

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 996 113

21 N° d'enregistrement national : 12 59351

51 Int Cl⁸ : A 61 B 17/062 (2013.01)

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.10.12.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.04.14 Bulletin 14/14.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : DEXTERITE SURGICAL Société par actions simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : BARRIER PASCAL, OLLAGNIER JEREMY et ROSSET-LANCHET REMI.

73 Titulaire(s) : DEXTERITE SURGICAL Société par actions simplifiée.

74 Mandataire(s) : CABINET INNOVINCIA Société à responsabilité limitée.

54 MANIPULATEUR POUR OPERATION DE CHIRURGIE MINI-INVASIVE.

57 L'invention concerne un manipulateur (1) pour opération de chirurgie mini-invasive comportant un bras principal (2) présentant :

une extrémité proximale (3) équipée d'une interface de commande (3a) et

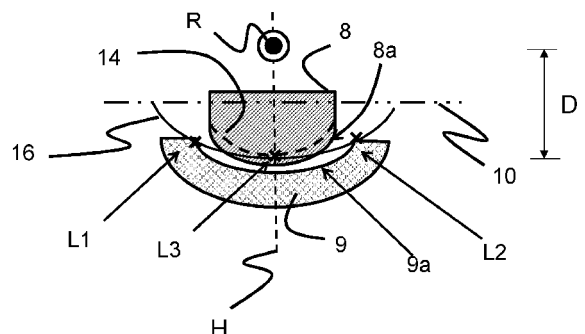
une extrémité distale (3b) insérable dans le corps du patient (4), l'extrémité distale (3b) portant une tête de manipulation commandée (6) dont les mouvements sont commandés par l'intermédiaire de l'interface de commande (3a), la tête de manipulation commandée (6) comprenant :

○ une embase (17) articulée de façon pivotante autour d'un axe de pivotement (P) perpendiculaire à l'axe longitudinal (I-I) du bras principal (2),

○ une pince de préhension (7) comprenant une première et une deuxième extrémités de préhension (8, 9) présentant des surfaces de préhension (8a, 9a) respectives, les extrémités de préhension (8, 9) étant articulées selon un axe d'articulation (10) entre une position ouverte et au moins une position de préhension, la pince de préhension (7) étant montée rotative sur l'embase (17) autour d'un axe de rotation (R).

La surface de préhension (9a) de la première extrémité de préhension (9) de la pince de préhension (7) définit au moins deux lignes d'appui (L1, L2) et la surface de préhension (8a) de la seconde extrémité de préhension définit au moins une ligne d'appui opposée (L3) qui est disposée dans un plan (H) perpendiculaire à l'axe d'articulation de la pince de préhension (7), ledit plan perpendiculaire (H) contenant la ligne d'appui opposée (L3) se situant entre lesdites deux lignes d'appui (L1, L2) de la première extrémité de préhension, et en ce qu'au moins une extrémité de préhension présente au moins un relief de positionnement angulaire d'une aiguille de suture par rapport à l'axe de rotation.

tion (8a) de la seconde extrémité de préhension définit au moins une ligne d'appui opposée (L3) qui est disposée dans un plan (H) perpendiculaire à l'axe d'articulation de la pince de préhension (7), ledit plan perpendiculaire (H) contenant la ligne d'appui opposée (L3) se situant entre lesdites deux lignes d'appui (L1, L2) de la première extrémité de préhension, et en ce qu'au moins une extrémité de préhension présente au moins un relief de positionnement angulaire d'une aiguille de suture par rapport à l'axe de rotation.



FR 2 996 113 - A1



Manipulateur pour opération de chirurgie mini-invasive

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

5 La présente invention concerne un manipulateur pour opération de chirurgie mini-invasive, généralement pratiquée sous endoscopie, servant en particulier comme porte-aiguille pour la réalisation de sutures.

En chirurgie, une suture est une opération qui consiste par exemple à rapprocher les lèvres d'une plaie et à en lier les tissus par exemple par une couture. Pour faciliter le passage
10 d'aiguille dans le tissu, les aiguilles présentent la plupart du temps une forme courbe, en arc de cercle. Il existe ainsi des aiguilles présentant différentes longueurs d'incurvation, différentes courbures et différents diamètres. La manipulation des aiguilles se fait généralement à l'aide d'une pince appelée porte-aiguille qui permet de manipuler facilement ces aiguilles de petite taille.

15 Pour les opérations de chirurgie mini-invasive endoscopique, comme la chirurgie cœlioscopique ou thoracoscopique, une caméra et des « trocars » (instrument chirurgical qui se présente sous la forme d'une tige cylindrique creuse de 5 à 12 mm de diamètre) sont introduits à travers une incision pratiquée par le praticien dans le corps du patient. La caméra est reliée à un écran que le praticien regarde en opérant. Les trocars permettent le
20 passage des instruments chirurgicaux tel que notamment, un porte-aiguille chirurgical de suture.

Le porte-aiguille chirurgical de suture comporte un bras principal rectiligne pouvant coulisser à travers le trocar, dont une extrémité proximale est manipulable par le praticien à l'extérieur du corps du patient et une extrémité distale est munie d'une pince permettant
25 la préhension et la manipulation de l'aiguille de suture. Les mouvements de l'extrémité distale sont commandés par la manipulation de l'extrémité proximale.

La suture en chirurgie mini-invasive est un geste délicat. La partie de la tâche la plus difficile est le passage de l'aiguille dans les tissus à suturer. En effet, le geste optimal du passage d'aiguille nécessite 6 degrés de liberté (DDLs) en chirurgie ouverte. Avec les

- 2 -

instruments conventionnels de la laparoscopie, le praticien ne dispose que de 4 DDLs en raison des limitations cinématiques introduites par le point d'incision dans la paroi abdominale.

5 Pour augmenter le nombre de degrés de libertés des instruments conventionnels, on connaît du document WO 2011/013103 au nom de la Demanderesse, un manipulateur dont l'extrémité distale présente une tête commandée rotative et pivotante portant une pince permettant la préhension et la manipulation d'une aiguille de suture. Grâce à l'articulation en rotation et pivotement de la tête commandée, le praticien dispose à nouveau de six degrés de liberté pour l'opération de suture.

10 EXPOSE DE L'INVENTION

Toutefois, on a constaté que le placement et le maintien de l'aiguille de suture par la pince du manipulateur tel que décrit dans le document WO 2011/013103 avant la réalisation du geste de suture, peuvent être améliorés.

15 Un but de la présente invention est de proposer un manipulateur pour chirurgie mini-invasive présentant une tête de manipulation commandée pivotante et rotative permettant un positionnement facilité de l'aiguille de suture dans la pince du manipulateur.

Un autre but facultatif de la présente invention est de permettre à l'utilisateur de placer l'aiguille de suture à divers endroits de la pince, entre l'extrémité libre et l'axe d'articulation de la pince, pour que le praticien puisse adapter la précision ou la force de la
20 prise d'aiguille.

A cet effet, l'invention a pour objet un manipulateur pour opération de chirurgie mini-invasive comportant un bras principal présentant :

- une extrémité proximale équipée d'une interface de commande et
- 25 • une extrémité distale insérable dans le corps du patient, l'extrémité distale portant une tête de manipulation commandée dont les mouvements sont commandés par l'intermédiaire de l'interface de commande, la tête de manipulation commandée comprenant :
 - une embase articulée de façon pivotante autour d'un axe de
30 pivotement perpendiculaire à l'axe longitudinal du bras principal,

- 3 -

- une pince de préhension comprenant une première et une deuxième extrémités de préhension présentant des surfaces de préhension respectives, les extrémités de préhension étant articulées selon un axe d'articulation entre une position ouverte et au moins une position de préhension, la pince de préhension étant montée rotative sur l'embase autour d'un axe de rotation,

5 caractérisé en ce que la surface de préhension de la première extrémité de préhension de la pince de préhension définit au moins deux lignes d'appui et en ce que la surface de préhension de la seconde extrémité de préhension définit au moins une ligne d'appui
10 opposée qui est disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe d'articulation de la pince de préhension, ledit plan perpendiculaire contenant la ligne d'appui opposée se situant entre lesdites deux lignes d'appui de la première extrémité de préhension, et en ce qu'au moins une extrémité de préhension présente au moins un relief de positionnement angulaire d'une aiguille de suture par rapport à l'axe de rotation.

15 Grâce à ces caractéristiques, l'aiguille de suture est redressée verticalement par la pince de préhension, puis par une petite manipulation facilitée en prenant appui contre le relief de positionnement, par exemple en tirant sur le fil de suture ou par l'instrument tenu par l'autre main, on peut orienter l'aiguille de suture de façon optimale pour réaliser la suture par une rotation de la pince de préhension.

20 Il en résulte que l'aiguille se déplace dans un plan qui est perpendiculaire à l'axe de rotation de la pince.

De façon plus précise, on peut prévoir que l'axe de rotation de la pince de préhension, l'axe de pivotement de l'embase et l'axe longitudinal du bras principal sont concourants.

25 Selon un autre mode de réalisation, le manipulateur peut comprendre une articulation à vertèbres reliant l'embase au bras principal.

Selon un autre aspect, l'axe d'articulation de la pince de préhension et l'axe de rotation de la pince de préhension sont orthogonaux et contenus dans deux plans parallèles distincts.

30 Dans ce cas, on prévoit par exemple que la distance entre les deux plans parallèles distincts est supérieure ou égale à 1mm.

Selon un aspect, la ligne d'appui de la seconde extrémité de préhension présente, au moins sur une portion, une forme convexe pour déplacer une aiguille de suture parallèlement à l'axe de rotation vers l'extrémité libre des extrémités de préhension.

5 Ainsi, la convexité ou forme courbe de la ligne d'appui de la seconde extrémité de préhension va pousser l'aiguille de suture en direction de l'extrémité libre de la pince, en particulier jusqu'à venir en butée avec un relief de positionnement.

10 Selon une alternative la surface de préhension de la seconde extrémité de préhension présente deux lignes d'appui. On obtient ainsi quatre points d'appui pour une aiguille de suture, deux appuis externes et deux appuis internes (par rapport à l'axe de rotation).

Le relief de positionnement d'une première extrémité de préhension peut se présenter sous forme d'une butée d'arrêt, plus spécifiquement sous forme de tige dressée verticalement ou de dent, ou encore sous forme d'un cran d'arrêt s'étendant transversalement par rapport à la première extrémité de préhension.

15 Selon encore un autre mode de réalisation, on peut prévoir que la première extrémité de préhension présente deux butées d'arrêt disposées symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de l'extrémité de préhension.

20 Selon un autre aspect, la seconde extrémité de préhension peut présenter un relief de positionnement sous forme d'au moins une rainure parallèle à l'axe d'articulation de la pince de préhension.

Selon un développement, la première et la seconde extrémités de préhension sont réalisées sous forme de mâchoires dont les surfaces de préhension définissent des lignes d'appui. Par mâchoires, on entend des corps plein.

