

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 079 593**

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

②1 N° d'enregistrement national : **18 52685**

⑤1 Int Cl⁸ : **F 16 L 55/00 (2018.01), B 25 J 5/02, F 16 L 58/02,
F 17 D 5/00**

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 28.03.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.10.19 Bulletin 19/40.

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 :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : **AMBPR Société par actions simplifiée**
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : **PRAT PASCAL.**

⑦3 Titulaire(s) : **AMBPR Société par actions simplifiée.**

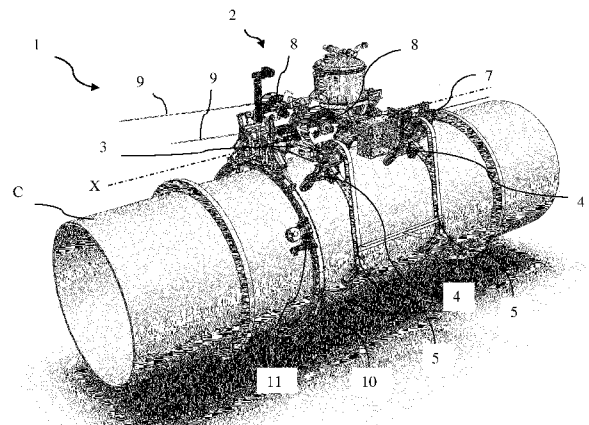
⑦4 Mandataire(s) : **CABINET NONY.**

⑤4 **ROBOT AUTONOME A TREUILS MOTORISES EMBARQUES, NOTAMMENT DESTINE A RENOVER
L'EXTERIEUR D'UNE CONDUITE FORCEE.**

⑤7 La présente invention concerne un robot (1) pour la ré-
novation de l'extérieur d'une conduite, en particulier une
conduite forcée.

Le robot autonome comprend un appareil mobile qui
embarque les outils et fluides de rénovation (nettoyage, dé-
capage, peinture) et qui est capable de se maintenir et de
se déplacer par lui-même sur la surface de travail pouvant
être très fortement inclinée, et dont le déplacement est as-
suré par un ou plusieurs treuils motorisés embarqués qui
viennent s'arrimer à un dispositif d'ancrage amovible qu'il
est aisé de déplacer tout le long de la conduite à rénover.

L'invention concerne également le procédé de rénova-
tion d'une conduite associé.



FR 3 079 593 - A1



ROBOT AUTONOME A TREUILS MOTORISES EMBARQUES, NOTAMMENT DESTINE A RENOVER L'EXTERIEUR D'UNE CONDUITE FORCEE

Domaine technique

5 La présente invention concerne le domaine général des robots d'inspection et/ou de rénovation des tuyaux.

Elle concerne plus particulièrement le domaine de la rénovation par décapage et le cas échéant revêtement de peinture de l'extérieur de canalisations, en particulier des conduites dites forcées. Une conduite forcée est une conduite hydraulique constituée par un assemblage de tuyaux,
10 destinée à transporter de l'eau sous pression jusqu'à une centrale hydroélectrique située en aval et en contrebas de la retenue d'eau qui l'alimente.

La présente invention vise plus particulièrement à proposer un robot autonome, destiné à la rénovation extérieure de conduites, dont le déplacement est garanti sur la surface extérieure de conduites, même pour des très grandes longueurs de conduites et/ou sur des inclinaisons très
15 importantes des conduites et le cas échéant dans des environnements très difficiles et/ou à accès restreints.

Par « robot autonome », on entend ici le sens usuel de la technologie, à savoir un équipement dont l'appareil mobile est robotisé, c'est-à-dire constitue un dispositif mécatronique, pour lui permettre de se déplacer de manière autonome et d'effectuer une opération de travail sur
20 une surface automatiquement, i.e. sans intervention humaine.

Bien que décrite en référence à une application avantageuse de rénovation extérieure d'une conduite forcée, l'invention s'applique à tout robot destiné à tout type d'inspections et/ou de travaux de réparation des surfaces extérieures des tuyaux ou autres conduites de différentes
25 tailles et géométries qui doivent être réalisés, sans tranchée.

État de la technique

Un grand nombre de tuyaux de plus ou moins grand diamètre sont largement utilisés de nos jours dans un spectre large d'industries. Par exemple, les collectivités locales peuvent utiliser des tuyaux de grand diamètre pour le drainage des eaux pluviales et la gestion de l'eau, en général. L'industrie du pétrole et du gaz, ainsi que l'industrie de la production d'énergie, utilisent
30 ces tuyaux pour le transport de pétrole et de gaz. Les centrales hydroélectriques utilisent très largement des tuyaux de grand diamètre, les conduites dites forcées pour le transport d'eau sous pression.

Bien que nombreuses et variées dans leur contraintes et leurs mises en œuvre, toutes les industries utilisant des tuyaux sont confrontées aux mêmes défis : des durées de vie limitées de

tuyauterie, les coûts de réparation élevés, les grandes interruptions de service, l'impact majeur de l'infrastructure, la sécurité du personnel, et l'efficacité de la réparation.

L'utilisation de robots pour le nettoyage et/ou l'inspection intérieure de canalisations, conduites et tuyaux divers et variés est déjà connue.

5 On peut citer ici l'inspection et le nettoyage intérieur de conduits d'air de ventilation et/ou d'air conditionné, les tuyaux de type « pipeline », les conduites de distribution d'eau potable, les conduites de gaz sous pression et les canalisations des réseaux d'égouts.

10 La société déposante de la présente demande a cherché à définir un robot pour la rénovation avec décapage et le cas échéant revêtement de peinture de l'extérieur des conduites forcées.

Ces conduites forcées sont généralement constituées de tubes métalliques assemblés le long d'une pente et qui sont protégés par des revêtements extérieurs et intérieurs.

15 Il est nécessaire d'entretenir régulièrement ces conduites forcées et notamment de renouveler la protection extérieure en éliminant le revêtement extérieur existant ainsi que les éventuelles oxydations et en le remplaçant par un nouveau.

20 En général, l'entretien ou rénovation consiste à réaliser une préparation de surface en adéquation avec l'application d'un nouveau revêtement de peinture. Cette préparation peut par exemple consister en un décapage avec une projection d'abrasif, aussi généralement appelé grenailage, qui permet de créer une certaine rugosité de surface pour l'accroche et l'application d'un nouveau revêtement de peinture.

Ces opérations sont actuellement effectuées manuellement et sont particulièrement pénibles, voire dangereuses.

25 Au préalable, elles nécessitent une préparation longue, délicate et pénible. En effet, il est généralement nécessaire de mettre en œuvre un échafaudage adapté sur toute la longueur de la conduite forcée à rénover. Cet échafaudage peut atteindre des centaines de tonnes à installer.

30 En outre, pour limiter l'impact des chantiers de rénovation sur l'environnement, obligatoirement dans le cas où le décapage implique un désamiantage, il est demandé aux entreprises en charge de la rénovation de recouvrir l'ensemble de la zone de travail d'une bâche de protection qui doit être posée sur une très grande longueur pouvant aller jusqu'à quelques kilomètres.

La pénibilité pour les opérateurs en charge de la rénovation provient du fait qu'ils travaillent dans un milieu clos et que les revêtements qu'ils doivent enlever sont susceptibles de contenir des substances toxiques, comme par exemple de l'amiante ou des métaux lourds. Il peut

en être de même pour les revêtements qui viennent en remplacement, par exemple à cause des solvants utilisés.

De plus, ce travail doit être relativement précis car les outils utilisés, par exemple pour le décapage les lances à eau sous ultra haute pression (UHP), à environ 3000 bars ou les lances de
5 grenailage, ont une zone d'action relativement limitée et l'attention de l'opérateur doit être soutenue. Il en résulte que ces opérations peuvent prendre un temps considérable à la fois pour le travail et les vérifications d'autant plus que les conduites forcées peuvent être d'une grande longueur, jusqu'à mesurer plusieurs kilomètres.

Le demandeur a donc souhaité automatiser cet entretien ou rénovation de l'extérieur
10 de ces conduites et mettre en œuvre un robot qui puisse effectuer ces opérations de rénovation.

Toutefois, le cahier des charges imposé pour un tel robot est strict et conséquent, du fait notamment des contraintes fortes intrinsèques aux conduites forcées.

En particulier, en ce qui concerne les moyens de déplacement, un tel robot doit répondre aux spécifications suivantes :

15 - il doit se déplacer à l'extérieur d'une conduite par ses propres moyens et en supportant des charges conséquentes, notamment en vue d'être autonome en réservoirs de peinture pour le revêtement ;

- il doit être facilement adaptable à une gamme de diamètres de conduites différents ;

20 - il doit pouvoir avancer ou reculer, monter ou descendre, même dans des conduites à très forte inclinaison, voire à la verticale ;

- il doit être capable de s'auto-maintenir à l'extérieur de ces conduites, c'est-à-dire par ses propres moyens cela y compris dans des conduites à très forte inclinaison, comme les conduites à la verticale ;

25 - ses principaux paramètres de déplacement (vitesses, cycles...) doivent pouvoir être ajustés précisément et à distance par un opérateur ;

- il doit être capable de passer de petits obstacles internes, inhérents aux conduites qui forment des irrégularités sur la paroi extérieure des conduites, comme par exemple les brides de jonction assemblant deux tuyaux adjacents ;

30 - il doit être capable de passer, par ses propres moyens, les changements d'inclinaison des tuyaux, c'est-à-dire des coudes susceptibles d'être présents dans les conduites forcées, avec notamment un rayon de courbure de coudes pouvant être au minimum égal à 3 fois le diamètre de la conduite.

Il existe donc un besoin de proposer un robot autonome pour la rénovation des surfaces extérieures de conduites, plus particulièrement de conduites forcées, notamment en vue de

répondre aux fortes contraintes de ces dernières, tout en respectant les normes de sécurité dans des environnements contraignants, notamment très difficiles d'accès pour un être humain.

Le but de l'invention est de répondre au moins en partie à ces besoins.

