

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 03.01.02.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 04.07.03 Bulletin 03/27.

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

⑥① Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS FRANCE Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : VERGE ERIC, DURAND ANTOINE et NOBILET GILLES.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET NETTER.

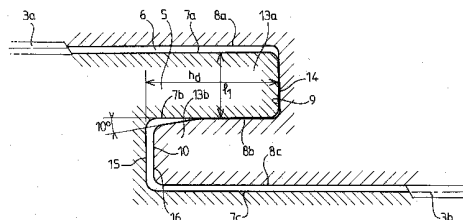
⑤④ JOINT FILETE TUBULAIRE ETANCHE APRES EXPANSION DIAMETRALE.

⑤⑦ Le joint comprend, en combinaison,
- un premier élément tubulaire comprenant un premier filetage séparé en deux parties (3a, 3b) par une première face de contact (7a-7c) et une première languette annulaire (13a) ayant une face de butée saillante et par une première feuillure (7b, 7c, 15) adjacente à la première languette et en retrait sur celle-ci,

- un second élément tubulaire comportant un second filetage, homologue du premier filetage, séparé en deux parties par une seconde languette (13b) et par une seconde feuillure (8a, 8b, 14) adjacente à la seconde languette et en retrait sur celle-ci,

les première et seconde languettes s'engageant respectivement dans les première et seconde feuillures selon un profil en forme de "S", avec un jeu radial.

Utilisation dans les puits d'hydrocarbures.



Joint fileté tubulaire étanche après expansion diamétrale

5 L'invention concerne un joint tubulaire, notamment du genre
utilisé pour des puits d'hydrocarbures ou pour des puits
similaires, par exemple en géothermie.

10 Un tel joint peut exister entre deux tubes de grande lon-
gueur, ou entre un tube de grande longueur et un manchon. Ces
joints sont utilisés notamment pour assembler des colonnes de
tubes de cuvelage ("casings") ou de production ("tubings").
Compte tenu des caractéristiques mécaniques exigées, les
15 tubes de cuvelage et ceux de production sont généralement en
acier traité thermiquement.

De leur côté, les joints doivent tenir en traction, en
compression, en flexion et parfois en torsion, ainsi qu'à de
20 forts écarts de pression dans les deux sens entre l'intérieur
et l'extérieur. Et ils doivent même être étanches aux gaz, au
moins dans certains cas. Les joints filetés sont particuliè-
rement avantageux à cet égard.

Mais il est actuellement envisagé de soumettre les tubes, in
25 situ, à une expansion diamétrale, avec déformation plastique
permanente. Ceci offre différents avantages, sur lesquels on
reviendra. Encore faut-il que les joints restent opération-
nels, après la déformation plastique d'expansion diamétrale,
qu'ils subissent comme les tubes. Ainsi, il est souhaitable
30 que les joints filetés tiennent après expansion diamétrale
plastique, en conservant l'essentiel des propriétés qui les
font apprécier, notamment de tenue mécanique en traction/com-
pression, avec ou sans surpression interne ou externe, ainsi
que d'étanchéité.

35

Comme on le verra plus loin en détail, les joints classiques
ne donnent pas entière satisfaction: ou bien ils ne tiennent
pas ces exigences, ou bien ils les tiennent de manière

aléatoire, ou bien ils les tiennent, mais non de manière répétée.

Dans la demande internationale PCT/FR01/02005 non encore
5 publiée de la Demanderesse, il est proposé une structure de joint prévue pour tenir l'expansion diamétrale plastique.

La présente invention vise à améliorer la situation.

10 À cet effet, l'invention a pour objet un joint tubulaire de hautes performances caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison,
- un premier élément tubulaire, comprenant un premier filetage séparé en deux parties par une première région
15 d'insertion comprenant une première languette annulaire ayant une face de butée saillante et une première feuillure adjacente à la première languette et en retrait sur celle-ci,
- un second élément tubulaire comportant un second filetage, homologue du premier filetage, séparé en deux parties par une
20 seconde région d'insertion comprenant une seconde languette et une seconde feuillure adjacente à la seconde languette et en retrait sur celle-ci,
les première et seconde languettes s'engageant respectivement dans les première et seconde feuillures selon un profil en
25 forme de "S", avec un jeu radial au niveau des parties supérieures et inférieures des "S", la languette et la feuillure d'un élément venant en contact en fin de vissage avec celles de l'autre élément exclusivement par des surfaces sensiblement radiales, et par des surfaces respectives
30 sensiblement cylindriques, tournées l'une vers l'autre, des languettes.