25 Dans ce cas, la surface de préhension d'une mâchoire peut s'inscrire dans une forme générale concave et la surface de préhension de la mâchoire en vis-à-vis peut s'inscrire dans une forme générale convexe et au moins une des surfaces de préhension des mâchoires peut être cannelée suivant une direction parallèle à l'axe d'articulation.

30 Selon une évolution, les surfaces de préhension des deux mâchoires en vis-à-vis sont par exemple cannelées en alternance, de sorte que les rainures d'une mâchoire sont en vis-à-vis des nervures de l'autre mâchoire.

Selon une autre évolution, la surface de préhension de la mâchoire en vis-à-vis de celle portant la surface de préhension cannelée est lisse, la surface de préhension cannelée définissant une alternance de nervures et de sillons consécutifs exempte de méplats.

5 Grâce à la forme convexo-concave des mâchoires, on peut redresser l'aiguille de suture verticalement par rapport aux mâchoires par un geste simple.

La forme cannelée de la surface de préhension de la mâchoire permet qu'au rapprochement progressif des mâchoires, l'aiguille de suture soit guidée vers l'un ou l'autre des sillons par les pentes des nervures et donc vers une position stable. Ceci est également facilité par la mâchoire à surface de préhension lisse qui permet que l'aiguille glisse vers un
10 sillon pour trouver une position stable, ceci de façon automatique ou par une légère intervention du chirurgien, par exemple en tirant sur le fil de suture ou via un autre instrument.

La surface de préhension cannelée de la mâchoire permet ainsi de définir plusieurs positions transversales stables pour l'aiguille dans lesquelles l'aiguille est redressée par
15 rapport aux mâchoires et est perpendiculaire à l'axe de rotation de la pince de préhension.

En outre, le placement de l'aiguille de suture peut s'effectuer à différentes distances de l'extrémité libre de la pince de préhension selon le sillon qui accueille l'aiguille. Le praticien peut donc sélectionner la position de l'aiguille selon s'il souhaite développer la force ou la précision de la saisie.

20 Selon un autre aspect, la mâchoire dont la surface de préhension s'inscrit dans une forme générale convexe est agencée plus près de l'axe de rotation de la pince de préhension que la mâchoire dont la surface de préhension s'inscrit dans une forme générale concave, afin de redresser l'aiguille de suture dans le bon sens.

25 On obtient ainsi une excentricité de la pince de préhension qui facilite le passage de l'aiguille dans les tissus, en faisant simplement tourner la pince de préhension sur elle-même. Ce mouvement circulaire s'approche d'une rotation de l'aiguille autour de son axe, qui est le chemin idéal recherché pour les sutures.

- 6 -

On peut en outre prévoir que la distance entre l'axe de pivotement de l'embase et l'extrémité libre de la pince de préhension soit inférieure ou égale à 20mm. Ceci permet une bonne exécution de la cinématique de l'aiguille lors de la suture dans les espaces exigus.

On prévoit par exemple que la surface de préhension de la mâchoire s'inscrivant dans
5 une forme générale concave est lisse et que la surface de préhension de la mâchoire en vis-à-vis s'inscrivant dans une forme générale convexe est cannelée, les crêtes des nervures étant inscrites dans une forme générale convexe.

Avantageusement, les sillons présentent un angle rentrant et une profondeur identiques.

10 Les nervures de la surface de préhension cannelée présentent un pas crête à crête compris entre 0,5 et 2 millimètres pour saisir l'aiguille selon plusieurs positionnements transversaux le long des mâchoires.

Pour obtenir une bonne tenue de la plupart des aiguilles de suture, on prévoit que les sillons présentent une profondeur supérieure à 1mm.

15 Les nervures présentent par exemple une forme générale de prisme triangulaire à crête bombée, notamment isocèles.

Il est en outre prévu que les angles rentrant des sillons soient compris entre 100° et 130°.

Les angles saillant du sommet des nervures sont compris entre 100 et 130°.

20 Selon un autre aspect, une mâchoire de la pince de préhension est fixe.

La mâchoire articulée en vis-à-vis de la mâchoire fixe porte alors par exemple la surface de préhension cannelée, ce qui facilite le positionnement de l'aiguille avant de fermer la mâchoire articulée.

Lorsque la pince de préhension est excentrée et qu'une mâchoire est fixe, la mâchoire
25 articulée en vis-à-vis de la mâchoire fixe est par exemple celle qui est agencée plus près de l'axe de rotation de la pince de préhension. La mâchoire articulée porte alors la surface de préhension s'inscrivant dans une forme générale convexe, afin de redresser l'aiguille de suture dans le bon sens.

Selon encore un autre aspect, l'interface de commande comporte des capteurs de
30 sollicitation et des moyens moteurs, par exemple des moteurs électriques, pour générer des

mouvements de la tête de manipulation commandée en fonction des instructions de mouvements reçues par les capteurs de sollicitation de l'interface de commande.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES DESSINS

- D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description d'un exemple illustratif et non limitatif de l'invention, ainsi que des figures suivantes sur lesquelles :
- la figure 1 représente une vue schématique en perspective d'un manipulateur pour opération de chirurgie mini-invasive, partiellement introduit dans le corps d'un patient à travers un trocart,
 - 10 - la figure 2 est une vue en coupe transversale d'un exemple de réalisation de l'extrémité distale du manipulateur de la figure 1,
 - la figure 3 représente une vue en perspective d'une pince de préhension de l'extrémité distale du manipulateur des figures 1 et 2, dont les parties fixes sont représentées en transparence, la pince de préhension étant partiellement ouverte,
 - 15 - la figure 3a représente une vue schématique en coupe des mâchoires de la pince de préhension de la figure 3 en cours de saisie d'une aiguille de suture,
 - la figure 4 représente le manipulateur de la figure 1 dont on a représenté la pince de préhension en pointillés pour schématiser sa trajectoire lors de la réalisation d'un tour sur elle-même,
 - 20 - la figure 5a représente une vue en perspective et de face de la mâchoire articulée de la pince de préhension de la figure 3,
 - la figure 5b représente une vue en coupe A-A de la mâchoire articulée de la figure 5a, selon un plan de coupe longitudinal médian de ladite mâchoire,
 - la figure 5c représente une vue arrière de la mâchoire articulée de la figure 5a,
 - 25 - la figure 6a représente une vue en perspective de la mâchoire fixe de la pince de préhension de la figure 3,
 - la figure 6b représente une vue en perspective de dessus de la mâchoire fixe de la figure 6a,
 - la figure 6c représente une vue pivotée de 90° de la mâchoire fixe de la figure 6b,
 - 30 en coupe A-A selon un plan de coupe longitudinal médian de ladite mâchoire,

- 8 -

- la figure 7a montre une vue schématique d'un autre mode de réalisation,
- la figure 7b montre une vue schématique encore d'un autre mode de réalisation,
- les figures 8a et 8b montrent respectivement une vue de côté et en perspective d'un autre mode de réalisation de la pince de préhension,
- 5 - les figures 9a, 9b et 9c montrent des vues en perspective d'un autre mode de réalisation de la pince de préhension,
- la figure 10 montre une vue en perspective d'un autre mode de réalisation de la pince de préhension,
- la figure 11 montre une vue en perspective d'un autre mode de réalisation d'une
- 10 mâchoire de la pince de préhension,
- les figures 12a et 12b montrent respectivement une vue de côté et en perspective d'une mâchoire d'encore un autre mode de réalisation de la pince de préhension, et
- la figure 13 montre une vue schématique en perspective encore d'un autre mode
- 15 de réalisation dans lequel le mouvement de pivotement de la pince est réalisé par une articulation à vertèbres.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES

20 Sur les figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de référence.

La figure 1 représente un manipulateur 1 pour opération de chirurgie mini-invasive, comme la chirurgie coelioscopique ou thoracoscopique, pratiquée sous endoscopie, au cours de laquelle une caméra et des trocars sont introduits à travers des incisions pratiquées dans le corps du patient.

25 Le manipulateur 1 comporte un bras principal 2, présentant une forme générale cylindrique creuse d'axe longitudinal I-I dont le diamètre est de l'ordre de 8 mm et la longueur de l'ordre de 40 cm. Le bras principal 2 comporte une extrémité proximale 3 équipée d'une interface de commande 3a, manipulable par un praticien à l'extérieur du corps d'un patient et une extrémité distale 3b insérée dans le corps du patient dont

30 seulement une portion de peau est représentée par un trait 4.

- 9 -

Le manipulateur 1 est destiné notamment à maintenir une aiguille de suture 16 du côté de l'extrémité distale insérée dans le corps du patient 4.

Comme on le voit sur la figure 1, le manipulateur 1 est inséré à travers un trocart chirurgical 5 représenté schématiquement. Le bras principal 2 peut ainsi coulisser
5 axialement pour un mouvement de translation et éventuellement tourner en rotation axiale autour de son axe longitudinal I-I. Le trocart chirurgical 5 peut lui-même pivoter de part et d'autre autour du point de pivotement constitué par l'incision grâce à la souplesse de la peau.

L'extrémité distale 3b, mieux visible sur la figure 2, porte une tête de manipulation
10 commandée 6 dont les mouvements sont commandés par l'intermédiaire de l'interface de commande 3a.

La tête de manipulation commandée 6 comporte une embase 17 articulée de façon pivotante autour d'un axe de pivotement P perpendiculaire à l'axe longitudinal I-I du bras principal 2 et une pince de préhension 7 permettant la préhension et la manipulation de
15 l'aiguille de suture 16.

La pince de préhension 7 est montée rotative sur l'embase 17 autour d'un axe de rotation R concourant à l'axe de pivotement P de l'embase 17 et à l'axe longitudinal I-I du bras principal 2. L'axe de rotation R de la pince de préhension 17 est ainsi centré par rapport à l'embase 17. Sur la figure 2, l'axe de rotation R et l'axe longitudinal I-I sont
20 confondus, mais bien entendu, ceci n'est plus le cas lorsque l'embase 17 pivote dans une autre position.

On comprend donc que la pince de préhension 7 pivote avec le pivotement de l'embase 17.

En se référant maintenant à la figure 2, la pince de préhension 7 présente une
25 première extrémité de préhension réalisée sous forme de mâchoire fixe 9 et une seconde extrémité de préhension réalisée sous forme de mâchoire mobile ou articulée 8. Par mâchoire on entend dans le présent exposé un corps plein.

Pour le mouvement de serrage ou desserrage de la pince 7, c'est-à-dire le rapprochement des première 8 et seconde 9 extrémités de préhension réalisées sur les
30 figures 2, 3, 5a, 5b, 5c, 6a, 6b, 6c, sous formes de mâchoires 8, 9, un arbre d'entrée 31 axial est couplé à l'interface de commande 3a et porte à son extrémité distale un pignon conique

- 10 -

d'extrémité 32 qui entraîne un pignon conique latéral 33 rotatif autour de l'axe de pivotement P. Ce pignon conique latéral 33 entraîne à son tour un pignon conique 34 lui-même monté en bout d'un arbre de sortie 36 fileté et calé axialement. Un écrou 37 est monté sur la partie fileté de l'arbre de sortie 36, et se déplace axialement lors de la rotation
5 de l'arbre de sortie 36 pour entraîner en pivotement la mâchoire de pince 8 qui est mobile dans le présent cas, autour d'un l'axe d'articulation 10.

