

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

**3 137 431**

②1 N° d'enregistrement national : **22 06588**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : *F 16 L 41/08 (2022.01), B 23 P 11/00, B 25 J 9/00*

①2

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 **Date de dépôt** : 30.06.22.

③0 **Priorité** :

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 05.01.24 Bulletin 24/01.

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)** : *NAVAL GROUP Société anonyme — FR.*

⑦2 **Inventeur(s)** : *KELLER Delphine, DELOUCHE Tony et DABIN Léonard.*

⑦3 **Titulaire(s)** : *NAVAL GROUP Société anonyme.*

⑦4 **Mandataire(s)** : *Lavoix.*

⑤4 **Procédé de piquage de tubes.**

⑤7 **Procédé de piquage de tube s**  
Le procédé comporte la fourniture d'un robot industriel (16) comprenant un effecteur (18) portant un outil de découpage (26) et programmable au moyen d'une unité informatisée de programmation (22) comprenant une interface homme-machine (24). Un tube (14) est mis en place sur un support (28). Le robot (16) est programmé, en renseignant notamment, au moyen de l'interface homme-machine (24), un diamètre du premier tube (12), un diamètre du second tube (14), une direction de piquage et une position de piquage. Une trajectoire de découpage d'une ouverture de piquage (32) dans le second tube (14) est alors calculée sur la base d'équations définissant une forme de l'ouverture (32). L'ouverture (32) est ensuite découpée par le robot industriel (16), en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.

Figure pour l'abrégié: Figure 1

**FR 3 137 431 - A1**



## Description

### Titre de l'invention : Procédé de piquage de tubes

- [0001] La présente invention concerne un procédé de piquage d'un premier tube sur un second tube.
- [0002] On rappellera ici que le piquage est une opération consistant à raccorder un tube sur un autre tube, en réalisant une ouverture de piquage sur la paroi de l'un des tubes.
- [0003] Différents procédés de piquage sont connus dans l'état de la technique.
- [0004] On connaît notamment des systèmes mécaniques équipés de plaquettes de coupe et basé sur un mécanisme d'arbre à came.
- [0005] On connaît également des machines équipées de matrice à un diamètre donné telle que les ponceuses à bande.
- [0006] Les dispositifs connus sont peu adaptables car ils ne permettent généralement de découper que des tubes d'un seul diamètre prédéfini.
- [0007] Ainsi, l'utilisation de tels dispositifs peut être justifiée dans des industries où des pièces sont fabriquées en grande série, ce n'est souvent pas le cas dans l'industrie navale où l'occurrence des pièces est faible et les gammes de diamètre de tuyau et matériau sont différents.
- [0008] L'invention a notamment pour but de remédier à cet inconvénient, en proposant un procédé de piquage aisément adaptable à des diamètres de tubes différents.
- [0009] A cet effet, l'invention a notamment pour objet un procédé de piquage d'un premier tube sur un second tube, caractérisé en ce qu'il comporte :
- [0010] - une étape de fourniture d'un robot industriel comprenant un effecteur portant un outil de découpage, ledit robot industriel étant programmable au moyen d'une unité informatisée de programmation comprenant une interface homme-machine,
- [0011] - une étape de mise en place du second tube sur un support,
- [0012] - une étape de programmation du robot industriel, renseignant notamment, au moyen de l'interface homme-machine, un diamètre du premier tube, un diamètre du second tube, une direction de piquage et une position de piquage,
- [0013] - une étape informatisée de calcul d'un ensemble de points d'une trajectoire de découpage d'une ouverture de piquage dans le second tube, sur la base d'équations définissant une forme de l'ouverture de piquage,
- [0014] - une étape de découpe de l'ouverture de piquage dans le second tube, par le robot industriel, en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.
- [0015] L'invention prévoit d'équiper un robot industriel d'une torche plasma pour effectuer une découpe sur un tube en vue d'un piquage, quel que soit le diamètre du tube. Ce diamètre est notamment renseigné pour le calcul de la trajectoire de découpe, au moyen d'équations prédéfinies.