Exposé de l'invention

5 Pour ce faire, l'invention a pour objet un robot autonome, notamment destiné à rénover la surface extérieure d'une conduite, plus particulièrement d'une conduite forcée, comprenant :

- un dispositif d'ancrage amovible comprenant :

• une embase, adaptée pour venir d'appuyer contre la surface extérieure de la conduite,

10 • au moins un collier de serrage réglable, fixé de manière amovible sur l'embase, le collier étant adapté pour s'enrouler autour de la surface extérieure de la conduite et serrer l'embase sur celle-ci ;

- un appareil mobile comprenant :

• un châssis, qui s'étend selon un axe longitudinal (X) ;

15 • une ou plusieurs roues supportées par le châssis, adaptées pour permettre à l'appareil de rouler contre la surface extérieure de la conduite,

• des moyens d'accrochage fixés sur le châssis, adaptés pour accrocher le châssis autour de la surface extérieure de la conduite,

20 • au moins un tambour à câble monté en rotation sur le châssis, l'extrémité libre du câble du tambour étant fixée à l'embase du dispositif d'ancrage,

• au moins un treuil motorisé, de type à câble passant, fixé sur le châssis, le treuil étant adapté pour enrouler ou dérouler le câble fixé à l'embase depuis le tambour, afin de déplacer l'appareil mobile le long de surface extérieure de la conduite forcée tout en assurant sa fixation à la conduite forcée par le câble.

25 Ainsi l'invention consiste essentiellement en un robot autonome pour la rénovation de l'extérieur d'une conduite forcée, comprenant un appareil mobile qui embarque les outils et fluides de rénovation (nettoyage, décapage, peinture) et qui est capable de se maintenir et de se déplacer par lui-même sur la surface de travail pouvant être très fortement inclinée, et dont le déplacement est assuré par un ou plusieurs treuils motorisés embarqués qui viennent s'arrimer à un dispositif
30 d'ancrage amovible qu'il est aisé de déplacer tout le long de la conduite à rénover.

L'enlèvement du dispositif d'ancrage au fur et à mesure de la progression peut se faire aisément manuellement. En effet, il suffit de venir desserrer les colliers de serrage, tels que des sangles, dès que le robot a réalisé la tâche de rénovation (nettoyage, décapage, peinture) dans une

zone de travail de la surface extérieure de conduite forcée, puis enlever l'embase. Le cas échéant, le ou les câbles de treuil peuvent alors être réenroulés sur leur tambour.

Puis, le dispositif d'ancrage peut être fixé dans une autre zone de travail adjacente.

5 Un avantage majeur de l'invention est qu'il n'est pas nécessaire de rapporter/construire une plateforme de treuillage à l'extrémité la plus élevée de la conduite à rénover.

En outre, le fait que le déplacement du robot autonome se fait par treuils motorisés embarqués à partir d'un ancrage amovible que l'on enlève et replace à souhait le long de la conduite à rénover, permet d'envisager une rénovation de conduites sur n'importe quelle longueur. En d'autres termes, il n'y a aucune limitation dans la longueur de conduites à rénover.

10 Par ailleurs, le ou les treuils motorisés embarqués permettent non seulement de garantir un déplacement fiable de l'appareil mobile tout le long de la conduite à rénover mais également d'assurer une sécurité supplémentaire d'accrochage de l'appareil mobile sur cette dernière.

L'appareil mobile emporte l'équipement (outils) strictement nécessaire pour remplir ses tâches de rénovation, qui peuvent inclure le nettoyage, le décapage, la peinture d'une surface
15 extérieure de conduite forcée. Les fluides (eau, grenaille, air d'aspiration ou de soufflage, composants de peinture) peuvent être amenés par des tuyaux flexibles alimentés depuis une plateforme. De cette façon, la masse de l'appareil mobile est minimisée. Ceci permet notamment d'optimiser la vitesse de déplacement et l'énergie requise pour l'accrochage et le déplacement de l'appareil mobile le long de la conduite à rénover.

20 Selon un mode de réalisation avantageux, les moyens d'accrochage comprennent :

- au moins deux bras de rallonge fixés au châssis, qui s'étendent latéralement vers l'extérieur de part et d'autre de ce dernier, la distance séparant l'extrémité libre des deux bras étant supérieure au diamètre de la conduite forcée ;

- au moins deux bras de plaquage supportant chacun une roue d'appui, chaque bras
25 d'appui étant monté pivotant sur un des bras de rallonge autour d'un axe (X1) sensiblement parallèle à l'axe du châssis;

- au moins deux vérins de plaquage montés chacun entre un bras de rallonge et un bras de plaquage, chaque vérin de plaquage étant adapté pour faire pivoter un bras de plaquage et la roue d'appui qu'il supporte, de sorte à plaquer cette dernière avec inclinaison contre la surface
30 extérieure conduite forcée au cours du déplacement de l'appareil.

Ce mode est avantageux, car les bras de rallonge fixés de préférence de manière amovible au châssis peuvent être fixés aisément et rapidement lors de l'installation in situ du robot sur la surface extérieure d'une conduite forcée. En outre, l'actionnement des vérins de plaquage

pour plaquer les roues d'appui ou à l'inverse les relever de la surface extérieure est réalisé en temps réel très facilement.

Selon ce mode, l'appareil mobile comprend de préférence, sur chaque côté longitudinal du châssis:

- 5 - une paire de bras de rallonge, de bras de plaquage et de roues d'appui ;
- une traverse de rigidification reliant les deux bras de rallonge entre eux.

Selon un autre mode de réalisation avantageux, le robot comprend des trains de roues directrices fixés sur le châssis de manière inclinée, chaque train comprenant au moins deux roues directrices, de préférence montées sur un même bogie. On a ainsi un système de direction robuste.

10 Selon une variante avantageuse, il est prévu :

- deux bras de direction indépendants supportant chacun une roue directrice, les bras étant pivotant sur le corps du bogie autour d'un axe (X2) incliné par rapport à l'axe (X) du châssis;
- deux vérins de relevage montés sur le corps du bogie, chaque vérin de relevage étant adapté pour faire pivoter un bras de direction et la roue directrice qu'il supporte, de sorte à les éloigner de la surface extérieure conduite forcée contre laquelle ils sont en appui au cours du déplacement de l'appareil. En cas d'obstacle sur la conduite forcée, tel qu'une bride de fixation de deux portions de conduite adjacentes, on peut ainsi relever aisément et instantanément les roues directrices à proximité de l'obstacle.

Selon une autre variante de réalisation avantageux, l'appareil mobile comprend:

- 20 - quatre trains de roues directrices, répartis deux à deux à l'avant et à l'arrière en définissant l'empattement de l'appareil mobile ;
- une tringlerie de direction commune reliant les quatre trains entre eux.

Le système constitué par les roues directrices et la tringlerie de direction commune constitue en quelque sorte un système anti-vrille. En effet, après un passage d'un coude ou par l'effet d'une dérive lente de déplacement, sans système anti-vrille, il existe un risque que l'appareil mobile change d'orientation longitudinale par rapport à l'axe de la conduite sur laquelle ils se déplace, ou autrement dit qu'il se déplace selon un mouvement en hélice non souhaité, appelé couramment vrille. Mettre en œuvre un système anti-vrille induit permet avantageusement d'abord de contrôler précisément la position de l'outillage ainsi que la position des roues contre la paroi extérieure de la conduite, et donc permet de détecter un passage d'obstacles sur la conduite de manière fiable.

Selon un mode de réalisation avantageux, il est prévu :

- un anneau fixé en bout de l'une des extrémités longitudinales de châssis et dont le diamètre intérieur est supérieur à celui extérieur de la conduite forcée ;

Avantageusement, pour des raisons d'équilibre des efforts et de renforcement de la sécurité, le robot comprend deux treuils motorisés et deux tambours de câble, répartis symétriquement de part et d'autre de l'axe (X) du châssis.

L'invention concerne également un procédé de rénovation de la surface extérieure d'une conduite forcée mis en œuvre par un robot autonome tel que décrit précédemment, comportant les étapes suivantes:

a/ positionnement et accrochage de l'appareil mobile sur une première zone à rénover de la surface extérieure de conduite forcée;

b/ fixation du dispositif d'ancrage à une extrémité de la première zone à rénover ;

c/ mise en fonctionnement du(des) treuil(s) motorisé(s) de sorte à déplacer par treillage depuis le dispositif d'ancrage l'appareil mobile le long de la première zone à rénover;

d/ lors de l'étape c/, réalisation d'une étape de rénovation de la surface extérieure sur la longueur de la première zone; e/ arrêt du déplacement de l'appareil mobile ;

f/ enlèvement du dispositif d'ancrage de l'extrémité de la première zone à rénover;

g/ fixation du dispositif d'ancrage à une extrémité d'une deuxième zone à rénover, dans la continuité de la première zone à rénover ;

h/ mise en fonctionnement du(des) treuil(s) motorisé(s) de sorte à déplacer par treillage depuis le dispositif d'ancrage l'appareil mobile le long de la deuxième zone à rénover;

i/ lors de l'étape h/, réalisation d'une étape de rénovation de la surface extérieure sur

la longueur de la deuxième zone; j/ répétition des étapes e/ à i/ jusqu'à ce que l'étape de rénovation de la longueur souhaitée de la conduite forcée soit achevée ;

k/ enlèvement du dispositif d'ancrage et décrochage puis enlèvement de l'appareil mobile de la conduite forcée.