La rotation propre de la pince 7 autour de l'axe de rotation R est assurée par un tube d'entrée 38 orienté le long de l'axe longitudinal I-I, entraîné lui-même en rotation via l'interface de commande 3a.

10 Le tube d'entrée 38 est solidaire d'un pignon conique d'extrémité 39 qui lui-même entraîne en rotation un pignon conique latéral 40 rotatif autour de l'axe de pivotement P et qui entraîne un pignon conique axial 41 tubulaire solidaire de l'embase 17 (solidaire de la mâchoire fixe 9 dans le cas présent). Autrement dit, la pince 7 est montée avec sa mâchoire fixe 9 en position fixe sur le pignon 41, qui lui-même est monté rotatif axialement dans
15 l'embase 17.

Un coussinet 42 guide le tube d'entrée 38 dans sa rotation autour de l'axe I-I dans le bras principal 2.

L'embase 17 est donc montée pivotante autour de l'axe de pivotement P sur l'extrémité distale du bras principal 2.

20 L'extrémité proximale 3 et la tête de manipulation commandée 6 sont mécaniquement raccordées de sorte que les mouvements de la tête 6 puissent être commandés par manipulation de l'extrémité proximale 3. Pour cela, le manipulateur 1 comporte des moyens de transmission mécanique, logés dans le bras principal 2, pour générer des mouvements de la tête de manipulation commandée 6 en fonction des
25 instructions de mouvements reçues par l'extrémité proximale 3. Pour une meilleure ergonomie, l'interface de commande 3a est par exemple pourvue de boutons de commande.

L'interface de commande 3a peut également comporter des capteurs de sollicitation et des moyens moteurs, par exemple des moyens moteurs électriques, pour générer des
30 mouvements de la tête de manipulation commandée 6, en fonction des instructions de mouvements reçues par les capteurs de sollicitation de l'interface de commande 3a. Les

moyens moteurs sont alimentés par une source d'énergie, qui peut être déportée pour réduire l'encombrement.

L'interface de commande 3a comporte par exemple trois boutons de commande : un premier pour commander l'ouverture et la fermeture de la pince de préhension 7, un
5 second pour commander le pivotement de l'embase 17 autour de l'axe de pivotement P et un troisième pour commander la rotation propre de la pince de préhension 7 autour de l'axe de rotation R.

Les appuis et mouvements des doigts du praticien sont ainsi détectés par l'interface de commande 3a et transmis à la tête de manipulation commandée 6, pour réaliser les
10 mouvements correspondants. Par exemple, une sollicitation de rotation propre appliquée par la main du praticien sur l'extrémité proximale 3 produit un mouvement de rotation propre de la pince de préhension 7.

Une tête commandée similaire est par exemple décrite dans la demande de brevet internationale WO 2011/053477 du nom de la Demanderesse. La tête de manipulation
15 commandée 6 rotative et pivotante procure ainsi une marge de manœuvre importante au praticien qui dispose alors de six degrés de liberté pour l'opération de suture.

Comme on peut mieux le voir sur la figure 3, la pince de préhension 7 de la tête de manipulation commandée 6 comporte deux mâchoires 8, 9 présentant des surfaces de
préhension 8a, 9a en vis-à-vis.

20 Les mâchoires 8, 9 sont articulées selon l'axe d'articulation 10 pour saisir une aiguille ou un fil de suture en se rapprochant. Les mâchoires 8, 9 présentent une forme arrondie et affinée aux extrémités, ce qui permet d'éviter de blesser les chairs ou organes du patient.

La surface de préhension d'une mâchoire 8, 9 de la pince de préhension 7 (dans l'exemple illustré : la mâchoire 9) s'inscrit dans une forme générale concave et la surface de
25 préhension 8a de la mâchoire 8 en vis-à-vis s'inscrit dans une forme générale convexe.

De plus, une surface de préhension des mâchoires 8, 9 (dans l'exemple illustré : la mâchoire 8), est cannelée suivant une direction T parallèle à l'axe d'articulation 10, la surface de préhension 9a de la mâchoire en vis-à-vis étant lisse. La surface de préhension 8a cannelée définit une alternance de nervures 13 et de sillons 14 consécutifs, exempte de
30 méplats. La surface de préhension 9a de la mâchoire 9 présente par exemple une forme cylindrique creuse.

On prévoit par exemple que c'est la surface de préhension 9a de la mâchoire 9 s'inscrivant dans une forme générale concave qui est lisse et que la surface de préhension 8a de la mâchoire 8 en vis-à-vis est cannelée, les crêtes des nervures 13 étant inscrites dans une forme générale convexe.

5 En outre, comme on peut le voir sur les figures 1 et 2, l'axe d'articulation 10 de la pince de préhension 7 et l'axe de rotation R de la pince de préhension 7 sont orthogonaux.

Selon une forme particulière de réalisation, l'axe d'articulation 10 de la pince de préhension 7 et l'axe de rotation R de la pince sont contenus dans deux plans parallèles distincts.

10 Il s'est avéré astucieux de prévoir que la distance D (figures 3a, 4, 6c) entre les deux plans parallèles distincts soit supérieure ou égale à 1 mm, pour s'approcher un maximum du rayon des aiguilles de suture 16.

La mâchoire 8 dont la surface de préhension 8a s'inscrit dans une forme générale convexe est alors agencée plus près de l'axe de rotation R de la pince de préhension 7 afin
15 de redresser l'aiguille de suture 16 dans le bon sens, avec l'axe de l'aiguille courbe 16 situé du côté de la mâchoire 8 dont la surface de préhension 8a s'inscrit dans une forme générale convexe.

On obtient ainsi une excentricité de la pince de préhension 7 qui facilite le passage de l'aiguille 16 dans les tissus lors de la rotation de la pince de préhension 7. La figure 4
20 schématise la pince de préhension 7 en pointillés lors de la réalisation d'une rotation. Ce mouvement circulaire s'approche d'une rotation de l'aiguille 16 autour de son axe, qui est le chemin idéal recherché pour les sutures.

La figure 3a représente une vue schématisée en coupe transversale selon la direction T de la pince 7 en cours de saisie d'une aiguille de suture 16.

25 On comprend donc que la surface de préhension 9a de la première extrémité de préhension, la mâchoire 9 de la pince de préhension 7, définit au moins deux lignes d'appui L1 et L2 (ici, ce sont les bords périphériques de la mâchoire 9) et la surface de préhension 8a de la seconde extrémité de préhension, la mâchoire 8 définit au moins une ligne d'appui opposée L3 (ici, la ligne d'appui L3 est formée par le milieu des sillons 14 entrecoupée par
30 les nervures 13) qui est disposée dans un plan H perpendiculaire à l'axe d'articulation 10 de la pince de préhension 7. Le plan H perpendiculaire contenant la ligne d'appui opposée L3

se situe entre les deux lignes d'appui L1 et L2 de la première extrémité de préhension 9. Grâce à cette disposition par au moins trois points d'appuis, si on appuie avec la ligne d'appui L3 entre les lignes L1 et L2, l'aiguille de suture 16 est redressée automatiquement verticalement.

5 Au moins une des lignes d'appui, dans le présent cas la ligne d'appui opposée L3 présente au moins un relief 13 de positionnement angulaire d'une aiguille de suture 16 par rapport à l'axe de rotation R. Ce relief de positionnement étant formé par les nervures 13.

Ainsi, quand le chirurgien saisit l'aiguille de suture 16 à l'aide de la pince 7 du manipulateur 1, l'aiguille est redressée et il suffit simplement de tirer légèrement sur le fil
10 de suture avec un autre instrument pour que l'aiguille de suture 16 soit parfaitement redressée et contenue dans un plan qui soit perpendiculaire à l'axe de rotation de la pince 7.

Pour faciliter la bonne exécution de la cinématique de l'aiguille 16 lors de la suture dans les espaces exigus, on prévoit que la distance entre l'axe de pivotement P de l'embase 17 et l'extrémité libre de la pince de préhension 7 soit inférieure ou égale à 20 millimètres.

15 Comme cela a été décrit ci-dessus, selon la forme de réalisation représentée sur les figures 2, 3, 3a, 5a, 5b, 5c, 6a, 6b, 6c, la première extrémité de préhension, la mâchoire 9 est fixe et l'autre, la mâchoire 8, est articulée par rapport à la mâchoire fixe 9.

L'axe d'articulation 10 de la pince de préhension 7 est par exemple reçu au travers de deux orifices correspondant 11 de la mâchoire articulée 8 (figures 5a, 5b). La mâchoire
20 articulée 8 est ainsi apte à pivoter autour de l'axe d'articulation 10 à l'encontre ou à l'écart de la mâchoire fixe 9 pour saisir ou relâcher une aiguille de suture 16 (le mouvement d'articulation de la mâchoire articulée 8 est schématisé par la double flèche 12 sur la figure 3).

C'est par exemple la mâchoire articulée 8 qui porte la surface de préhension 8a
25 cannelée, ce qui facilite le positionnement de l'aiguille 16 avant la fermeture de la mâchoire articulée.

Dans le cas où la pince de préhension 7 est excentrée, la mâchoire articulée 8 en vis-à-vis de la mâchoire fixe 9 est celle qui est agencée au plus près de l'axe de rotation R de la pince de préhension 7. Egalement, la mâchoire articulée 8 porte la surface de préhension 8a
30 s'inscrivant dans une forme générale convexe, afin de redresser l'aiguille de suture dans le bon sens.

- 14 -

La surface de préhension 8a cannelée définit une alternance de nervures 13 et de sillons 14 immédiatement consécutifs, c'est-à-dire exempte de méplats entre les nervures 13 et les sillons 14. Plus précisément, la surface de préhension 8a cannelée est une succession de nervures 13 consécutives, régulièrement espacées, les jointures des pentes des nervures 13 formant les sillons 14.

Les sillons 14 s'étendent transversalement par exemple sur toute la largeur de la surface de préhension 8a de la mâchoire 8. Les crêtes des nervures transversales 13 et les fonds des sillons 14 suivent le bombé saillant ou rentrant de la mâchoire 8, 9 qui les porte.

Le bombé saillant de la surface de préhension 8a de la mâchoire 8 s'inscrivant dans une forme convexe est arrondi transversalement. Il présente par exemple une forme cylindrique. Le bombé rentrant correspondant de la surface de préhension 9a de la mâchoire 9 en vis-à-vis présente une forme concave, par exemple partiellement cylindrique et creuse (figures 6a, 6b, 6c). Le bombé saillant s'inscrivant dans la forme générale convexe est plus étroit que le bombé rentrant s'inscrivant dans la forme générale concave (figure 7a).