- [0016] Un procédé de piquage selon l'invention peut comporter en outre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises seules ou selon toutes combinaisons techniquement envisageables.
- [0017] - Le procédé de piquage comporte une seconde étape de mise en place du premier tube sur le support, une seconde étape informatisée de calcul d'un second ensemble de points d'une trajectoire de découpage d'une embouchure de piquage sur le premier tube, sur la base d'équations définissant une forme de l'embouchure de piquage, et une seconde étape de découpe du premier tube, par le robot industriel, en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.
- [0018] - Le support présente deux bords convergeant pour former un réceptacle en forme de V destiné à recevoir le tube.
- [0019] - L'ouverture de piquage est du type « gueule de loup ».
- [0020] - Le robot industriel est équipé d'un laser destiné à projeter sur le second tube la position du piquage.
- [0021] - L'effecteur est mobile sur six degrés de liberté.
- [0022] - L'outil de découpage est une torche plasma.
- [0023] L'invention concerne également un dispositif de piquage pour la mise en œuvre du procédé de piquage défini ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comporte :
- [0024] - un robot industriel comprenant un effecteur portant un outil de découpage, ledit robot industriel étant programmable au moyen d'une unité informatisée de programmation comprenant une interface homme-machine,
- [0025] - au moins un support de réception du second tube,
- [0026] dans lequel l'unité informatisée de programmation est configurée pour calculer une trajectoire de découpage d'une ouverture de piquage dans le second tube, sur la base d'équations définissant une forme de l'ouverture de piquage, et de données comprenant un diamètre du premier tube, un diamètre du second tube, une direction de piquage et une position de piquage.
- [0027] Différents aspects et avantages de l'invention seront mis en lumière dans la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en se référant aux figures annexées, parmi lesquelles :
- [0028] [Fig.1] La [Fig.1] représente schématiquement un dispositif de mise en œuvre d'un procédé de piquage selon un exemple de mode de réalisation de l'invention.
- [0029] [Fig.2] La [Fig.2] représente deux tubes reliés par le procédé de piquage.
- [0030] On a représenté, sur la [Fig.1], un dispositif 10 de piquage d'un premier tube 12 sur un second tube 14.
- [0031] Le dispositif de piquage 10 comporte un robot industriel 16, comprenant un effecteur 18 monté sur un bras articulé 20.
- [0032] Par définition établie par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), un

robot industriel est un système commandé automatiquement, multi-applicatif, reprogrammable, polyvalent, manipulateur et programmable sur trois axes ou plus.

L'effecteur 18 est par définition l'outil mis en mouvement par le bras articulé 20.

- [0033] Conformément au mode de réalisation décrit, le robot industriel 16 est configuré pour déplacer l'effecteur 18 sous six degrés de liberté, à savoir trois degrés de liberté de direction, en translation selon trois axes longitudinal, transversal et d'élévation, et trois degrés de liberté d'orientation, en rotation autour desdits trois axes.
- [0034] Le robot industriel 16 est programmable au moyen d'une unité informatisée de programmation 22, de manière connue en soi.
- [0035] L'unité informatisée de programmation 22 utilise un langage de programmation classique, par exemple le langage C# ou Python.
- [0036] L'unité informatisée de programmation 22 comporte une interface homme-machine 24, grâce à laquelle un utilisateur peut programmer une trajectoire pour l'effecteur 18.
- [0037] L'invention prévoit d'équiper l'effecteur 18 avec un outil de découpage 26, notamment une torche plasma. L'idée d'équiper un robot industriel avec une torche plasma permet d'effectuer une découpe sur un tube en maîtrisant parfaitement la distance entre la torche plasma et le tube, ainsi que l'angle de la torche plasma par rapport au tube, du fait de la manipulation précise de l'effecteur 18 selon six degrés de liberté.
- [0038] Le dispositif de piquage 10 comporte au moins un support 28 pour au moins l'un des tubes 12, 14 à découper. Dans l'exemple décrit, le dispositif de piquage 10 comporte deux supports 28 alignés, mais il pourrait en variante comporter davantage de supports, ou un unique support allongé.
- [0039] Chaque support 28 comporte deux bords 30 convergeant pour former un réceptacle en forme de V destiné à recevoir le tube 12, 14. Un tel réceptacle en V permet de recevoir aisément le tube 12, 14 quel que soit son diamètre.
- [0040] Le dispositif de piquage 10 est destiné à découper une ouverture 32 de piquage sur le second tube 14. A cet effet, l'invention prévoit un procédé de piquage qui va maintenant être décrit.
- [0041] Le procédé de piquage comporte une étape de fourniture du robot industriel 16 tel que défini précédemment.
- [0042] Le procédé de piquage comporte ensuite une étape de mise en place du second tube 14 sur l'au moins un support 28. Comme indiqué précédemment, du fait de la forme en V du réceptacle, le tube 14 est positionné sur le support quel que soit son diamètre.
- [0043] Le procédé de piquage comporte ensuite une étape de programmation du robot industriel 16, renseignant notamment, au moyen de l'interface homme-machine 24, un diamètre du premier tube 12, un diamètre du second tube 14, une direction de piquage et une position de piquage correspondant à la distance entre les deux fibres neutres des