Description détaillée

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront mieux à la lecture de la description détaillée de l'invention faite à titre illustratif et non limitatif en référence aux figures suivantes parmi lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective de l'appareil mobile d'un exemple de robot autonome selon l'invention en configuration installée et accrochée sur une conduite forcée à rénover ;

- la figure 2 est une autre vue schématique en perspective de l'appareil mobile selon la figure 1 ;

- la figure 2 est une autre vue schématique en perspective de l'appareil mobile selon la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue schématique en perspective du dispositif d'ancrage amovible selon l'invention en configuration fixée autour d'une conduite forcée à rénover ;

5 - la figure 4 est une vue schématique de détail en perspective de l'appareil mobile montrant les treuils motorisés embarqués avec leurs tambours de câble et les câbles déroulés ;

- la figure 5 est une vue schématique en perspective montrant le robot autonome avec les câbles fixés au dispositif d'ancrage, le robot étant en configuration de treuillage en montée le long d'une conduite forcée à rénover, à forte inclinaison ;

10 - la figure 6 est une vue schématique en perspective montrant le robot autonome avec les câbles fixés au dispositif d'ancrage, le robot étant en configuration de treuillage en descente le long d'une conduite forcée à rénover, à forte inclinaison ;

- les figures 7A et 7B sont des vues schématiques de détail montrant les moyens d'accrochage de l'appareil mobile sur une conduite forcée à rénover, respectivement en configuration non accrochée et en configuration accrochée sur ladite conduite ;

- les figures 8A et 8B sont des vues schématiques de détail montrant les trains de roues directrices de l'appareil mobile sur une conduite forcée à rénover, avec une partie des roues avant respectivement en configuration d'appui sur la surface extérieure de la conduite et en configuration relevée pour le passage d'obstacles sur ladite conduite ;

20 - les figures 9A et 9B sont des vues schématiques de détail montrant l'anneau porte-outils de l'appareil mobile, respectivement en configuration fermée autour d'une conduite forcée à rénover non accrochée et en configuration ouverte autour de ladite conduite.

On précise que les termes « avant » et « arrière » se réfèrent à un sens du déplacement d'un robot selon l'invention sur la surface extérieure d'une conduite forcée. Dans l'exemple
25 illustré, le déplacement du robot est réversible : aussi, il va de soi qu'une partie du robot, désignée avant, dans un sens de déplacement du robot dans la conduite devient une partie arrière dans le sens de déplacement opposé.

On a représenté aux figures 1 et 2, la partie mobile d'un robot autonome selon l'invention destiné à réaliser l'inspection par caméra et/ou la rénovation avec décapage par eau
30 et/ou grenailage suivie le cas échéant d'un revêtement de peinture de la surface extérieure d'une conduite forcée.

Le robot 1 comprend ainsi tout d'abord un appareil mobile 2 qui embarque l'ensemble des outils de travail et des fluides (nettoyage, décapage, peinture) nécessaires à la rénovation d'une conduite forcée.

Plus précisément, les outils de travail sont portés par un porte-outil détaillé par la suite et les fluides (eau, grenaille, peinture) alimentent le robot depuis une plateforme fixe dans une zone à proximité de la conduite forcée à rénover.

Les étapes de rénovation ne seront pas décrites ici en détail. Pour l'étape de décapage, de la grenaille, en tant qu'abrasif de décapage de la paroi de conduite forcée, peut être projetée et récupérée par aspiration sur toute la surface extérieure de la paroi. Pour l'étape de revêtement au moyen d'une peinture anti-corrosion, une ou plusieurs peintures peuvent être pulvérisées au moyen d'une ou plusieurs buses de projection fixées sur le porte-outil.

L'appareil mobile 2 comprend tout d'abord un châssis 3 qui s'étend selon un axe longitudinal (X), ainsi qu'une pluralité de trains 4 de roues directrices 40.

Comme visible en figures 1 et 2, ces roues directrices 40 vont permettre à l'appareil de rouler contre la surface extérieure de la conduite forcée lors d'une opération de rénovation de cette dernière. Le fonctionnement des trains de roues 4 sera expliqué plus en détail ci-après.

Pour garantir le maintien de l'appareil mobile 1 sur la conduite forcée, des moyens d'accrochage 5 fixés sur le châssis 3 sont prévus. Ces moyens 5 sont réalisés sous la forme de pinces qui viennent accrocher le châssis 3 autour de la surface extérieure de la conduite C. Le fonctionnement de ces pinces sera également expliqué plus en détail ci-après.

Selon l'invention, afin de permettre le déplacement autonome du robot le long d'une conduite forcée à rénover, un système de treuillage par câbles 9, avec un dispositif d'ancrage amovible 6 et des treuils motorisés 7 et tambours à câble 8 embarqués sur l'appareil mobile est prévu.

En bout de l'extrémité longitudinale avant du châssis 3, est fixé un anneau 10 dont le diamètre intérieur est supérieur à celui extérieur de la conduite forcée C.

Un chariot porte-outil 11 est monté coulissant sur toute la périphérie de l'anneau 10. L'anneau 10 peut par exemple être conformé en une crémaillère sur laquelle une roue déplacement du chariot 11 peut venir s'engrener au moyen d'une motorisation adaptée. Ce chariot 11 sert de support à au moins un outil de rénovation de la conduite forcée. Parmi les outils de rénovation, on peut citer une buse de projection d'eau à haute ou ultra-haute pression, une buse de grenailage, une buse d'aspiration, une buse de projection de peinture anti-corrosion...

Le dispositif d'ancrage amovible 6 est illustré en figure 3 dans sa configuration installée sur la conduite forcée C.

Ce dispositif 6 comprend tout d'abord une embase 60 adaptée pour venir s'appuyer contre la surface extérieure de la conduite,

Des colliers de serrage réglable 61 sont fixés de manière amovible sur l'embase 60 en venant s'enrouler autour de la surface extérieure de la conduite C et serrer l'embase 60 sur celle-ci. Chaque collier 61 peut être constitué par une sangle que l'on vient serrer par exemple au moyen d'un cliquet.

5 Comme visible sur la figure 3, l'embase 60 sert de point d'attache de l'extrémité libre 90 de chaque câble 9 qui est à enrouler ou dérouler depuis un tambour 8 monté en rotation sur le châssis.

10 L'enroulement ou le déroulement de chaque câble 9 par ailleurs fixé à l'embase 90 du dispositif d'ancrage 9 est réalisé par un treuil motorisé 7, de type à câble passant, fixé sur le châssis 2.

Ainsi, le système de treillage 7, 8, 9, permet de déplacer l'appareil mobile 2 le long de surface extérieure de toute conduite forcée à rénover tout en assurant sa fixation à cette dernière par le ou les câbles 9.

15 Un mode de réalisation avantageux de réalisation des treuils embarqués 7 avec leurs tambours à câble 8 respectifs est illustré en figure 4.

Sur cette figure 4, on voit que deux treuils motorisés 7 et deux tambours de câble 8, sont agencés en étant répartis symétriquement de part et d'autre de l'axe X du châssis 3.

20 Chaque treuil 7 est fixé sur une potence 70 elle-même fixée directement au châssis 3. Le moteur 71 du treuil est agencé sur un côté de la potence 70 tandis que le mécanisme d'entraînement par traction 7 du câble 9 est agencé de l'autre côté.

Une poulie de renvoi 72 est montée en rotation sur la potence 70. Autour de chaque poulie de renvoi 72 tourne le câble 9 provenant d'un tambour 8 après son passage dans le mécanisme d'entraînement 7 du treuil motorisé.

25 Chaque tambour 8 est monté en rotation sur un support 80 fixé directement sur le châssis 3. Afin de permettre le déroulement ou l'enroulement d'un câble 9 respectivement depuis ou vers un tambour 8 à partir d'un treuil motorisé 7, un moteur 81 d'entraînement en rotation du tambour 8 est fixé sur son support 80. On peut asservir la vitesse d'entraînement du moteur 81 à celle du moteur 7 du treuil afin de guider au mieux le câble 9 lors de son enroulement ou déroulement.

30 Une poulie de déflexion 82 est montée en rotation sur le support 80 de tambour 8. Le câble 9 provenant du treuil motorisé 7 est donc guidé et défléchi par cette poulie de déflexion 82.

Les figures 5 et 6 illustrent deux configurations alternatives de treillage de l'appareil mobile 2 à partir du dispositif d'ancrage 6 serré autour d'une conduite forcée C, inclinée.

La figure 5 illustre la configuration selon laquelle l'appareil mobile 2 se déplace en montée vers le dispositif d'ancrage 6. Dans cette configuration, chaque câble 9 dont l'extrémité libre 90 est fixée à l'embase 60 est enroulé par un treuil motorisé 7 sur un tambour 8 correspondant. Le câble 9 passe par la poulie de déflexion 82 puis par la poulie de renvoi 72 afin d'être renvoyé
5 vers le treuil motorisé 7 puis est enroulé dans le tambour correspondant 8.

La figure 6 illustre la configuration selon laquelle l'appareil mobile 2 se déplace en descente depuis le dispositif d'ancrage 6. Dans cette configuration, chaque câble 9 dont l'extrémité libre 90 est fixée à l'embase 60 est déroulé par un treuil motorisé 7 sur un tambour 8 correspondant. Le câble 9 est déroulé depuis le tambour 8 puis passe par la poulie de renvoi 72 afin d'être renvoyé
10 vers le treuil motorisé 7 puis vers le dispositif d'ancrage 6. Ici, la poulie de déflexion 82 n'est pas utilisée car le câble 9 est déroulé depuis le tambour 8 dans le plan de la poulie de renvoi 72 et du mécanisme d'entraînement 7 du treuil motorisé.

Les figures 7A et 7B illustrent un mode de réalisation avantageux des moyens d'accrochage 5 et leur mise en place sur la conduite forcée.

Ces moyens 5 comprennent ici quatre bras de rallonge 50 fixés au châssis 3, qui s'étendent latéralement vers l'extérieur deux à deux de part et d'autre de ce dernier. La distance séparant l'extrémité libre de deux bras de rallonge 50 de part et d'autre du châssis est supérieure au diamètre de la conduite forcée.
15

Sur chaque bras de rallonge 50, un bras de plaquage 51 est monté pivotant autour d'un axe X1 sensiblement parallèle à l'axe du châssis. Chaque bras de plaque 51 supporte une roue d'appui 52.
20

Un vérin de plaquage 53 est monté entre un bras de rallonge 50 et un bras de plaquage 51.