Comme représenté sur les figures 5a et 5b, les nervures 13 et les sillons 14 sont par exemple identiques entre eux, c'est-à-dire que les sommets des nervures 13 présentent une forme (angle saillant β) identique entre eux et les sillons 14 présentent une forme (angle rentrant α et profondeur P_r) identique entre eux.

La forme cannelée de la surface de préhension 8a de la mâchoire 8 fait qu'au rapprochement progressif des mâchoires 8, 9, l'aiguille 16 va donc « glisser » sur la surface de préhension 9a lisse pour se lover automatiquement ou par une légère intervention du chirurgien dans un sillon 14 de la mâchoire 8 en vis-à-vis et ainsi s'orienter perpendiculairement à l'axe de rotation R de l'embase 17. Les pentes adjacentes des nervures 13 guident l'aiguille 16 vers l'un ou l'autre des sillons 14, sans que l'aiguille 16 ne puisse chevaucher à la fois deux sillons 14.

Les nervures 13 peuvent être portées par la surface de préhension 8a de la mâchoire 8 s'inscrivant dans une forme convexe ou par la surface de préhension 9a de la mâchoire 9 s'inscrivant dans une forme concave.

Les figures 3, 5a, 5b illustrent le cas d'un manipulateur 1 pour lequel la surface de préhension 8a de la mâchoire 8 s'inscrivant dans une forme convexe comporte une série de

- 15 -

huit nervures transversales 13 consécutives dont les sommets des crêtes sont sensiblement alignés selon un axe central et longitudinal 15 (figure 5a). Les crêtes des nervures 13 sont sensiblement arrondies pour ne pas endommager l'aiguille de suture 16.

5 Les nervures de la surface de préhension 8a cannelée présentent un pas crête à crête Pa (figure 5b) par exemple compris entre 0,5 et 2 millimètres, tel que de l'ordre de 0,8 millimètres, pour saisir l'aiguille de suture 16 selon plusieurs positionnements transversaux le long des mâchoires 8, 9.

Pour obtenir une bonne tenue de la plupart des aiguilles de suture, on prévoit que les sillons présentent une profondeur supérieure à 1mm.

10 Les nervures 13 présentent par exemple une forme générale de prisme triangulaire à crête bombée s'étendant transversalement sur la surface de préhension 8a de la mâchoire 8. Les prismes triangulaires sont par exemple isocèles. La forme du fond des sillons 14 peut présenter un angle rentrant β qui n'est pas arrondi, ce qui permet d'être plus simple à réaliser, l'aiguille de suture 16 reposant sur les flancs des sillons 14.

15 Les pentes des nervures 13 sont conformées pour guider l'aiguille de suture 16 dans le sillon 14. L'angle rentrant α du sillon 14 est par exemple compris entre 100 et 130°, tel que par exemple de l'ordre de 114°.

20 De même, l'angle saillant β du sommet de nervure 13 est par exemple compris entre 100 et 130°, tel que par exemple de l'ordre de 114°. Les angles rentrant et saillant α et β sont par exemple égaux.

Les sillons 14 sont conformés pour recevoir une aiguille de suture 16 en position stable entre les mâchoires 8, 9 fermées. Pour cela, la profondeur Pr d'un sillon 14 est par exemple supérieur à 1 mm.

25 Le manipulateur 1 est par exemple réalisé en acier inoxydable, tel que l'acier inoxydable 17/4 PH. On pourrait également prévoir que les surfaces de préhension 8a, 9a des mâchoires 8, 9 soient revêtues de carbure de tungstène.

Au cours du serrage des mâchoires 8, 9, la prise transversale de l'aiguille 16 entre les mâchoires de forme complémentaire convexo-concave 8, 9 provoque mécaniquement son redressement vertical par rapport aux mâchoires. En effet, au cours de la prise, les trois

- 16 -

points de contact entre l'aiguille 16 et les mâchoires 8, 9 tendent à faire rouler l'aiguille 16 sur elle-même jusqu'à ce que celle-ci prenne la position redressée verticale.

Grâce à la forme convexo-concave des mâchoires 8, 9, on peut redresser l'aiguille de suture 16 verticalement par rapport aux mâchoires 8, 9 par un geste simple.

5 La forme cannelée de la surface de préhension 8a de la mâchoire 8 permet qu'au rapprochement progressif des mâchoires 8, 9, l'aiguille de suture 16 soit guidée vers l'un ou l'autre des sillons 14 par les pentes des nervures 13, sans que l'aiguille de suture 16 ne puisse chevaucher à la fois deux sillons 14. Ceci est également facilité par la mâchoire 9 à surface de préhension 9a lisse qui permet que l'aiguille glisse vers un sillon pour trouver
10 une position stable.

Une fois lovée dans un sillon 14, l'aiguille de suture 16 est correctement orientée. Cette phase est perceptible par un « clic » audible provoqué par la mise en place de l'aiguille de suture 16 dans le sillon 4. Dans cette position, le praticien peut augmenter la force de préhension pour garantir le maintien de l'aiguille 16.

15 La surface de préhension 8a cannelée de la mâchoire 8 permet ainsi de définir plusieurs positions transversales stables pour l'aiguille 16 dans lesquelles l'aiguille est redressée par rapport aux mâchoires 8, 9 et est perpendiculaire à l'axe de rotation R de la pince de préhension 7.

En outre, le placement de l'aiguille de suture 16 peut s'effectuer à différentes
20 distances de l'extrémité libre de la pince de préhension 7 selon le sillon 14 qui accueille l'aiguille 16. Le praticien peut donc sélectionner la position de l'aiguille de suture 16 selon s'il souhaite développer la force ou la précision de la saisie.

Bien entendu, plusieurs modes alternatifs sont possibles sans sortir du cadre de la présente invention.

25 Ainsi, selon une forme de réalisation non représentée, les deux extrémités de préhension, par exemple des mâchoires, sont mobiles par rapport à un axe d'articulation.

Selon une autre forme de réalisation non représentée, mais aisément compréhensible, les surfaces de préhension des deux mâchoires en vis-à-vis sont cannelées en alternance, de sorte que les rainures d'une mâchoire sont en vis-à-vis des nervures de l'autre mâchoire.

30

- 17 -

La figure 7a montre de façon schématique encore un autre mode de réalisation selon lequel la première extrémité de préhension 9 est formée par deux tiges ou tubes parallèles avec les surfaces de préhension définissant, au moins sur une portion, deux lignes d'appui parallèles L1 et L2, la seconde extrémité de préhension 8 est également formée par une tige ou un tube avec une surface de préhension définissant une ligne d'appui opposé L3 et présentant comme relief de positionnement par exemple une ou plusieurs nervure(s) et/ou rainure(s). On note cependant que ce mode de réalisation n'est pas optimal étant donné qu'il ne permet pas de saisir un fil de suture sans risquer de le casser.

La figure 7b montre de façon schématique encore un autre mode de réalisation selon lequel la première extrémité de préhension 9 est formée par une mâchoire à section transversale en U avec les surfaces de préhension définissant, au moins sur une portion, deux lignes d'appui parallèles L1 et L2, la seconde extrémité de préhension 8 est formée par une tige de section carrée avec une surface de préhension définissant une, voire plusieurs lignes d'appui opposé L3 et présentant comme relief de positionnement par exemple une ou plusieurs nervure(s) et/ou rainure(s). Grâce au fond du U, on peut, comme dans les autres modes de réalisation à l'exception de celui de la figure 7a saisir aussi un fil de suture, rendant ainsi la pince plus polyvalente dans son utilisation.

Les figures 8a et 8b montrent un autre mode de réalisation qui pourrait être considéré comme une combinaison des modes de réalisation des figures 3, 6a, 6b et 6c d'une part et 7b d'autre part.

En effet, la mâchoire 9 est identique à celle des figures 3, 6a, 6b et 6c, tandis que la mâchoire 8 est réalisée comme montré schématiquement sur la figure 7b, c'est-à-dire en définissant deux lignes d'appui opposées L3 avec deux rangées parallèles de nervures 13 et sillons 14 formant relief de positionnement, séparées par un couloir central 60.

Selon encore un autre mode de réalisation montré sur les figures 9a, 9b et 9c, la mâchoire 9 est généralement conformée comme décrit en relation avec les figures 3, 6a, 6b et 6c, avec la différence qu'elle comporte près de son extrémité libre 62 un relief de positionnement sous forme d'une butée d'arrêt 64 formée par une petite tige 66.

La mâchoire 8 est dans ce mode de réalisation complètement lisse et présente une forme bombée aussi bien dans le sens longitudinal de la mâchoire 8 que dans le sens transversal.

- 18 -

En cours d'utilisation, on place donc une aiguille de suture entre les deux mâchoires 8 et 9. En rapprochant la mâchoire 8 de la mâchoire 9, l'aiguille de suture 16 va être d'une part redressée et d'autre part poussée grâce à la forme bombée de la mâchoire 8 vers l'extrémité libre 62 le long des lignes d'appui L1 et L2 jusqu'à venir en butée avec la tige 66.

5 Il suffit alors d'une simple intervention du chirurgien, par exemple en tirant sur le fil de suture, pour que l'aiguille de suture 16 soit parfaitement contenue dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de la pince 7.

En variante au mode de réalisation des figures 9a, 9b et 9c, on peut prévoir la mâchoire fixe 9 présente comme relief de positionnement deux tiges 66 disposées

10 symétriquement par rapport à l'axe longitudinal de la mâchoire 9 (voir figure 10).

On comprend donc que les deux lignes d'appui L1 et L2 de la mâchoire 9 présentent chacune une butée d'arrêt individuelle.

Selon une autre variante montrée à la figure 11, la mâchoire articulée 8 est identique à celle de la figure 9b à la différence près qu'elle présente comme relief de positionnement

15 au moins une rainure 70 parallèle à l'axe d'articulation 10 de la pince de préhension 7. Cette mâchoire articulée 8 peut être combinée avec la mâchoire 9 de la figure 9a ou avec celle de la figure 10.

Les figures 12a et 12b montre encore une autre variante d'une mâchoire fixe 9 qui peut être combinée avec une mâchoire articulée 8 comme par exemple représentée sur la figure

20 9b.

Dans cette variante, en plus de la forme concave décrite en relation avec les figures 6a, 6b et 6c, il est prévu une portion pentue 80 qui se termine par une butée réalisée sous forme de cran d'arrêt 82 s'étendant transversalement par rapport à la mâchoire 9.

La figure 13 montre encore une autre variante du manipulateur selon l'invention.

25 Dans ce mode de réalisation, la pince de préhension 7 est celle décrite en relation avec les figures 11 pour la mâchoire articulée 8 et la figure 9a pour la mâchoire fixe 9.

De plus, le mouvement de pivotement de l'embase 17 n'est pas réalisé par un seul axe de pivotement comme montré notamment sur la figure 2, mais par une articulation à vertèbres 90, également connu comme une articulation dit de « serpent ».