tuyaux.

- [0044] Ces données sont nécessaires pour déterminer la position et les dimensions d'une ouverture de piquage 32 à réaliser sur le second tube 14.
- [0045] En particulier, le diamètre du second tube 14 permet, en connaissant l'angle formé par le V du réceptacle, de connaître la position de l'axe du second tube 14, donc la position de sa paroi, ainsi que la forme d'ouverture de piquage 32 adaptée à ce diamètre.
- [0046] Le diamètre du premier tube 12 permet également de déterminer la forme d'ouverture de piquage 32 adaptée à ce diamètre, en vue de la connexion du premier tube 12 avec cette ouverture de piquage 32.
- [0047] De la même manière, l'angle de piquage (c'est-à-dire la direction du premier tube 12 par rapport au second tube 14) et la position du piquage sont nécessaires pour déterminer la forme de l'ouverture de piquage 32.
- [0048] Le procédé de piquage comporte ensuite une étape informatisée de calcul d'un ensemble de points d'une trajectoire de découpage de l'ouverture de piquage 32 dans le second tube 14, sur la base d'équations définissant la forme de l'ouverture de piquage 32.
- [0049] Les équations sont déterminées en fonction du type d'ouverture de piquage 32 souhaité. Par exemple, l'ouverture de piquage 32 est du type « gueule de loup ».
- [0050] L'homme du métier n'a besoin de renseigner que ces 4 derniers paramètres, les équations qui sont entrées dans le programme robot étant génériques, l'opérateur n'a pas besoin de connaître ces équations. Les trajectoires seront donc calculées automatiquement.
- [0051] L'opérateur sachant où le piquage doit être placé sur le tube 14, saura déterminer la position du tube sur son ou ses supports 28 et le positionner au bon endroit.
- [0052] Le procédé de piquage comporte ensuite une étape de découpe du second tube 14, par le robot industriel 16, en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.
- [0053] Avantagusement, le robot industriel 16 est équipé d'un laser destiné à projeter sur le second tube 14 la position du piquage. Ce laser permet d'assurer le bon positionnement de l'outil de découpe 26 par rapport à l'ouverture de piquage souhaitée.
- [0054] De manière optionnelle, avant cette étape, l'opérateur peut s'assurer du bon positionnement du tube, notamment son orientation angulaire, par exemple lorsque le tube comporte des brides.
- [0055] Conformément à une autre variante optionnelle, le procédé peut comporter une étape de tracé de la trajectoire de découpe sur le tube 14. A cet effet, l'effecteur 18 sera équipé d'un outil de traçage. Ce tracé permet de vérifier le bon positionnement de l'ouverture et sa bonne forme. Si le tracé est satisfaisant, la découpe est ensuite lancée, avec la même trajectoire.