Ainsi, lorsqu'on actionne dans un sens un vérin de plaquage 53, la tige 54 de celui-ci passe d'une position rétractée (figure 7A) à une position déployée (figure 7B), ce qui provoque le pivotement du bras de plaquage 51 et de la roue d'appui 52. Dans la position déployée des tiges de vérin 54, telle qu'illustré en figure 7B, les roues d'appui 52 sont toutes plaquées avec inclinaison contre la surface extérieure conduite forcée et génèrent ainsi des efforts de maintien du châssis vers l'intérieur de la conduite. Par-là, le châssis 3 est accroché sur la conduite forcée.
25

Le relèvement des roues d'appui 52 et des bras de plaquage 51 associés est réalisé par actionnement en sens inverse des vérins de plaquage 53, c'est-à-dire par rétractation des tiges de vérin 54. Le relèvement des bras de plaquage 51 avec leurs roues d'appui 52 peut par exemple être réalisé lorsqu'au cours du déplacement de l'appareil mobile sur la conduite forcée C, celui-ci rencontre des brides de jonction J entre portions adjacentes de conduites et qui délimitent un
30

diamètre supérieur au diamètre extérieur de la conduite C qui constitue la surface de roulage de l'appareil mobile 2.

Pour rigidifier l'accrochage du châssis 3, on peut prévoir d'agencer sur chaque côté longitudinal du châssis, une traverse de rigidification 55 qui relie les deux bras de rallonge 50 entre eux.

Les figures 8A et 8B illustrent un mode de réalisation avantageux des trains de roues directrices 4 et leur relèvement de la conduite forcée sur laquelle elles sont appuyées.

Plus précisément, quatre trains de roue 4 sont fixés sur la châssis 3 en étant répartis symétriquement de part et d'autre de l'axe longitudinal X de ce dernier et deux à deux à l'avant et à l'arrière en définissant l'empattement de l'appareil mobile 2.

On peut prévoir avantageusement une tringlerie de direction commune reliant les quatre trains 4 de roues directrices entre eux. Cette tringlerie commune avec les trains de roues directrices constitue en quelque sorte un système anti-vrille, qui va donc permettre d'éviter que l'appareil en déplacement sur la conduite forcée ne se déplace selon un mouvement en hélice non souhaité.

Chaque train 4 comprend un bogie 40 sur lequel deux roues directrices 41 sont montées pivotantes. Plus précisément, chaque roue directrice 41 est supportée par un bras de direction indépendant 42 monté pivotant sur le corps du bogie 40 autour d'un axe X2 incliné par rapport à l'axe longitudinal X du châssis 3.

Deux vérins de relevage 43 sont montés sur le corps du bogie 40. L'actionnement d'un vérin de relevage 43 permet de faire pivoter un bras de direction 42 et la roue directrice 41 qu'il supporte, de sorte à les éloigner de la surface extérieure conduite forcée contre laquelle ils sont en appui au cours du déplacement de l'appareil.

Ainsi, lorsqu'on souhaite que l'appareil mobile 2 franchisse un obstacle sur la surface extérieure de la conduite, plus particulièrement une jonction J entre deux portions de conduite adjacentes, on actionne uniquement les vérins de relevage 43 des roues avant 41 des trains avant 4 pour relever celles-ci (figures 8B) tout en maintenant en appui les autres roues contre la surface extérieure de la conduite forcée C. Puis on déplace l'appareil mobile jusqu'à ce que ces roues avant aient franchi l'obstacle. Une fois cet obstacle franchi, on actionne les vérins de relevage 43 dans un sens inverse pour abaisser les roues avant 41.

On procède alors de manière identique avec les roues arrière 41 des trains avant 4.

On procède ensuite de la même manière avec les trains arrière qu'avec les trains avant, ce qui permet à l'ensemble de l'appareil mobile 2 d'avoir franchi l'obstacle.

Les figures 9A et 9B illustrent un mode de réalisation avantageux de l'anneau support du porte-outil et son ouverture en deux parties, pour le franchissement d'un obstacle sur la conduite forcée, notamment une bride de jonction J entre deux portions de conduite adjacente.

L'anneau 10 comprend un support 12 fixé directement sur l'extrémité avant du châssis 3 et sur lequel sont montés pivotants deux arceaux 13, 13, avantageusement identiques, qui dans leur position fermée définissent la piste annulaire de coulissement du porte-outil 11 (figure 9A).

Un vérin d'ouverture 14 est fixé entre le support 12 et chacun des arceaux 13.

Lorsqu'on souhaite franchir un obstacle sur la surface extérieure de la conduite, plus particulièrement une jonction J entre deux portions de conduite adjacentes, on actionne les vérins d'ouverture 14, ce qui provoque l'écartement l'un de l'autre des arceaux 13 sur une distance supérieure au diamètre le plus grand de l'obstacle à franchir (figure 9B)

On décrit maintenant les différentes étapes de rénovation d'une conduite forcée par un robot autonome 1 qui vient d'être détaillé.

Etape a/ : on vient positionner et accrocher l'appareil mobile 2 sur une première zone à rénover de la surface extérieure de conduite forcée.

Le positionnement de l'appareil mobile peut se faire avantageusement par hélitreuillage.

L'accrochage est réalisé par l'actionnement des vérins de plaquage 53 qui provoquent la mise en appui des roues d'appui 52 contre la conduite forcée selon des forces d'appui convergentes dirigées vers l'intérieur de celle-ci.

Etape b/ : on vient fixer le dispositif d'ancrage 6 à une extrémité de la première zone à rénover. Plus précisément, on vient mettre en appui l'embase 60 contre la surface extérieure de la conduite forcée, de préférence sur le dessus puis on vient fixer l'embase au moyen des colliers de serrage 61. A ce stade, les extrémités libres 90 des câbles 9 sont fixées sur l'embase 60.

Etape c/ : on met en fonctionnement les treuils motorisés 7 de sorte à déplacer l'appareil mobile 2 par treuillage soit en montée (figure 5), soit en descente (figure 6), depuis le dispositif d'ancrage 6 tout le long de la première zone à rénover.

Etape d/ : Lors du treuillage selon l'étape c/, on réalise une étape de rénovation de la surface extérieure sur la longueur de la première zone. Cette étape de rénovation peut être un nettoyage, un décapage par grenailage ou l'application d'une peinture anti-corrosion sur la surface extérieure de la conduite forcée.

Etape e/: une fois l'appareil mobile 2 ayant rejoint le dispositif d'ancrage 6, on procède à l'arrêt du déplacement de l'appareil mobile 2.

Etape f/: on enlève alors le dispositif d'ancrage 6 de l'extrémité de la première zone à rénover.

5 Etape g/: on vient à nouveau fixer le dispositif d'ancrage 6 mais à une extrémité d'une deuxième zone à rénover, dans la continuité de la première zone à rénover.

Etape h/: on met en fonctionnement les treuils motorisés 7 de sorte à déplacer l'appareil mobile 2 par treuillage depuis le dispositif d'ancrage 6 le long de la deuxième zone à rénover.

10 Etape i/: lors du treuillage selon l'étape h/, on réalise une étape de rénovation de la surface extérieure sur la longueur de la deuxième zone.

Etape j/: on répète l'ensemble des étapes e/ à i/ jusqu'à ce que l'étape de rénovation de la longueur souhaitée de la conduite forcée soit achevée

15 Etape k/: on enlève alors le dispositif d'ancrage 6 et on procède au décrochage puis à l'enlèvement de l'appareil mobile 2 de la conduite forcée.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits ; on peut notamment combiner entre elles des caractéristiques des exemples illustrés au sein de variantes non illustrées.

20 D'autres variantes et avantages de l'invention peuvent être réalisés sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

En particulier, si dans les exemples illustrés, un treuil motorisé embarqué est agencé sur le châssis à distance du tambour à câble à partir duquel le câble de treuillage est déroulé, on peut envisager de les regrouper dans un seul et même équipement fixé sur le châssis.

25 De même, si dans les exemples illustrés, les tambours à câble sont fixés à l'avant du châssis et les treuils motorisés à l'arrière, on peut bien évidemment réaliser un agencement inverse, i.e. avec les treuils motorisés à l'avant du châssis et les tambours à câble à l'arrière.

REVENDEICATIONS

- 5 1. Robot autonome (1), notamment destiné à rénover la surface extérieure d'une conduite, plus particulièrement d'une conduite forcée, comprenant :
- un dispositif d'ancrage amovible (6) comprenant :
 - une embase (60), adaptée pour venir s'appuyer contre la surface extérieure de la conduite,
 - au moins un collier de serrage réglable (61), fixé de manière amovible sur 10 l'embase, le collier étant adapté pour s'enrouler autour de la surface extérieure de la conduite et serrer l'embase sur celle-ci ;
 - un appareil mobile (2) comprenant :
 - un châssis (3), qui s'étend selon un axe longitudinal (X)
 - une ou plusieurs roues (4, 40, 41, 42) supportées par le châssis, adaptées pour 15 permettre à l'appareil de rouler contre la surface extérieure de la conduite,
 - des moyens d'accrochage (5, 50, 51, 52, 53) fixés sur le châssis, adaptés pour accrocher le châssis autour de la surface extérieure de la conduite,
 - au moins un tambour à câble (8) monté en rotation sur le châssis, l'extrémité libre du câble du tambour étant fixée à l'embase du dispositif d'ancrage,
 - au moins un treuil motorisé (7), de type à câble passant, fixé sur le châssis, le 20 treuil étant adapté pour enrouler ou dérouler le câble fixé à l'embase depuis le tambour, afin de déplacer l'appareil mobile le long de surface extérieure de la conduite forcée tout en assurant sa fixation à la conduite forcée par le câble.
- 25 2. Robot autonome (1) selon la revendication 1, les moyens d'accrochage (5) comprenant :
- au moins deux bras de rallonge (50) fixés au châssis, qui s'étendent latéralement vers l'extérieur de part et d'autre de ce dernier, la distance séparant l'extrémité libre des deux bras étant supérieure au diamètre de la conduite forcée ;
 - au moins deux bras de plaquage (51) supportant chacun une roue d'appui (52), 30 chaque bras d'appui étant monté pivotant sur un des bras de rallonge autour d'un axe (X1) sensiblement parallèle à l'axe du châssis;
 - au moins deux vérins de plaquage (53) montés chacun entre un bras de rallonge et un bras de plaquage, chaque vérin de plaquage étant adapté pour faire pivoter un bras de plaquage et

la roue d'appui qu'il supporte, de sorte à plaquer cette dernière avec inclinaison contre la surface extérieure conduite forcée au cours du déplacement de l'appareil.