30 Dans le cas de la figure 13, cette articulation à vertèbres 90 possède trois vertèbres 92 qui sont reliés les unes aux autres en pivotement. Chaque vertèbre 92 comporte un corps

- 19 -

de base 96 qui est par exemple réalisé sous forme de pastille percée au centre pour le passage des commandes de rotation et l'ouverture et fermeture de la pince de préhension 7, ce corps de base 96 étant surmonté de deux montants 98 et présentant deux broches 100 sur des côtés opposées coopérant en pivotement avec des perçages 102 dans les montants 5 98 de la vertèbre 92 précédente ou deux perçages dans les montants 98 portés par le bras principal 2.

Dans ce cas, on peut aussi commander le pivotement de la pince de préhension 7 via l'interface de commande 3a, par exemple par l'intermédiaire de câbles de traction et qui passent par des trous de passage 106 ménagés sur des côtés opposées des corps de base des 10 vertèbres 92, décalés de 90° par rapport aux broches 100.

Dans ce mode de réalisation, l'axe de pivotement P de la pince de préhension 7 n'est pas fixe comme dans les autres modes de réalisation, mais se déplace donc en fonction de l'inclinaison de l'articulation à vertèbres 90.

On comprend donc que grâce au manipulateur selon l'invention, le chirurgien dispose 15 de tous les degrés de liberté pour faire une suture sans blesser les tissus environnants et en pouvant facilement placer l'aiguille de suture de façon optimale pour réaliser le geste.

REVENDEICATIONS

1. Manipulateur (1) pour opération de chirurgie mini-invasive comportant un bras principal (2) présentant :

- une extrémité proximale (3) équipée d'une interface de commande (3a) et
- 5 • une extrémité distale (3b) insérable dans le corps du patient (4), l'extrémité distale (3b) portant une tête de manipulation commandée (6) dont les mouvements sont commandés par l'intermédiaire de l'interface de commande (3a), la tête de manipulation commandée (6) comprenant :
 - 10 ○ une embase (17) articulée de façon pivotante autour d'un axe de pivotement (P) perpendiculaire à l'axe longitudinal (I-I) du bras principal (2),
 - une pince de préhension (7) comprenant une première et une deuxième extrémités de préhension (8, 9) présentant des surfaces de préhension (8a, 9a) respectives, les extrémités de préhension (8, 9)
 - 15 étant articulées selon un axe d'articulation (10) entre une position ouverte et au moins une position de préhension, la pince de préhension (7) étant montée rotative sur l'embase (17) autour d'un axe de rotation (R),

 caractérisé en ce que la surface de préhension (9a) de la première extrémité de préhension (9) de la pince de préhension (7) définit au moins deux lignes d'appui (L1, L2) et en ce que la surface de préhension (8a) de la seconde extrémité de préhension définit au moins une ligne d'appui opposée (L3) qui est disposée dans un plan (H) perpendiculaire à l'axe d'articulation (10) de la pince de préhension (7), ledit plan perpendiculaire (H) contenant la ligne d'appui opposée (L3) se situant entre lesdites deux lignes d'appui (L1, L2) de la première extrémité de préhension, et en ce qu'au moins une extrémité de préhension présente au moins un relief de positionnement angulaire d'une aiguille de suture (16) par rapport à l'axe de rotation (R).

2. Manipulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'axe de rotation (R) de la pince de préhension (7), l'axe de pivotement (P) de l'embase (17) et l'axe longitudinal (I-I) du bras principal (2) sont concourants.

3. Manipulateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une articulation à vertèbres (90) reliant l'embase (17) au bras principal (2).

4. Manipulateur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'axe d'articulation (10) de la pince de préhension (7) et l'axe de rotation (R) de la pince de
5 préhension (7) sont orthogonaux et contenus dans deux plans parallèles distincts.

5. Manipulateur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la distance (D) entre les deux plans parallèles distincts est supérieure ou égale à 1mm.

6. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la ligne d'appui (L3) de la seconde extrémité de préhension (8) présente, au moins sur une
10 portion, une forme convexe pour déplacer une aiguille de suture (16) parallèlement à l'axe de rotation (R) vers l'extrémité libre (62) des extrémités de préhension (8, 9).

7. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la surface de préhension (8a) de la seconde extrémité de préhension (8) présente deux lignes d'appui (L3).

15 8. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la première extrémité de préhension (9) présente un relief de positionnement sous forme d'une butée d'arrêt (64).

9. Manipulateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la butée (64) présente un relief de positionnement sous forme de tige (66).

20 10. Manipulateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que la butée (64) présente une forme de cran d'arrêt (82) s'étendant transversalement par rapport à la première extrémité de préhension (9).

11. Manipulateur selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que la première extrémité de préhension (9) présente deux butées d'arrêt (64) disposées symétriquement par
25 rapport à l'axe longitudinal de l'extrémité de préhension (9).

12. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la seconde extrémité de préhension (8) présente un relief de positionnement sous forme d'au moins une rainure (70) parallèle à l'axe d'articulation (10) de la pince de préhension.

30 13. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la première et la seconde extrémités de préhension (8, 9) sont réalisées sous forme de

mâchoires dont les surfaces de préhension (8a, 9a) définissent des lignes d'appui (L1, L2, L3).

14. Manipulateur selon la revendication 13, caractérisé en ce que la surface de préhension (9a) d'une mâchoire (7) s'inscrit dans une forme générale concave et la surface de préhension (8a) de la mâchoire (8) en vis-à-vis s'inscrit dans une forme générale convexe et en ce qu'au moins une des surfaces de préhension (8a) des mâchoires (8, 9) est cannelée suivant une direction parallèle à l'axe d'articulation (10).

15 15. Manipulateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que les surfaces de préhension des deux mâchoires en vis-à-vis sont cannelées en alternance, de sorte que les rainures d'une mâchoire sont en vis-à-vis des nervures de l'autre mâchoire.

16. Manipulateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que la surface de préhension (9a) de la mâchoire (9) en vis-à-vis de celle portant la surface de préhension cannelée est lisse, la surface de préhension (8a) cannelée définissant une alternance de nervures (13) et de sillons (14) consécutifs, exempte de méplats.

15 17. Manipulateur selon la revendication 14 ou 16, caractérisé en ce que la mâchoire (8) dont la surface de préhension (8a) s'inscrit dans une forme générale convexe, est agencée plus près de l'axe de rotation (10) de la pince de préhension (7) que la mâchoire (9) dont la surface de préhension (9a) s'inscrit dans une forme générale concave.

20 18. Manipulateur selon l'une des revendications 16 à 17, caractérisé en ce que la surface de préhension (9a) de la mâchoire (9) s'inscrivant dans une forme générale concave est lisse et la surface de préhension (8a) de la mâchoire (8) en vis-à-vis s'inscrivant dans une forme générale convexe est cannelée, les crêtes des nervures étant inscrites dans une forme générale convexe.

25 19. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, caractérisé en ce que les sillons (14) présentent un angle rentrant (α) et une profondeur (Pr) identiques.

20. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications 14 à 19, caractérisé en ce que les nervures (13) de la surface de préhension (8a) cannelée présentent un pas crête à crête (Pa) compris entre 0,5 et 2mm.

30 21. Manipulateur selon l'une des revendications 14 à 20, caractérisé en ce que les sillons (14) présentent une profondeur (Pr) supérieure à 1mm.

- 23 -

22. Manipulateur selon l'une des revendications 14 à 21, caractérisé en ce que les nervures (13) présentent une forme générale de prisme triangulaire à crête bombée.

23. Manipulateur selon la revendication 22, caractérisé en ce que les prismes triangulaires sont isocèles.

5 24. Manipulateur selon l'une des revendications 22 ou 23, caractérisé en ce que les angles rentrant (β) des sillons (14) sont compris entre 100° et 130° .

25. Manipulateur selon l'une des revendications 22 à 24, caractérisé en ce que les angles saillant (β) du sommet des nervures (13) sont compris entre 100° et 130° .

10 26. Manipulateur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la distance entre l'axe de pivotement (P) de l'embase (17) et l'extrémité libre de la pince de préhension (7) est inférieure ou égale à 20mm.

27. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une extrémité de préhension (9) de la pince de préhension (7) est fixe.

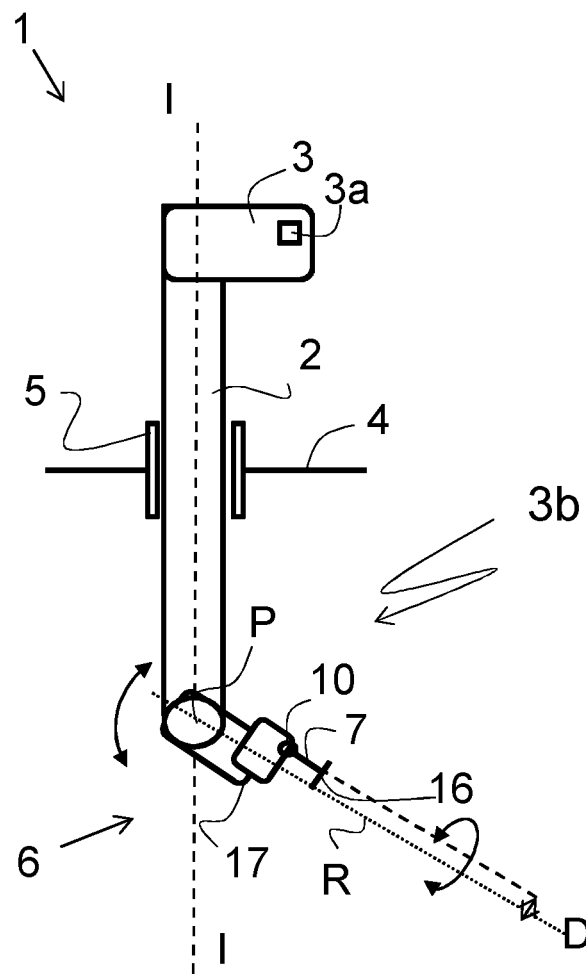
15 28. Manipulateur selon la revendication 27 ensemble avec la revendication 14, caractérisé en ce que la mâchoire articulée (8) en vis-à-vis de la mâchoire fixe (9) porte la surface de préhension (8a) cannelée.

29. Manipulateur selon l'une des revendications 27 ou 28, caractérisé en ce que la mâchoire articulée (8) en vis-à-vis de la mâchoire fixe (9) est agencée plus près de l'axe de rotation (R) de la pince de préhension (7) que la mâchoire fixe (9).

20 30. Manipulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'interface de commande (3a) comporte des capteurs de sollicitation et des moyens moteurs pour générer des mouvements de la tête de manipulation commandée (6) en fonction des instructions de mouvements reçues par les capteurs de sollicitation de l'interface de commande (3a).