- [0056] On notera que cette étape de découpe peut être répétée à l'identique sur plusieurs seconds tubes de même diamètre.
- [0057] En outre, la qualité de découpe sera la même quel que soit l'opérateur mettant en œuvre le procédé.
- [0058] On notera également que le procédé selon l'invention peut s'adapter très aisément à différentes tailles de tubes et différentes orientations de piquage. Il suffit d'entrer les données lors de l'étape de programmation, pour que ces données soient prises en compte pour le calcul de la trajectoire. En fonction des diamètres de tuyaux à traiter, il faudra jouer sur le type de robot industriel afin que le bras dispose d'un volume de travail suffisant pour atteindre tous les points de la trajectoire.
- [0059] Avantagusement, le procédé de piquage selon l'invention prévoit également la découpe de l'extrémité du premier tube 12 pour l'adapter au second tube 14.
- [0060] A cet effet, le procédé de piquage comporte une seconde étape de mise en place du premier tube 12 sur le support 28, suivi d'une seconde étape informatisée de calcul d'un second ensemble de points d'une trajectoire de découpage d'une embouchure de piquage sur le premier tube 12, sur la base d'équations définissant une forme de l'embouchure de piquage, et d'une seconde étape de découpe du premier tube 12, par le robot industriel, en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.
- [0061] Une fois le second tube 14, et de préférence le premier tube 12, découpé, les tubes sont assemblés, en assemblant l'extrémité de piquage du premier tube 12 sur l'ouverture de piquage du second tube. Cet assemblage est par exemple réalisé par soudage.
- [0062] Durant l'assemblage, le premier tube 12 peut de manière optionnelle être tenu par l'effecteur 18 du robot industriel, et le second tube 14 par le support 28, pendant qu'un outil de soudage effectue l'assemblage.
- [0063] Il apparaît clairement que l'invention permet d'automatiser la découpe des piquages, et peut s'adapter aisément à différentes tailles de tubes. La polyvalence de cette solution permet de combler les inconvénients de l'état de l'art connu.

## Revendications

- [Revendication 1] Procédé de piquage d'un premier tube (12) sur un second tube (14), caractérisé en ce qu'il comporte :
- une étape de fourniture d'un robot industriel (16) comprenant un effecteur (18) portant un outil de découpage (26), ledit robot industriel (16) étant programmable au moyen d'une unité informatisée de programmation (22) comprenant une interface homme-machine (24),
  - une étape de mise en place du second tube (14) sur un support (28),
  - une étape de programmation du robot industriel (16), renseignant notamment, au moyen de l'interface homme-machine (24), un diamètre du premier tube (12), un diamètre du second tube (14), une direction de piquage et une position de piquage,
  - une étape informatisée de calcul d'un ensemble de points d'une trajectoire de découpage d'une ouverture de piquage (32) dans le second tube (14), sur la base d'équations définissant une forme de l'ouverture de piquage (32),
  - une étape de découpe de l'ouverture de piquage (32) dans le second tube (14), par le robot industriel (16), en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.
- [Revendication 2] Procédé de piquage selon la revendication 1, comportant une seconde étape de mise en place du premier tube (12) sur le support (28), une seconde étape informatisée de calcul d'un second ensemble de points d'une trajectoire de découpage d'une embouchure de piquage sur le premier tube (12), sur la base d'équations définissant une forme de l'embouchure de piquage, et une seconde étape de découpe du premier tube (12), par le robot industriel (16), en suivant les points de la trajectoire de découpage calculés.
- [Revendication 3] Procédé de piquage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le support (28) présente deux bords (30) convergeant pour former un réceptacle en forme de V destiné à recevoir le tube (14).
- [Revendication 4] Procédé de piquage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'ouverture de piquage (32) est du type « gueule de loup ».
- [Revendication 5] Procédé de piquage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le robot industriel (16) est équipé d'un laser destiné à projeter sur le second tube (14) la position du piquage.
- [Revendication 6] Procédé de piquage selon l'une quelconque des revendications pré-

cédentes, dans lequel l'effecteur (18) est mobile sur six degrés de liberté.