Des caractéristiques optionnelles de l'invention, complémentaires ou de substitution, sont énoncées ci-après:

35

- Le premier élément tubulaire est un élément mâle, la première feuillure étant reliée à la partie filetée dirigée du côté extrémité libre du premier élément tubulaire et la première languette étant reliée à l'autre partie filetée.

- Lesdits filetages sont coniques et présentent une conicité au plus égale à 12,5 % et des filets trapézoïdaux.

5 - Lesdits filetages sont cylindriques et présentent des filets trapézoïdaux.

10 - L'extrémité de la surface cylindrique de la seconde languette est inclinée et détermine une rampe facilitant l'engagement de la première languette dans la seconde feuillure lors du montage des tubes.

15 - La première languette vient buter en fin de vissage sur la surface transversale située au fond de la seconde feuillure dans laquelle elle est engagée ce qui permet de contrôler le couple de fin de serrage des filetages lorsque la première languette et la surface transversale viennent en contact l'une avec l'autre.

20 - L'épaisseur radiale de la première languette est sensiblement égale à l'épaisseur radiale de la seconde languette.

25 - Le rapport entre la hauteur mesurée axialement de chaque languette et son épaisseur radiale est compris entre 0,8 et 1,6.

- La hauteur mesurée axialement de chaque languette est comprise entre 0,8 et 3 mm.

30 - Il résulte d'un joint fileté tubulaire tel que défini ci-dessus après une expansion diamétrale dans le domaine des déformations plastiques.

- L'expansion diamétrale subie par le joint tubulaire est au moins égale à 10%.

35 L'invention a également pour objet un procédé de réalisation d'un joint fileté tubulaire étanche caractérisé en ce que l'on part d'un joint fileté tubulaire tel que défini ci-dessus dit "joint fileté tubulaire initial" pour lequel

aucune caractéristique d'étanchéité n'est exigée, en ce qu'on fait subir à ce joint fileté initial une expansion diamétrale dans le domaine des déformations plastiques à l'aide d'un boulet d'expansion de diamètre supérieur au diamètre intérieur (DI) des éléments tubulaires du joint fileté tubulaire initial qui est déplacé axialement dans le joint fileté, la première languette et la seconde feuillure correspondante étant dimensionnées pour que la première languette reste accrochée dans la seconde feuillure correspondante après expansion, les surfaces respectives sensiblement cylindriques, tournées l'une vers l'autre, des languettes étant en contact étanche sur toute leur circonférence.

On entend ici par "contact étanche" un contact entre deux surfaces fortement pressées l'une contre l'autre de manière à réaliser une étanchéité métal sur métal.

Les figures ci-après illustrent de manière non limitative des modes de réalisation de l'invention.

La figure 1 représente un joint fileté réalisé avant expansion diamétrale selon une technique antérieure décrite dans la demande internationale PCT/FR01/02005 précitée.

La figure 2 représente le premier élément du joint fileté de la figure 1.

La figure 3 représente le second élément du joint fileté de la figure 1.

Les figures 4 à 7 représentent le joint fileté à divers étapes du processus d'expansion.

La figure 4 représente la phase d'expansion du joint fileté.

La figure 5 représente la phase de flexion.

La figure 6 représente la phase de redressement.

La figure 7 représente l'état final du joint fileté ayant subi le processus d'expansion.

La figure 8 représente un mode de réalisation d'un joint
5 fileté selon l'invention à doubles filetages séparés respectivement sur les parties mâle et femelle des tubes par des languettes formant joint étanche

La figure 9 représente un détail de réalisation des languettes
10 du joint représenté à la figure 1.

Les figures 10 et 11 représentent les déformations des languettes des figures 8 et 9 après l'opération d'expansion.

15 On revient ici sur le forage de puits, pour hydrocarbures ou géothermie par exemple.

Traditionnellement, le haut d'un puits est d'abord foré sur une profondeur relativement faible de quelques dizaines de
20 mètres à l'aide d'un outil de gros diamètre, de l'ordre par exemple de 500 mm, et est cuvelé à l'aide d'une colonne de tubes de ce diamètre. Le diamètre de forage diminue ensuite par pas jusqu'au fond du puits qui peut être foré avec un diamètre nettement plus faible, de l'ordre de 150 mm dans le
25 même exemple. Un tel puits est alors cuvelé à l'aide de plusieurs colonnes de tubes concentriques, descendues chacune en fin de forage au diamètre correspondant et toutes suspendues depuis la surface; les tubes de plus gros diamètre s'étendent depuis la surface jusqu'à quelques dizaines de
30 mètres de profondeur et les tubes de plus petit diamètre s'étendent depuis la surface jusqu'au fond du puits, dont la profondeur peut atteindre plusieurs milliers de mètres. L'espace entre les tubes de cuvelage et le terrain est par exemple cimenté.