3. Robot autonome (1) selon la revendication 2, l'appareil mobile comprenant, sur chaque côté longitudinal du châssis:

- 5
- une paire de bras de rallonge, de bras de plaquage et de roues d'appui ;
 - une traverse de rigidification (55) reliant les deux bras de rallonge entre eux.

4. Robot autonome (1) selon l'une des revendications précédentes, l'appareil mobile comprenant des trains (4) de roues directrices fixés sur le châssis de manière inclinée, chaque train comprenant au moins deux roues directrices (41).

10 5. Robot autonome (1) selon la revendication 4, les deux roues directrices étant montées sur un même bogie (40).

6. Robot autonome (1) selon la revendication 5, le bogie comprenant :

- 15
- deux bras de direction (42) indépendants supportant chacun une roue directrice, les bras étant pivotant sur le corps du bogie autour d'un axe (X2) incliné par rapport à l'axe (X) du châssis ;

- deux vérins de relevage (43) montés sur le corps du bogie, chaque vérin de relevage étant adapté pour faire pivoter un bras de direction et la roue directrice qu'il supporte, de sorte à les éloigner de la surface extérieure conduite forcée contre laquelle ils sont en appui au cours du déplacement de l'appareil.

20 7. Robot autonome (1) selon l'une des revendications 4 à 6, l'appareil mobile comprenant :

- quatre trains de roues directrices, répartis deux à deux à l'avant et à l'arrière en définissant l'empattement de l'appareil mobile ;
- une tringlerie de direction commune reliant les quatre trains entre eux.

25 8. Robot autonome (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant :

- un anneau (10) fixé en bout de l'une des extrémités longitudinales de châssis et dont le diamètre intérieur est supérieur à celui extérieur de la conduite forcée ;

- un chariot porte-outil (11) monté coulissant sur toute la périphérie de l'anneau, le chariot étant adapté pour porter au moins un outil de rénovation de la conduite forcée.

30 9. Robot autonome (1) selon l'une des revendications précédentes, comprenant deux treuils motorisés et deux tambours de câble, répartis symétriquement de part et d'autre de l'axe (X) du châssis.

10. Procédé de rénovation de la surface extérieure d'une conduite forcée mis en œuvre par un robot autonome selon l'une des revendications précédentes, comportant les étapes suivantes:

- 5 a/ positionnement et accrochage de l'appareil mobile sur une première zone à rénover de la surface extérieure de conduite forcée;
- b/ fixation du dispositif d'ancrage à une extrémité de la première zone à rénover ;
- c/ mise en fonctionnement du(des) treuil(s) motorisé(s) de sorte à déplacer par treuillage depuis le dispositif d'ancrage l'appareil mobile le long de la première zone à rénover ;
- 10 d/ lors de l'étape c/, réalisation d'une étape de rénovation de la surface extérieure sur la longueur de la première zone ;
- e/ arrêt du déplacement de l'appareil mobile ;
- f/ enlèvement du dispositif d'ancrage de l'extrémité de la première zone à rénover ;
- g/ fixation du dispositif d'ancrage à une extrémité d'une deuxième zone à rénover, dans la continuité de la première zone à rénover ;
- 15 h/ mise en fonctionnement du(des) treuil(s) motorisé(s) de sorte à déplacer par treuillage depuis le dispositif d'ancrage l'appareil mobile le long de la deuxième zone à rénover ;
- i/ lors de l'étape h/, réalisation d'une étape de rénovation de la surface extérieure sur la longueur de la deuxième zone;
- j/ répétition des étapes e/ à i/ jusqu'à que l'étape de rénovation de la longueur souhaitée
- 20 de la conduite forcée soit achevée;
- k/ enlèvement du dispositif d'ancrage et décrochage puis enlèvement de l'appareil mobile de la conduite forcée.