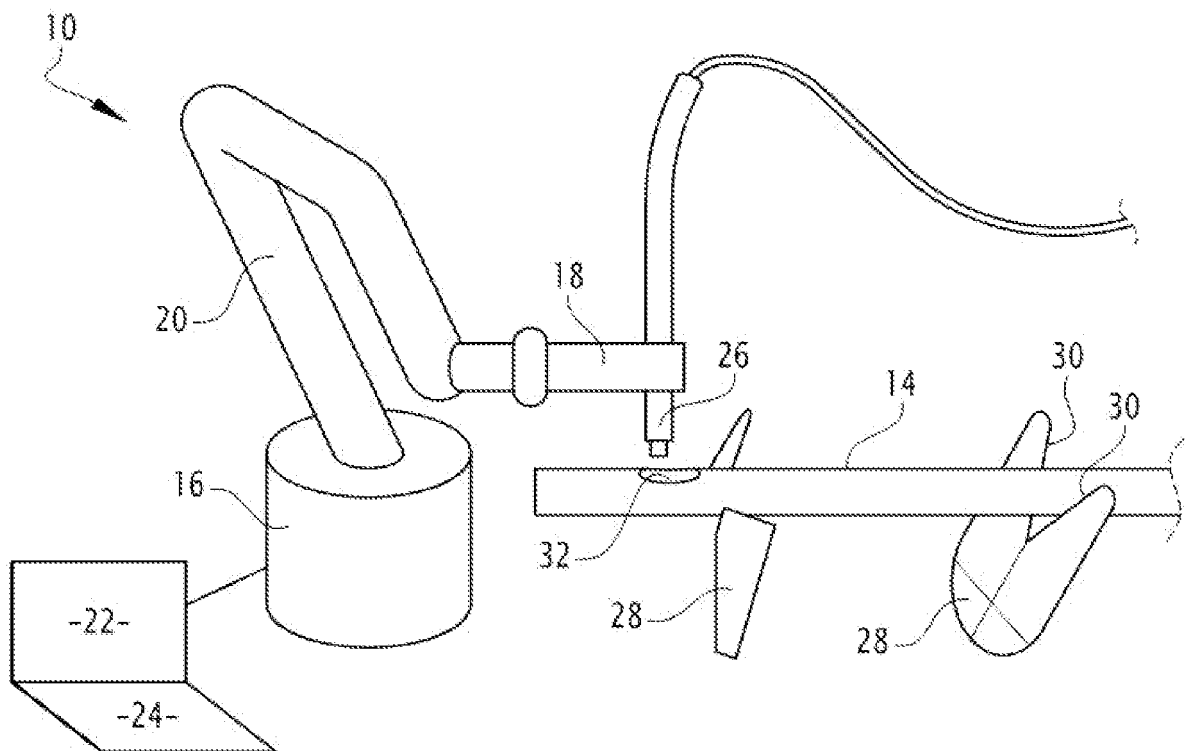
[Revendication 7] Procédé de piquage selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'outil de découpage (26) est une torche plasma.

[Revendication 8] Dispositif de piquage pour la mise en œuvre du procédé de piquage selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte :

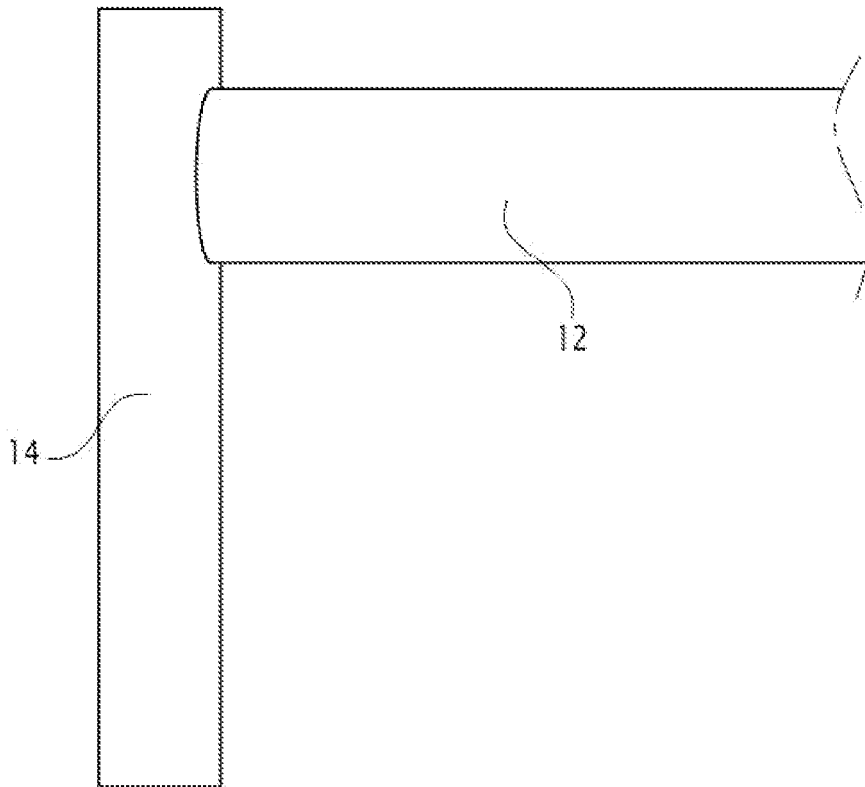
- un robot industriel (16) comprenant un effecteur (18) portant un outil de découpage (26), ledit robot industriel (16) étant programmable au moyen d'une unité informatisée de programmation (22) comprenant une interface homme-machine (24),

- au moins un support (28) de réception du second tube (14), dans lequel l'unité informatisée de programmation (22) est configurée pour calculer une trajectoire de découpage d'une ouverture de piquage (32) dans le second tube (14), sur la base d'équations définissant une forme de l'ouverture de piquage (32), et de données comprenant un diamètre du premier tube (12), un diamètre du second tube (14), une direction de piquage et une position de piquage.