25

1/12

*FIG. 1*

3/12

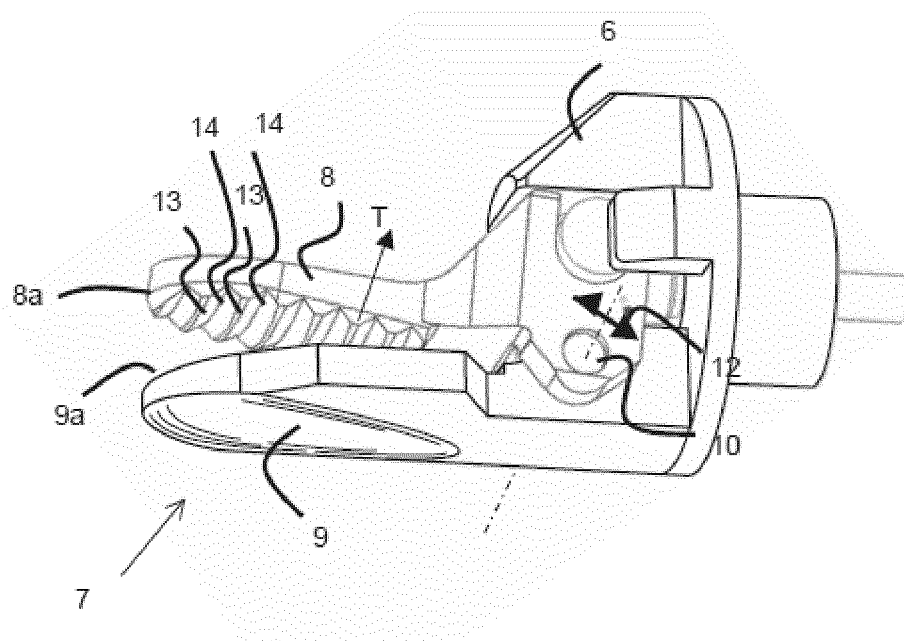


FIG. 3

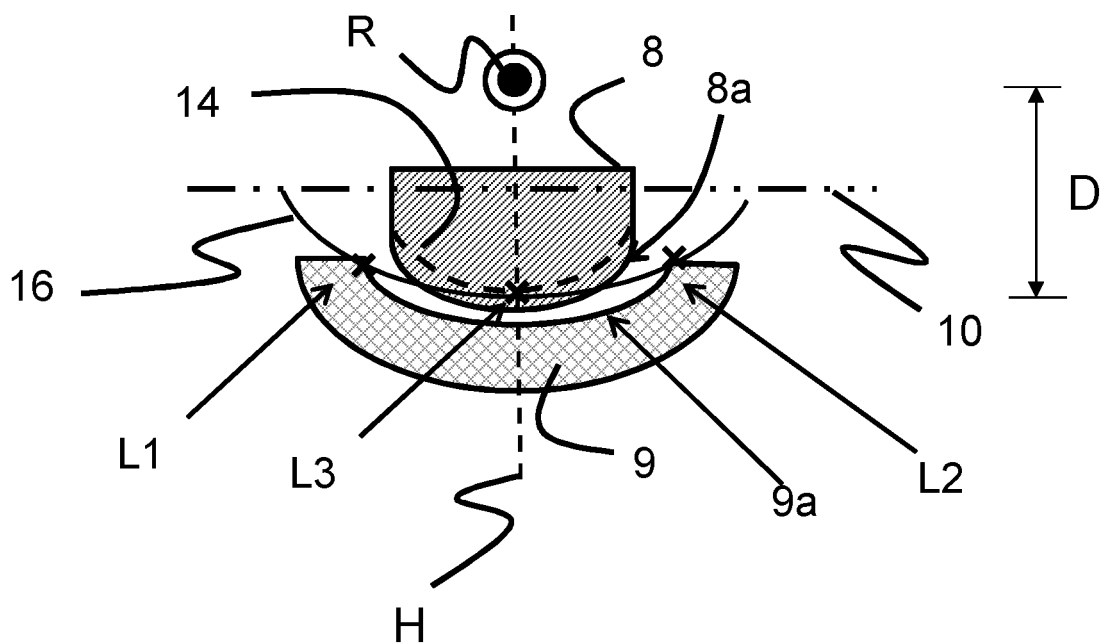
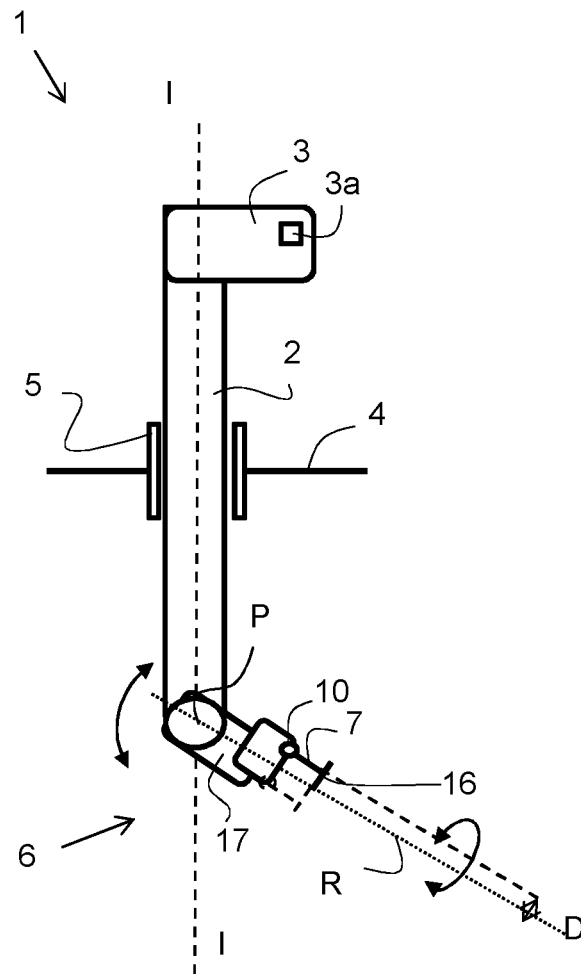
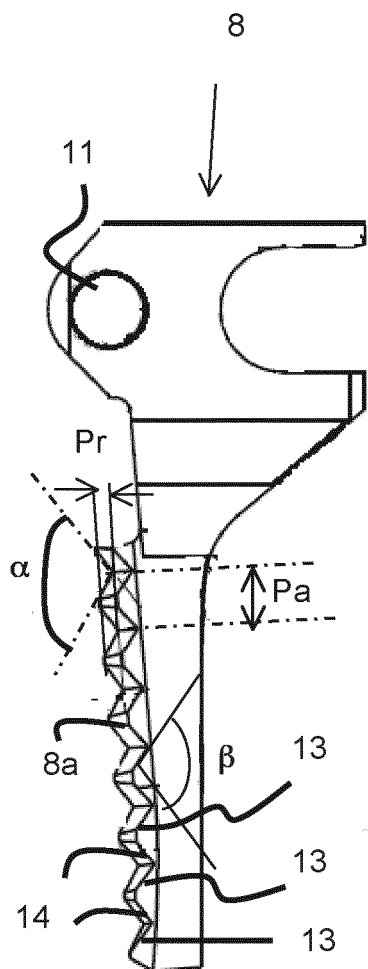
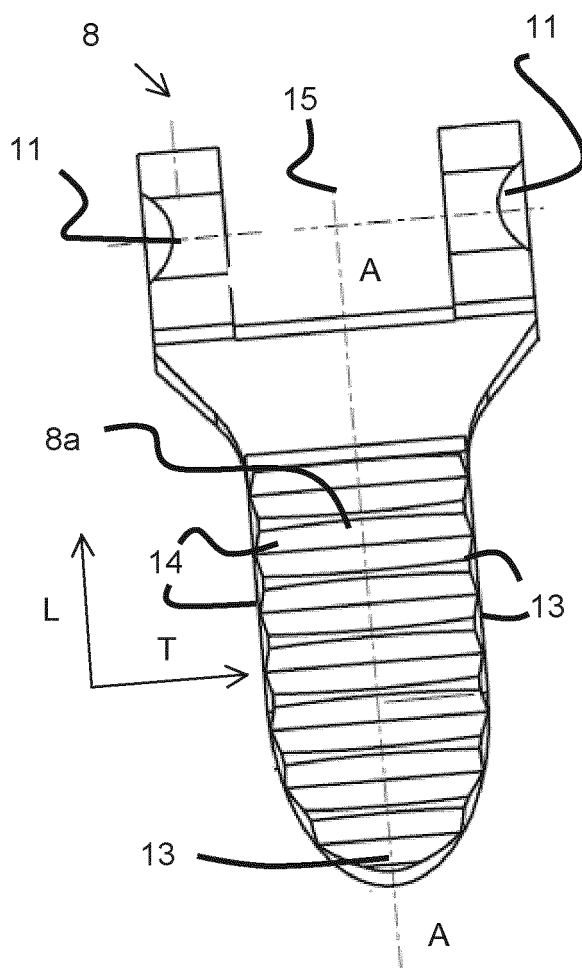
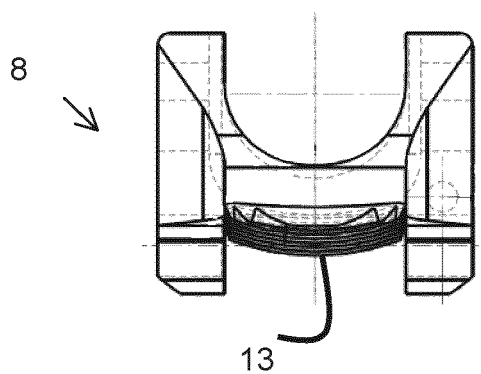


FIG. 3a

4/12

*FIG. 4*

5/12

**FIG. 5b****FIG. 5a****FIG. 5c**

6/12

FIG. 6a

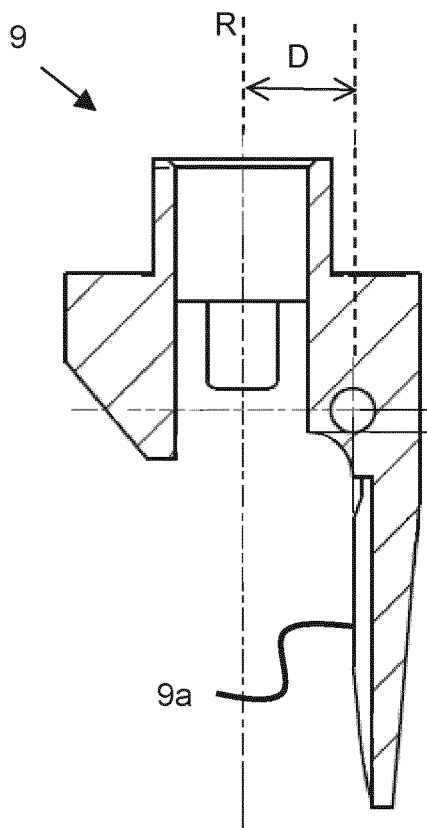
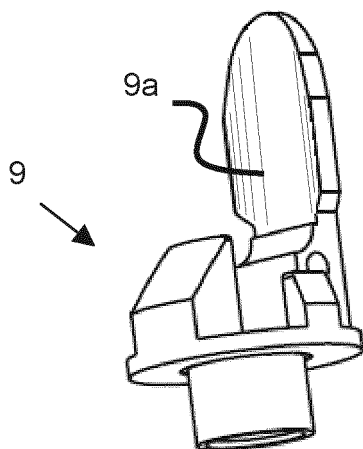


