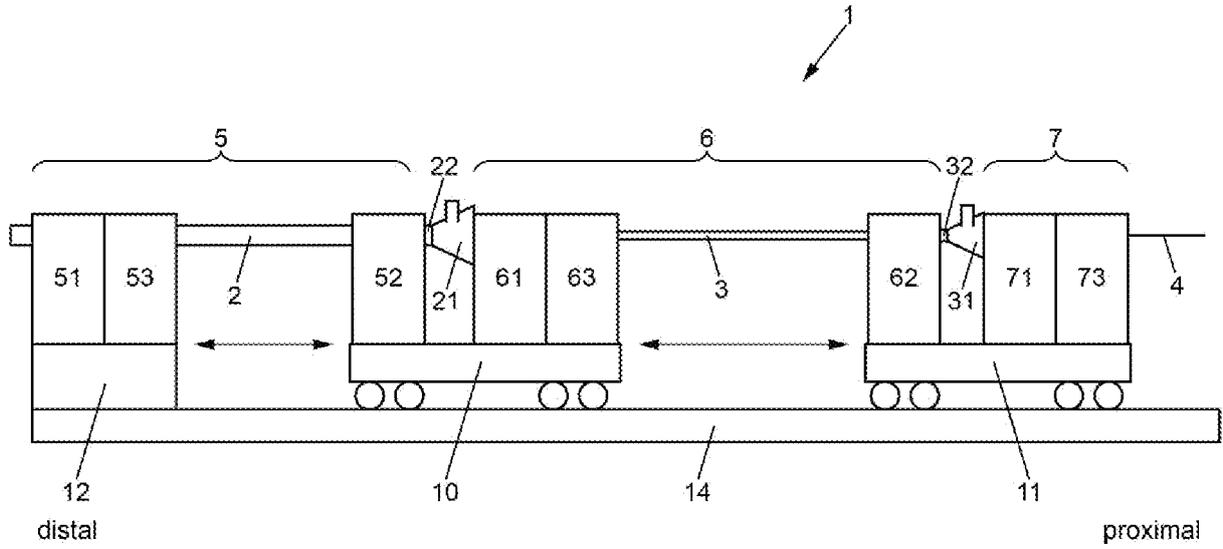


FIG. 4

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**

NEANT

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

US 2020/352420 A1 (GRAETZEL CHAUNCEY F
[US] ET AL) 12 novembre 2020 (2020-11-12)

US 2020/261172 A1 (ROMO ENRIQUE [US] ET
AL) 20 août 2020 (2020-08-20)

US 2013/123802 A1 (COMBER DAVID B [US] ET
AL) 16 mai 2013 (2013-05-16)

US 2018/353250 A1 (FOURNIER BRUNO [FR] ET
AL) 13 décembre 2018 (2018-12-13)

US 8 684 962 B2 (KIRSCHENMAN MARK B [US];
TEGG TROY T [US] ET AL.)
1 avril 2014 (2014-04-01)

FR 3 065 164 A1 (ROBOCATH [FR])
19 octobre 2018 (2018-10-19)

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

NEANT