Fig.1

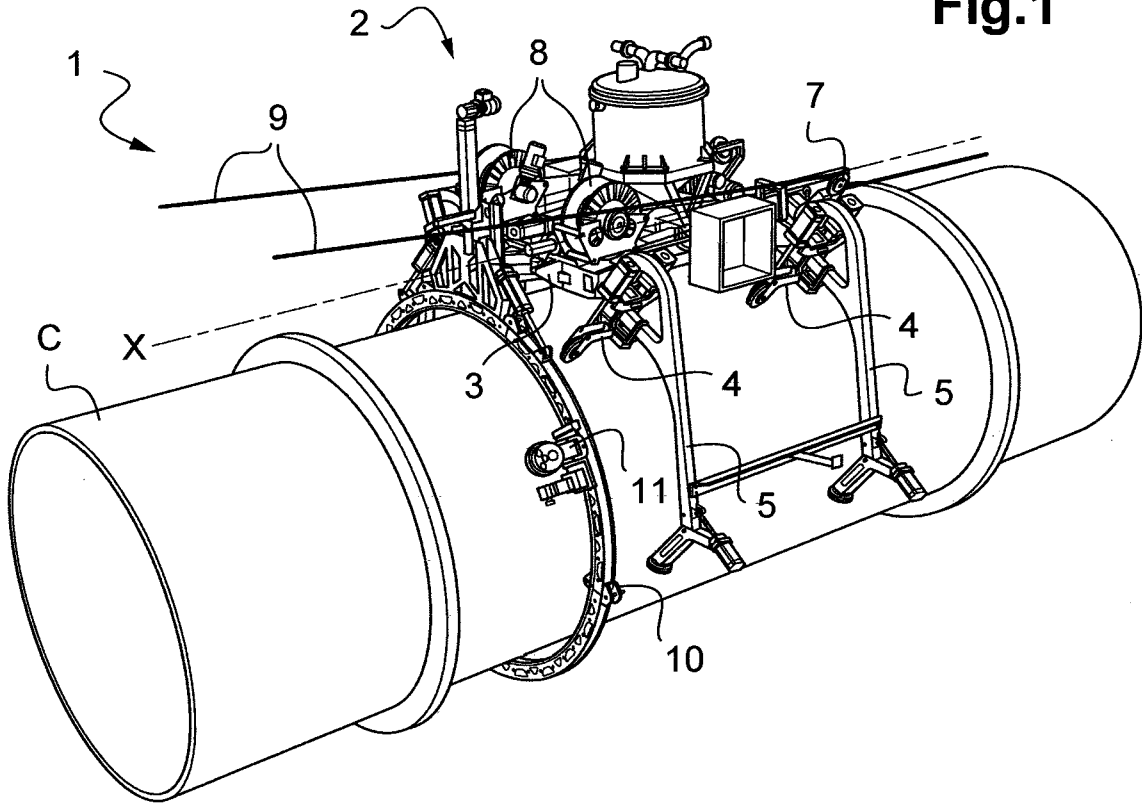


Fig.2

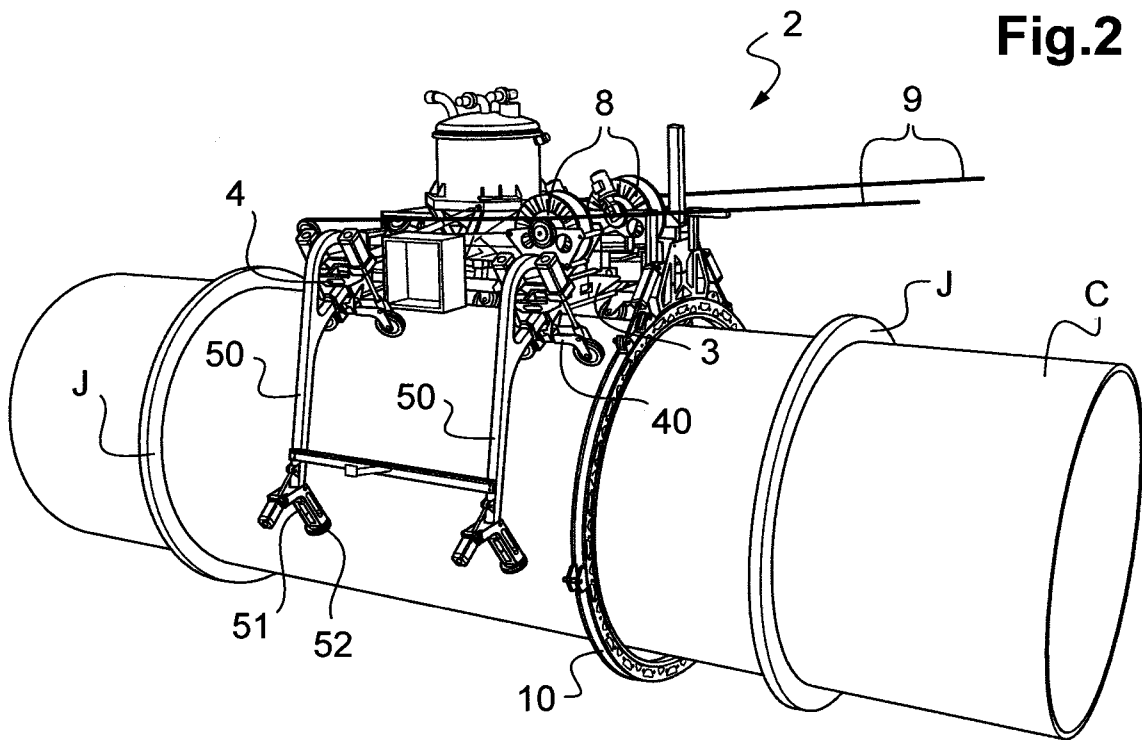


Fig.3

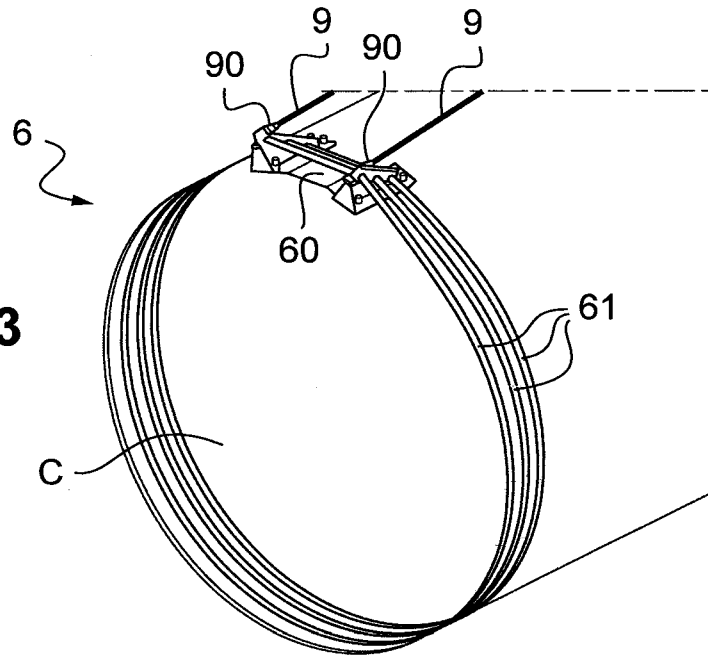


Fig.4

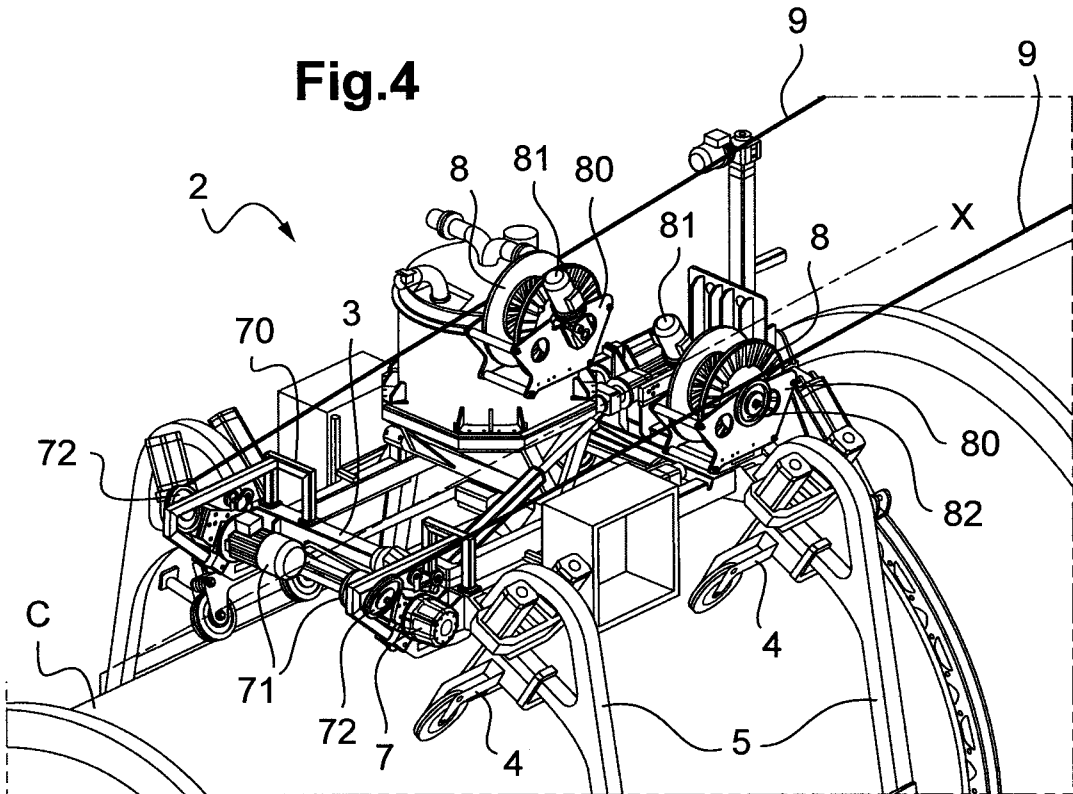


Fig.5

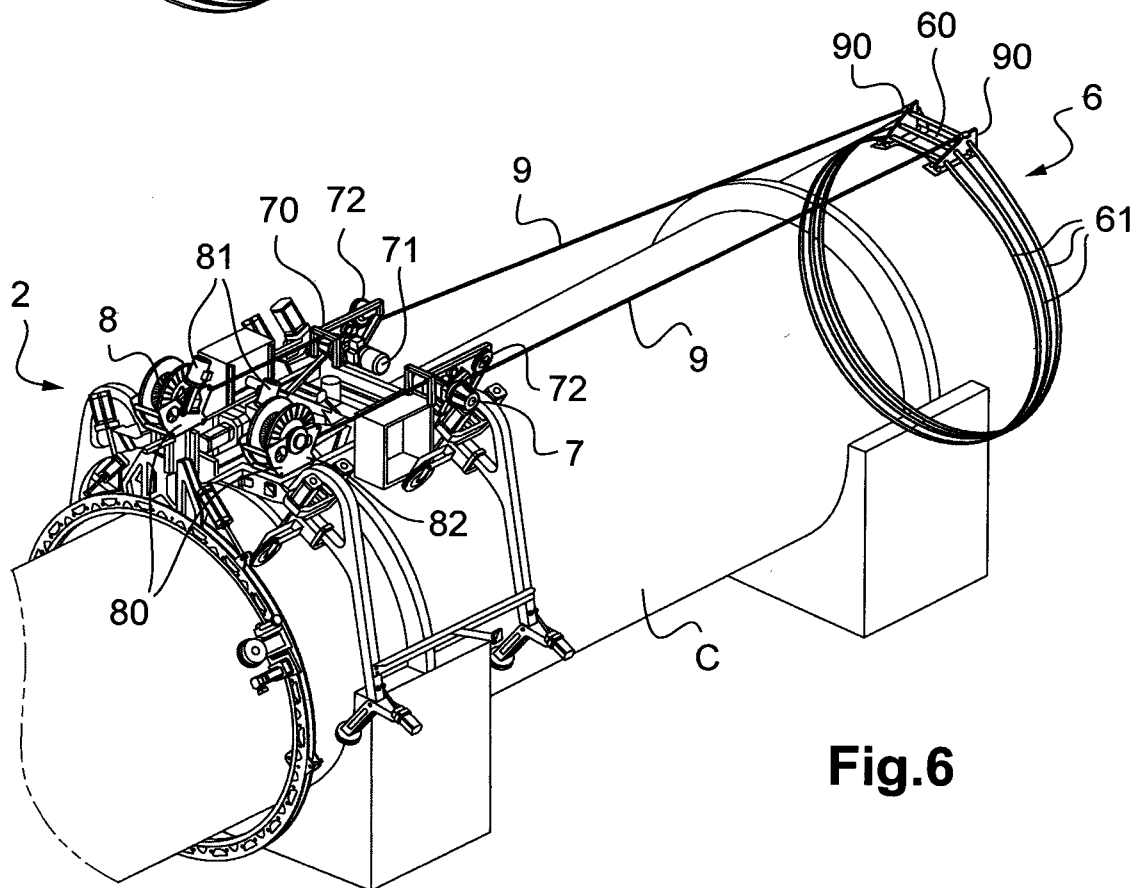
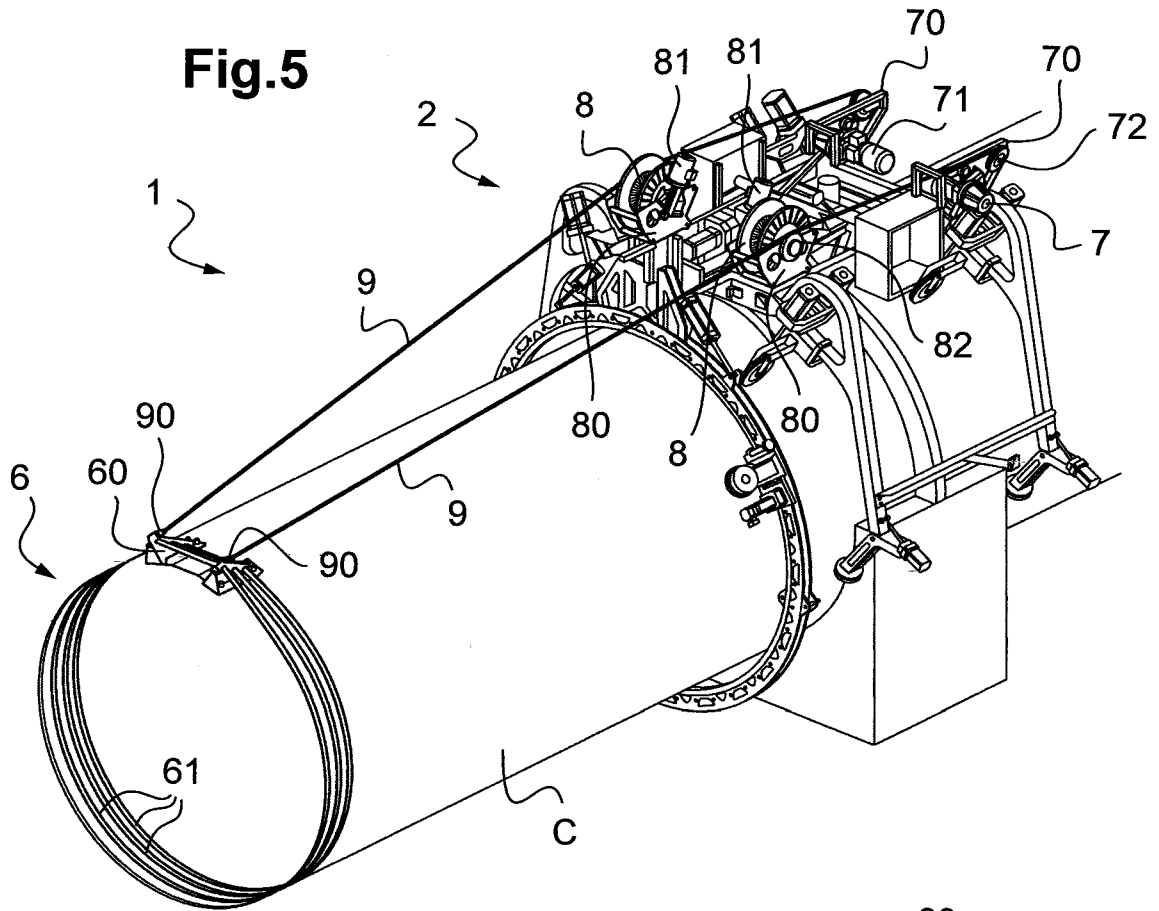