FIG. 6c

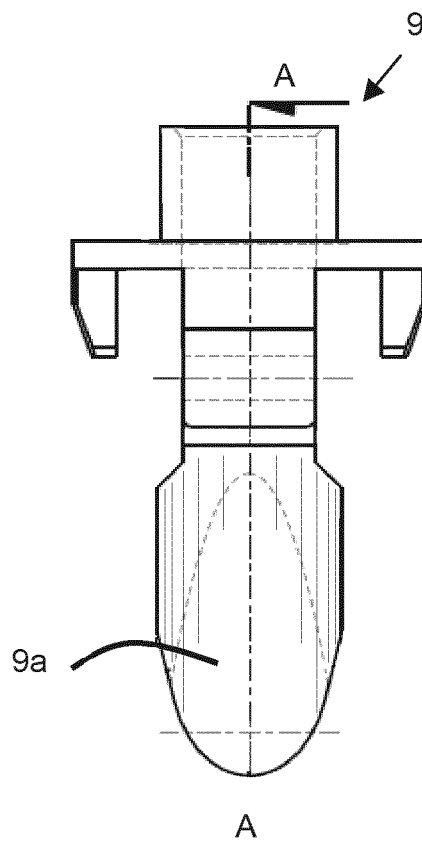
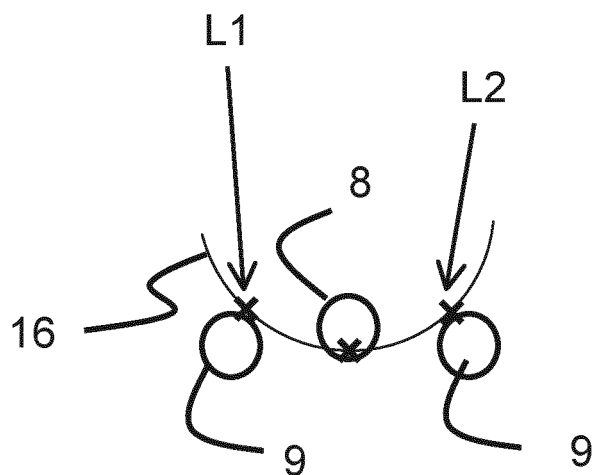
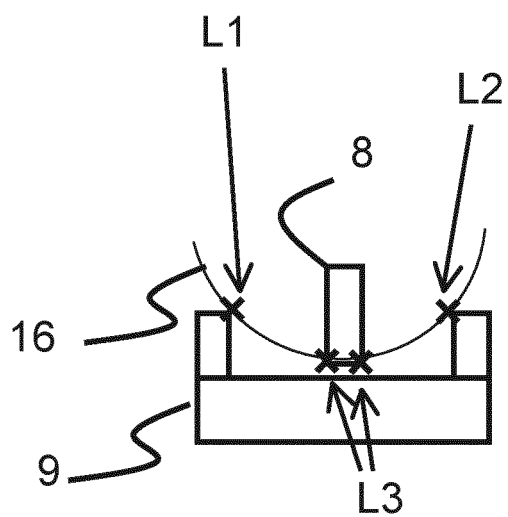
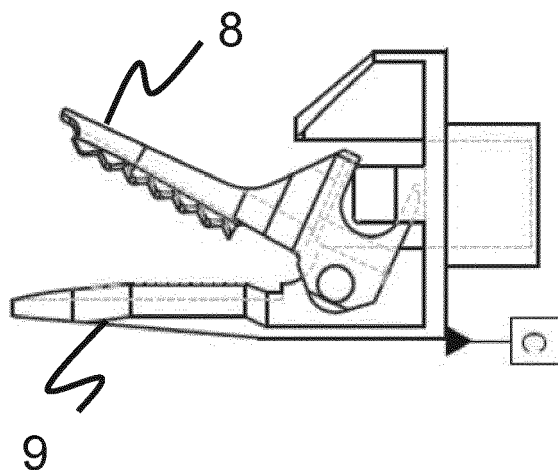
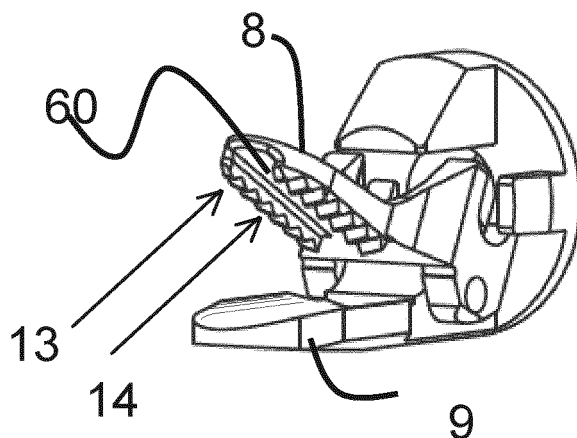


FIG. 6b

7/12

**FIG. 7a****FIG. 7b**

8/12

**FIG. 8a****FIG. 8b**

9/12

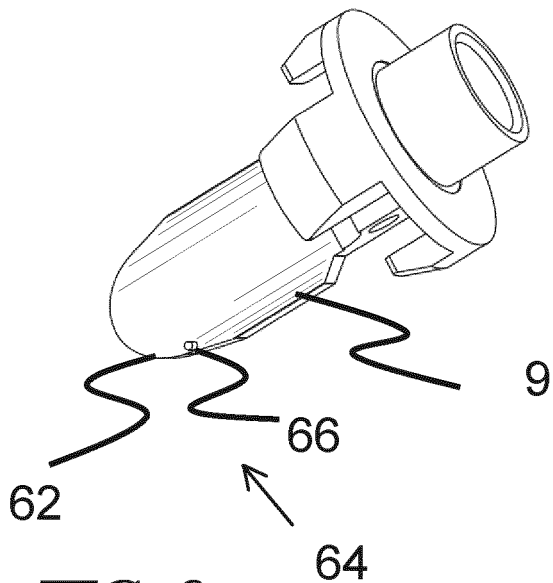


FIG. 9a

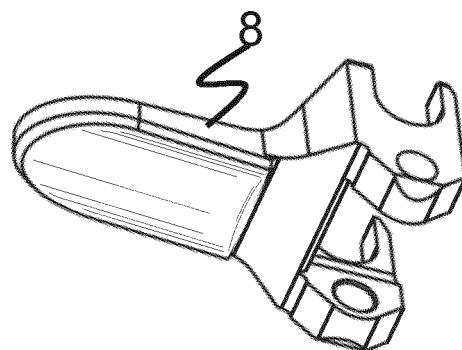


FIG. 9b

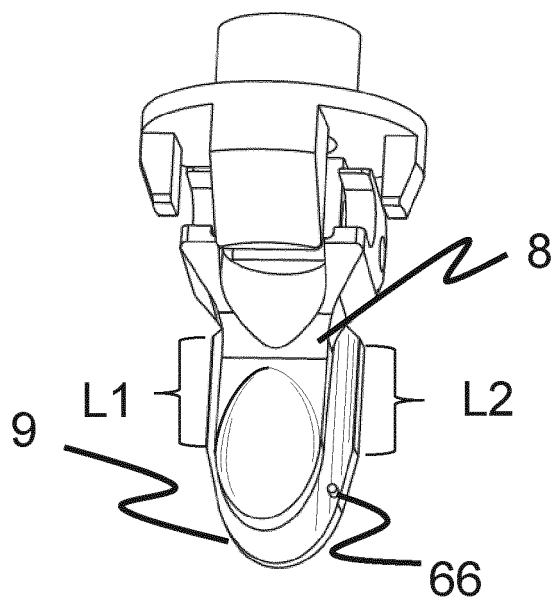
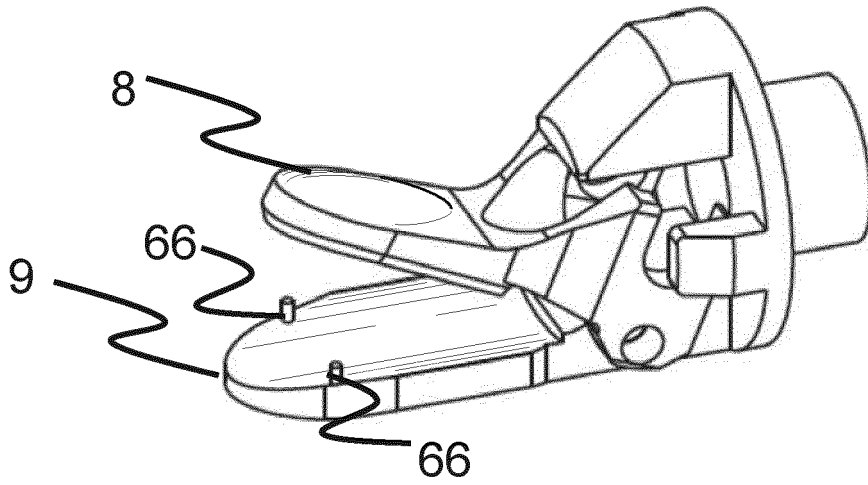
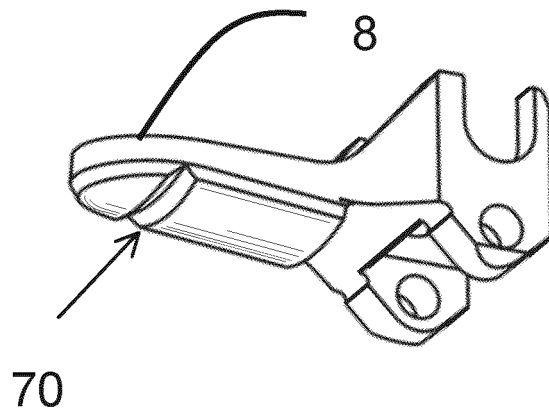
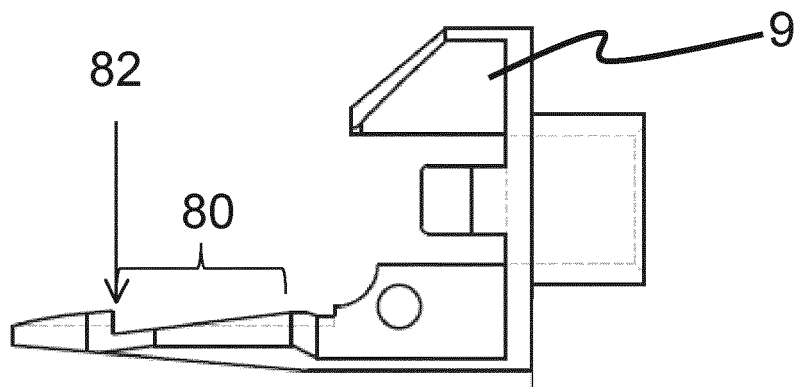
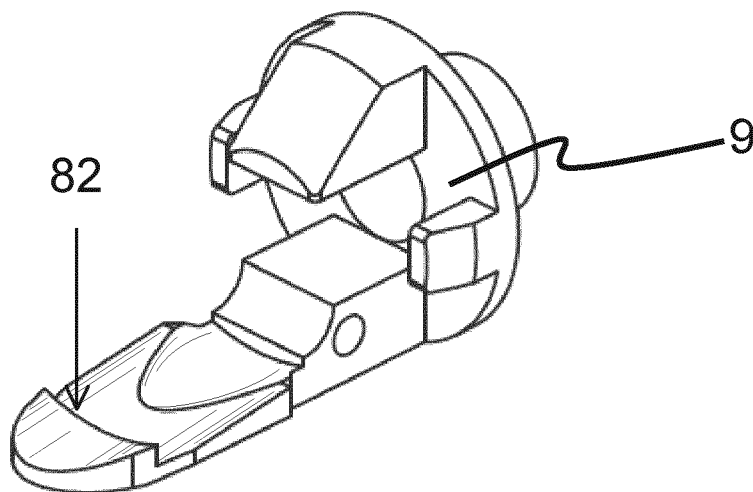