[Fig. 1]



[Fig. 2]



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 909792**  
**FR 2206588**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	<p>JP S62 93071 A (DAIKIN IND LTD) 28 avril 1987 (1987-04-28) * abrégé * * figures 1, 4, 5 * * page 411 - page 413 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-8	F16L41/08 B23P11/00 B25J9/00
X	<p>EP 0 133 411 A1 (MARSEILLE PROVENCE CHANTIERS [FR]) 20 février 1985 (1985-02-20) * abrégé * * figures 1-3 * * page 4, ligne 8 - page 13, ligne 14 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-8	
A	<p>EP 0 546 551 A2 (SEIKISUI CHEMICAL CO LTD [JP]) 16 juin 1993 (1993-06-16) * abrégé * * figure 36 * * colonne 15, ligne 4 - page 34, ligne 22 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-8	
A	<p>LIU YAN ET AL: "Plasma cutting torch trajectory planning for main pipe hole cutting with welding groove and root face", THE INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY, SPRINGER, LONDON, vol. 93, no. 9, 5 août 2017 (2017-08-05), pages 4329-4343, XP036370636, ISSN: 0268-3768, DOI: 10.1007/S00170-017-0843-7 [extrait le 2017-08-05] * abrégé * * figures 4, 5, 8, 15 * * sections 2-5 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	1-8	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>B23K F16L G05B</p>
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
30 janvier 2023		Hageman, Elodie	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>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</p> <p>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 ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

**FA 909792**  
**FR 2206588**

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		
<b>A</b>	<p><b>US 5 959 425 A (BIEMAN LEONARD H [US] ET AL) 28 septembre 1999 (1999-09-28)</b></p> <p><b>* abrégé *</b></p> <p><b>* figure 1 *</b></p> <p><b>* colonne 2, ligne 28 - colonne 5, ligne 20 *</b></p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<b>1-8</b>	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</b>
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		<b>30 janvier 2023</b>	<b>Hageman, Elodie</b>
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul</p> <p>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie</p> <p>A : arrière-plan technologique</p> <p>O : divulgation non-écrite</p> <p>P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>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.</p> <p>D : cité dans la demande</p> <p>L : cité pour d'autres raisons</p> <p>.....</p> <p>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206588 FA 909792**

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 **30-01-2023**  
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
<b>JP S6293071</b>	<b>A</b>	<b>28-04-1987</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				
<b>EP 0133411</b>	<b>A1</b>	<b>20-02-1985</b>	<b>AT 36981 T</b>	<b>15-09-1988</b>
			<b>EP 0133411 A1</b>	<b>20-02-1985</b>
			<b>FR 2549406 A1</b>	<b>25-01-1985</b>
			<b>JP S6044182 A</b>	<b>09-03-1985</b>
			<b>US 4659903 A</b>	<b>21-04-1987</b>
-----				
<b>EP 0546551</b>	<b>A2</b>	<b>16-06-1993</b>	<b>AT 167274 T</b>	<b>15-06-1998</b>
			<b>AU 668699 B2</b>	<b>16-05-1996</b>
			<b>CA 2084965 A1</b>	<b>11-06-1993</b>
			<b>DE 69225872 T2</b>	<b>11-02-1999</b>
			<b>EP 0546551 A2</b>	<b>16-06-1993</b>
			<b>ES 2117026 T3</b>	<b>01-08-1998</b>
			<b>KR 100207909 B1</b>	<b>15-07-1999</b>
			<b>US 5445309 A</b>	<b>29-08-1995</b>
-----				
<b>US 5959425</b>	<b>A</b>	<b>28-09-1999</b>	<b>AUCUN</b>	
-----				