Fig.6

Fig.7A

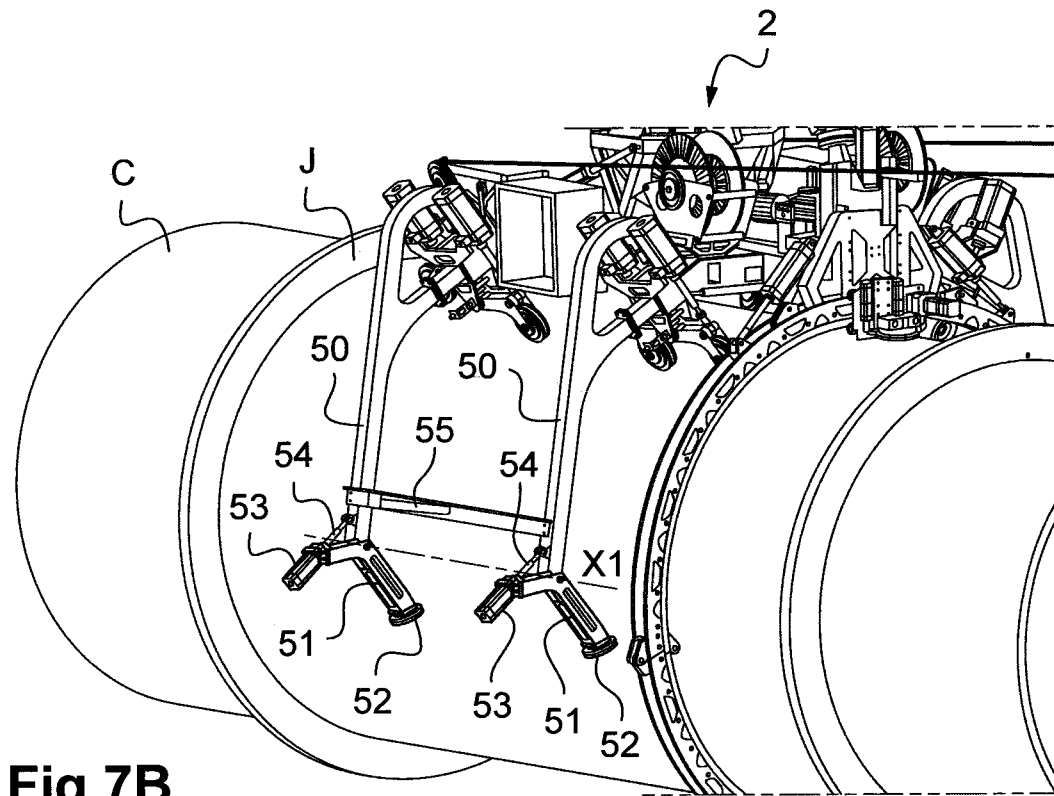
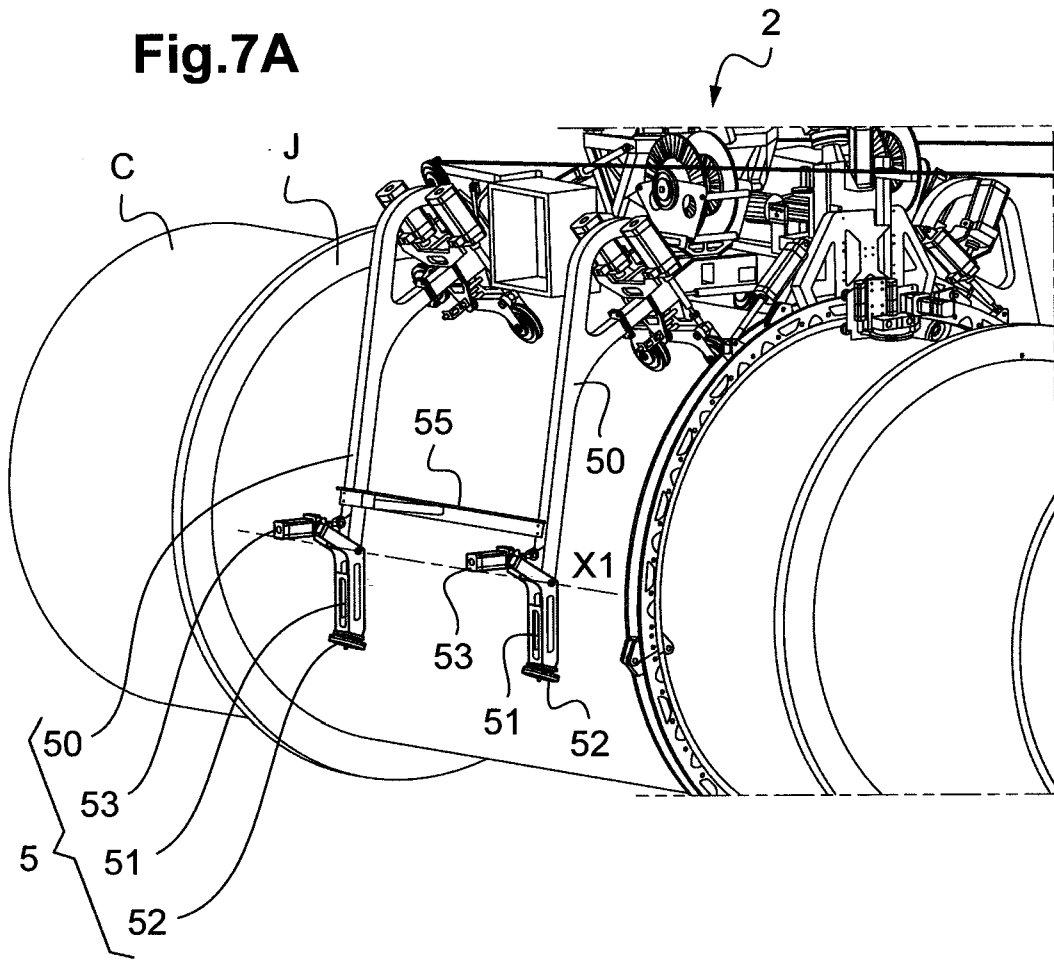