FIG. 9c

10/12

**FIG. 10****FIG. 11**

11/12

**FIG. 12a****FIG. 12b**

12/12

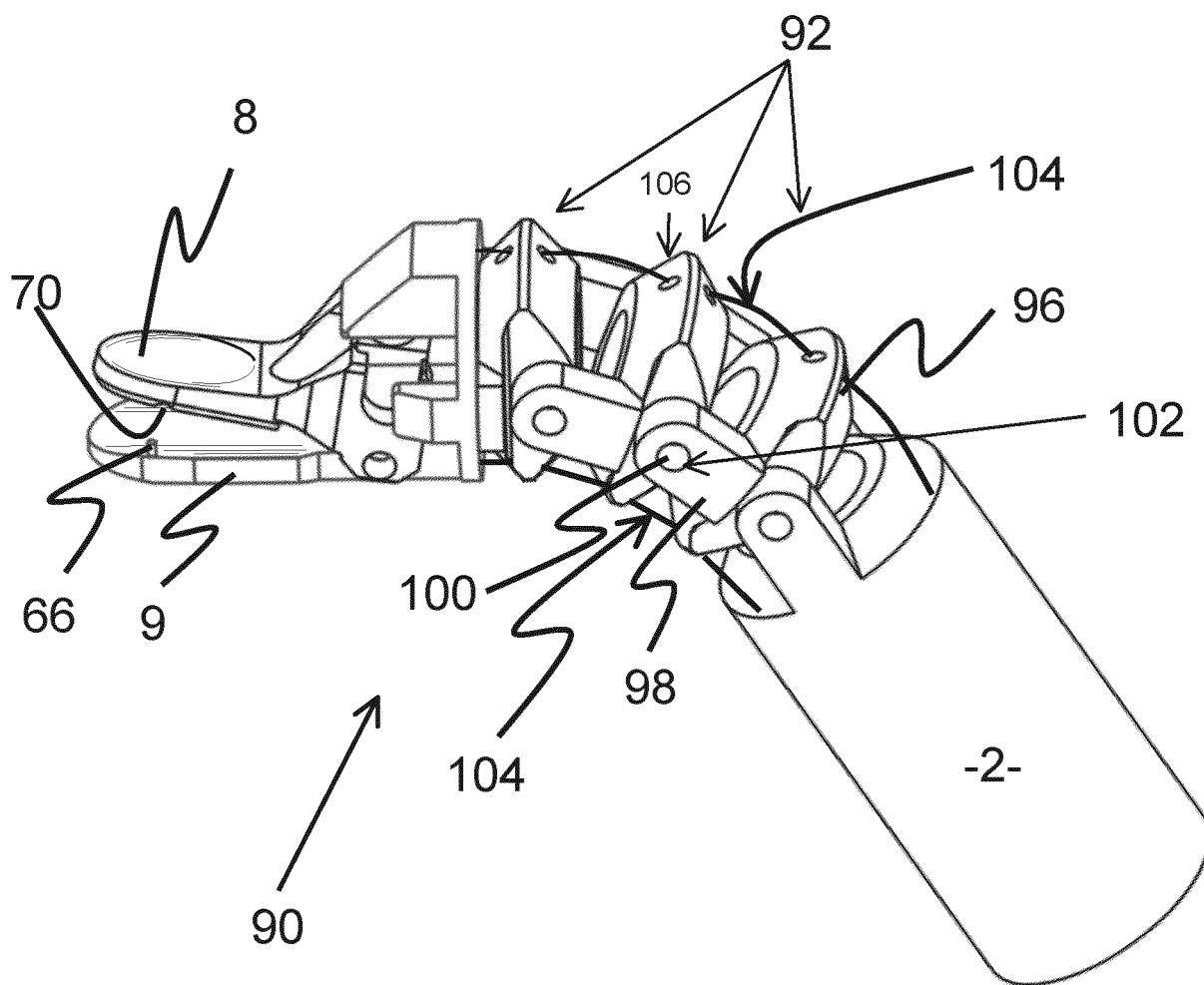


FIG. 13

-2-



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE PARTIEL**

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

N° d'enregistrement
national

FA 772489
FR 1259351

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2005/096694 A1 (LEE WOJIN [US]) 5 mai 2005 (2005-05-05) * alinéas [0054], [0070], [0084] - [0092], [0095] * -----	1-7, 12-15, 17,26-30	A61B17/062
Y	US 5 257 999 A (SLANETZ JR CHARLES A [US]) 2 novembre 1993 (1993-11-02) * colonne 4, ligne 44 - colonne 5, ligne 19 * -----	1-7, 12-15, 17,26-30	
Y	US 2012/130401 A1 (BARRIER PASCAL [FR] ET AL) 24 mai 2012 (2012-05-24) * alinéa [0104]; figure 13 * -----	4,5,17, 29	
Y	US 5 601 575 A (MEASAMER JOHN P [US] ET AL) 11 février 1997 (1997-02-11) * colonne 5, ligne 50 - ligne 62; figure 17a * -----	6	
Y	US 5 431 675 A (NICHOLAS DAVID A [US] ET AL) 11 juillet 1995 (1995-07-11) * colonne 6, ligne 45 - ligne 51 * -----	7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 juin 2013		Angeli, Markus	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

FA 772489
FR 1259351

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-7, 12-30

Manipulateur, se rapportant à des mâchoires avec des surfaces de préhension spéciales pour améliorer la préhension de l'aiguille.

2. revendications: 8-11

Manipulateur, se rapportant à une première extrémité de préhension avec une butée d'arrêt pour améliorer la préhension de l'aiguille.

La première invention a été recherchée.

Les inventions ci-dessus ne sont pas liées entre elles de telle sorte qu'elles ne forment qu'un seul concept inventif général à cause des raisons suivantes:

Le document D1, qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue (les références entre parenthèses s'appliquent à ce document):

Manipulateur pour opération de chirurgie mini-invasive comportant un bras principal (référence 10) présentant :

- . une extrémité proximale équipée d'une interface de commande (références 12,14) et

- . une extrémité distale insérable dans le corps du patient, l'extrémité distale portant une tête de manipulation commandée (référence 18) dont les mouvements sont commandés par l'intermédiaire de l'interface de commande, la tête de manipulation commandée comprenant :

- o une embase (figure 22A, référence 166) articulée de façon pivotante autour d'un axe de pivotement perpendiculaire à l'axe longitudinal du bras principal (paragraphe [0088], "... tool ... motion members 150 ... are bendable in any direction ..."),

- o une pince de préhension comprenant une première et une deuxième extrémités de préhension (références 161,162) présentant des surfaces de préhension (figure 22A) respectives, les extrémités de préhension étant articulées selon un axe d'articulation entre une position ouverte et au moins une position de préhension (paragraphe [0095]), la pince de préhension étant montée rotative sur l'embase autour d'un axe de rotation (paragraphe [0084], référence 115 et figure 17B),

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce manipulateur connu en ce que (les références entre parenthèses s'appliquent au document D2) la surface de préhension de la première extrémité de préhension de la pince de préhension définit au moins deux lignes d'appui (implicite dans la colonne 5, lignes 7-11, références 16, 37 et figure 3) et en ce que la surface de préhension de la seconde extrémité de préhension définit au moins une ligne d'appui opposée qui est disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe d'articulation de la pince de

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

FA 772489
FR 1259351

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

préhension (implicite dans la colonne 4, lignes 64-67, références 14, 30 et figure 3), ledit plan perpendiculaire contenant la ligne d'appui opposée se situant entre lesdites deux lignes d'appui de la première extrémité de préhension (figure 3; les lignes d'appui dépendent aussi de la forme de l'aiguille), et en ce qu'au moins une extrémité de préhension présente au moins un relief de positionnement angulaire d'une aiguille de suture par rapport à l'axe de rotation (référence 34);

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme étant d'améliorer la préhension d'une aiguille de suture.

La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive pour les motifs suivants : Le dispositif du document D1 est un manipulateur pour le positionnement d'une aiguille de suture. Il est évident pour l'homme du métier d'utiliser la forme de la pince de préhension du document D2 pour améliorer la manipulation de l'aiguille comme décrit dans D2, colonne 2, lignes 46-50.

De plus, les inventions ci-dessus sont reliées aux problèmes indépendants suivants:

- a) Améliorer la préhension de l'aiguille.
- b) Solution alternative pour améliorer la préhension de l'aiguille.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1259351 FA 772489**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **21-06-2013**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2005096694 A1	05-05-2005	AU 2004287388 A1	19-05-2005
		AU 2010214687 A1	16-09-2010
		CA 2543105 A1	19-05-2005
		EP 1686901 A2	09-08-2006
		JP 4912150 B2	11-04-2012
		JP 2007509698 A	19-04-2007
		US 2005096694 A1	05-05-2005
		US 2006206101 A1	14-09-2006
		US 2007244358 A1	18-10-2007
		WO 2005044078 A2	19-05-2005

US 5257999 A	02-11-1993	AUCUN	

US 2012130401 A1	24-05-2012	EP 2459100 A1	06-06-2012
		FR 2948594 A1	04-02-2011
		US 2012130401 A1	24-05-2012
		WO 2011013103 A1	03-02-2011

US 5601575 A	11-02-1997	AUCUN	

US 5431675 A	11-07-1995	CA 2103507 A1	24-03-1994
		DE 69316714 D1	05-03-1998
		DE 69316714 T2	10-06-1998
		EP 0598202 A1	25-05-1994
		US 5431675 A	11-07-1995