Fig.7B

Fig.8A

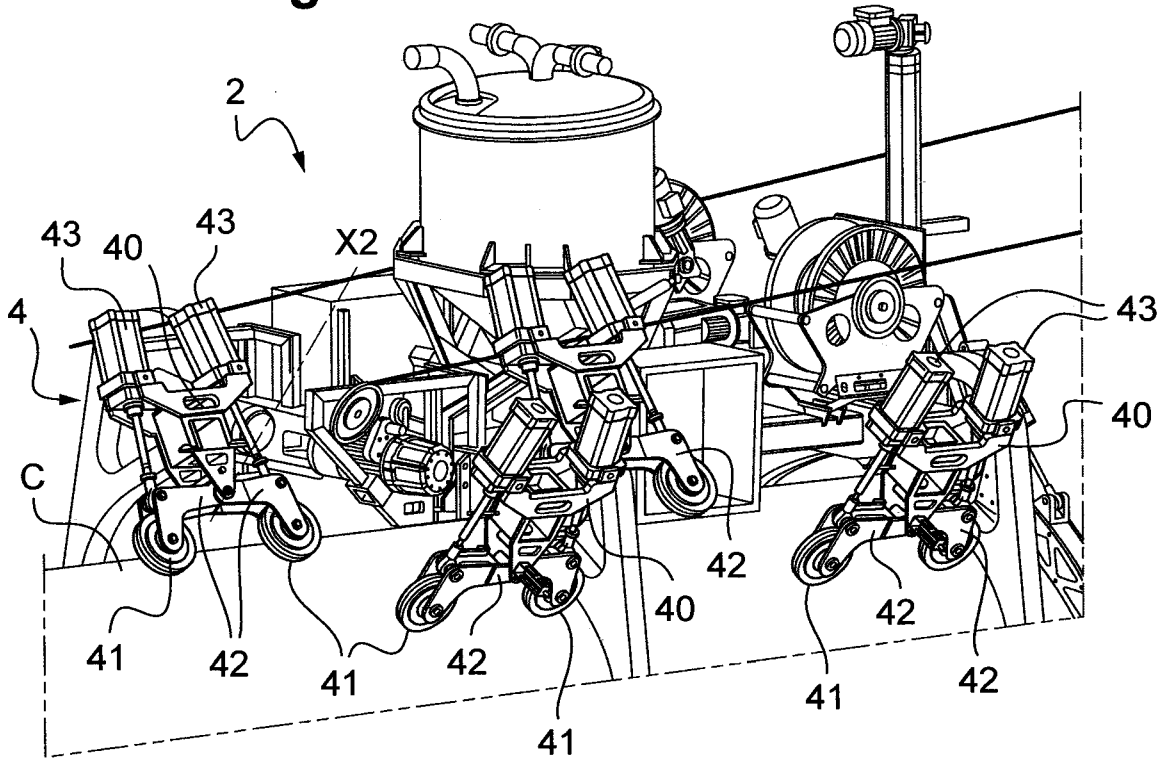


Fig.8B

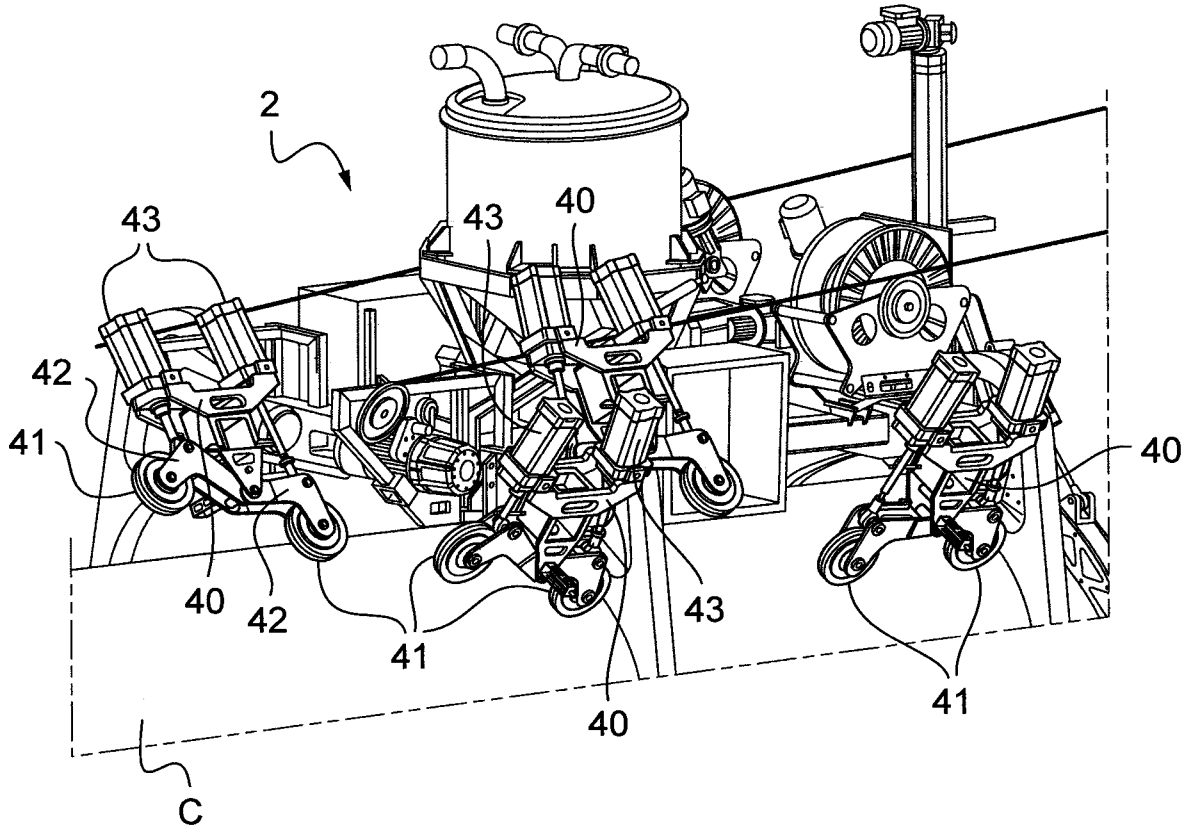


Fig.9A

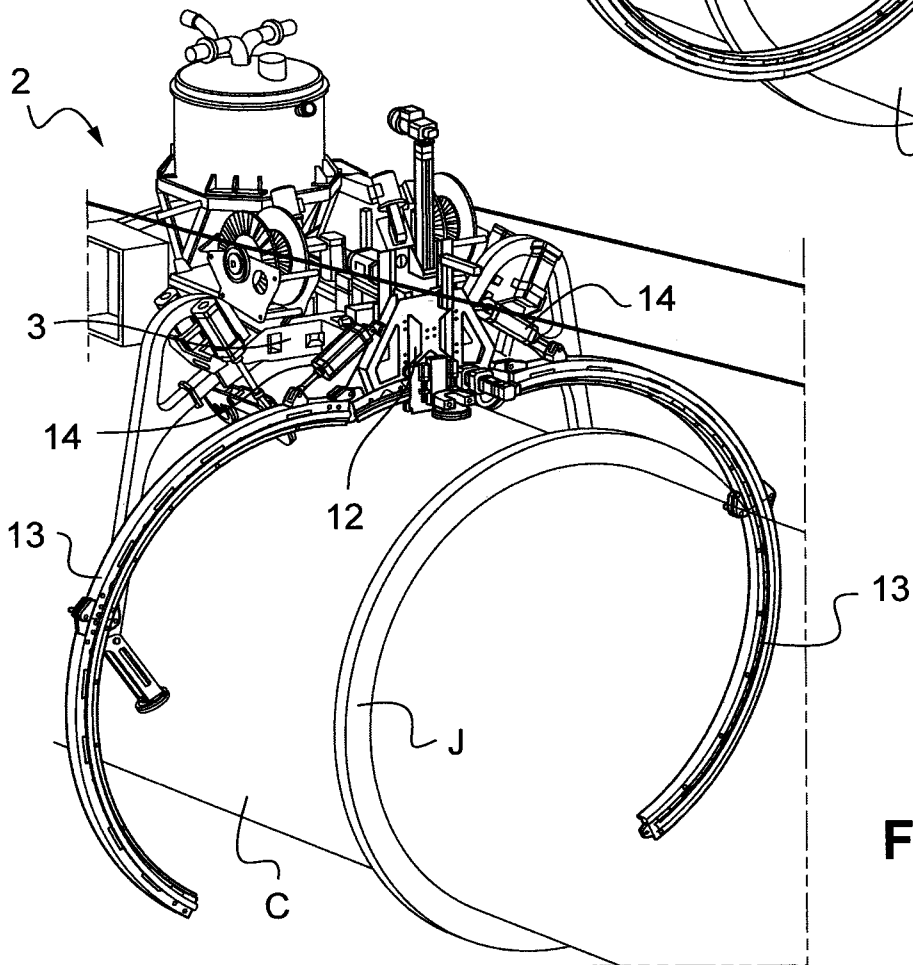
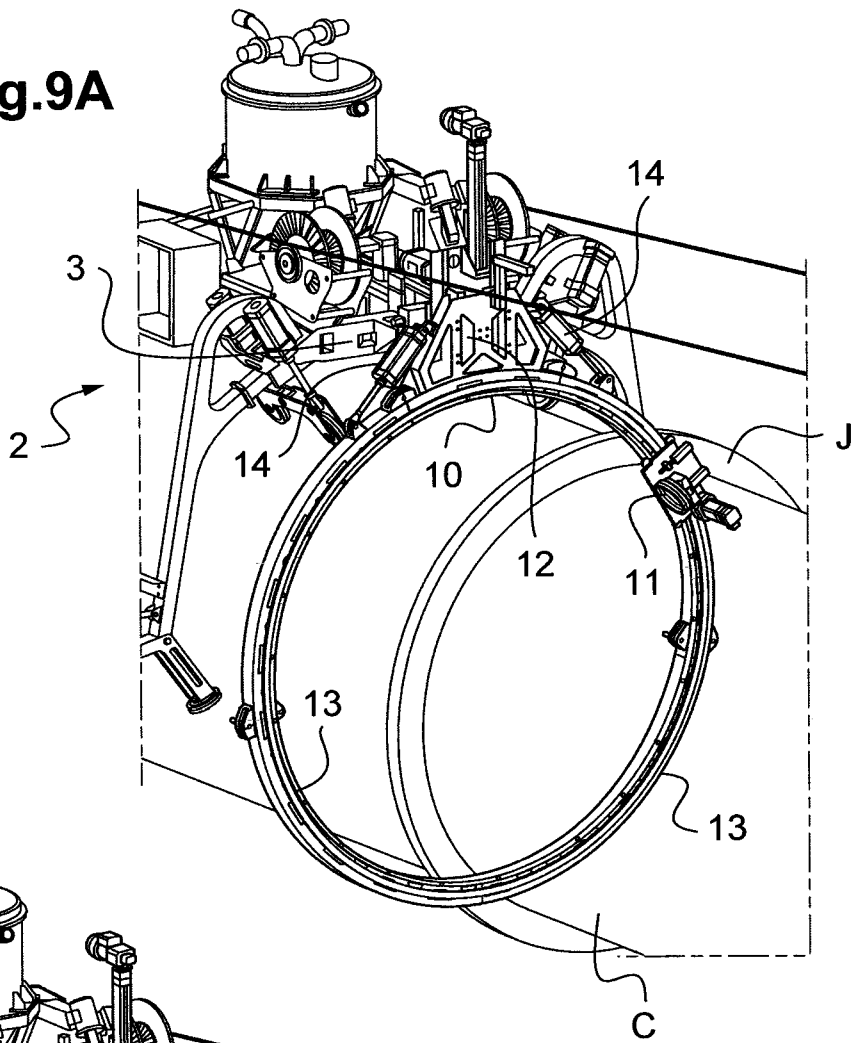


Fig.9B

**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 852308
 FR 1852685

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2010/226724 A1 (DOLESHAL DONALD L [US]) 9 septembre 2010 (2010-09-09) * alinéa [0017] - alinéa [0018] * * alinéa [0031] - alinéa [0034]; figures * -----	1,10	F16L55/00 F16L58/02 F17D5/00 B25J5/02
Y	US 8 844 463 B2 (BAMFORD BRAD [CA]; AUTOMATIC COATING LTD [CA]) 30 septembre 2014 (2014-09-30) * colonne 3, ligne 25 - colonne 5, ligne 54; figures *	1,4,5,8, 10	
Y	US 2014/054390 A1 (OLIVER RICHARD TIMOTHY [US]) 27 février 2014 (2014-02-27) * alinéa [0013] - alinéa [0022]; figures *	1,4,5,8, 10	
A	GB 2 119 679 A (BROWN DONALD GRAHAM) 23 novembre 1983 (1983-11-23) * page 1, ligne 97 - page 2, ligne 47; figures 1-3 *	1-10	
A	DE 295 02 234 U1 (PEINIGER ERNST GMBH [DE]) 24 mai 1995 (1995-05-24) * page 3, alinéa 4 - page 5, alinéa 6; figures 1, 2 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) B05B
A	US 9 339 670 B1 (BURNHAM ROBERT J [US] ET AL) 17 mai 2016 (2016-05-17) * colonne 4, ligne 52 - colonne 5, ligne 59; figures 1-11 *	1-10	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 décembre 2018		Daintith, Edward	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1852685 FA 852308**

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 **13-12-2018**

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 2010226724	A1	09-09-2010	AUCUN	

US 8844463	B2	30-09-2014	CA 2764099 A1	14-07-2012
			US 2012272897 A1	01-11-2012
			US 2015183008 A1	02-07-2015
			US 2016114363 A1	28-04-2016
			US 2018354004 A1	13-12-2018
			WO 2012094767 A1	19-07-2012

US 2014054390	A1	27-02-2014	AUCUN	

GB 2119679	A	23-11-1983	AUCUN	

DE 29502234	U1	24-05-1995	AUCUN	

US 9339670	B1	17-05-2016	AUCUN	

EPO FORM P0485

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82