35

Après que le puits est entièrement foré et cuvelé, une colonne de tubes de production peut être descendue pour permettre notamment la remontée des hydrocarbures jusqu'à la surface, c'est-à-dire l'exploitation effective du puits. On

comprend que cette colonne de tubes de production possède un diamètre extérieur légèrement inférieur au diamètre intérieur de la colonne de tubes de cuvelage.

- 5 Équiper un puits conduit donc à mettre en oeuvre un grand nombre de tubes de différentes dimensions le plus souvent assemblés à l'aide de joints filetés compte tenu des avantages de ce type d'assemblage. On cherche à rendre ces tubes les plus minces possibles, pour ne pas nécessiter de trop
10 gros diamètres de tubes de cuvelage près de la surface. Or le respect des contraintes et spécifications applicables aux joints filetés conduit souvent à leur donner une épaisseur plus grande que celle de la partie courante des tubes; ce qui oblige à augmenter la progression diamétrale entre colonnes
15 concentriques, lorsqu'on descend en profondeur dans le puits.

L'assemblage des tubes entre eux a lieu soit par vissage des extrémités filetées des tubes les unes dans les autres (joints dits intégraux), soit à l'aide de manchons filetés
20 recouvrant leurs extrémités. Les tubes sont descendus successivement après vissage dans l'extrémité du tube ou du manchon précédent.

La spécification API 5 CT de l'American Petroleum Institute
25 (API) définit ainsi des joints filetés tubulaires entre deux tubes de grande longueur ("integral-joint tubing", "extreme-line casing"), ainsi que des assemblages filetés manchonnés comportant deux joints filetés permettant d'assembler deux tubes de grande longueur à l'aide d'un manchon. Ces joints
30 API ne sont étanches que par l'adjonction d'une graisse chargée de particules métalliques qui remplit les interstices entre filets.

Bien entendu les liaisons entre tubes (ou entre tubes et
35 manchons) doivent rester étanches quelles que soient les sollicitations que les tubes subissent lors de leur descente dans le puits, et dans une large limite de masse supportée, puisque chaque joint soutient au moins partiellement des tubes situés au-dessous de lui. Aussi les performances

mécaniques des joints filetés apparaissent-elles intimement liées à leurs caractéristiques géométriques.

- Avec un joint fileté, on définit une "efficacité" de la connexion en traction, qui est déterminée par le rapport entre la section transversale du tube au droit du filetage et la section transversale du tube dans sa longueur. Dans le cas de joints à simple filetage cette efficacité est de 100 % pour les joints manchonnés à filetages coniques et filets évanouissants. En revanche le manchon possède un diamètre extérieur supérieur à celui du tube et est de ce fait relativement encombrant. Les joints intégraux ne peuvent atteindre une efficacité de 100 % qu'à condition d'épaissir fortement les extrémités des tubes par forgeage. Les filetages cylindriques bi-étagés procurent une efficacité moins élevée à encombrement équivalent et sont plus longs à positionner et à visser que les filetages coniques à filets évanouissants.
- Par contre, lorsque la pression de fluide intérieure ou extérieure exercée sur les tubes devient excessive, les filetages peuvent désengrener. Ce phénomène de désengrènement est en partie lié à la forme des filetages utilisés. Ceux ci sont généralement des filetages triangulaires à flancs inclinés et sommets arrondis ou des filetages trapézoïdaux à flancs inclinés dissymétriques et sommets tronqués.

Dans les filetages à filets triangulaires arrondis, les efforts radiaux sont importants, ce qui rend ce type de filetage sujet au grippage et au désengrènement des filetages.

Ceci étant, quel que soit le type de filetage utilisé, il existe toujours, malgré l'utilisation de graisses chargées de particules, un canal de fuite dans lequel un fluide à haute pression peut circuler du fait du jeu existant entre les surfaces non en contact. Pour une charge donnée en traction, il existe un seuil de pression du fluide, au-delà duquel l'effort combiné de traction et pression provoque sur les

joints filetés API un désengrènement des filetages des parties mâles et femelles en contact.

Les joints et assemblages filetés ont fait l'objet, pour
5 éviter cela, de différents perfectionnements: par exemple les brevets FR 1489013, EP 0488912, US 4494777 ont visé à réaliser des joints filetés tubulaires dits supérieurs ou "premium" particulièrement étanches grâce à des portées d'étanchéité métal-métal et à des butées entre éléments mâles
10 et femelles judicieusement arrangées.

Ceci peut se faire par deux portées d'étanchéité coniques en contact interférant, la portée d'étanchéité mâle étant disposée extérieurement au-delà du filetage mâle et la portée
15 d'étanchéité femelle étant disposée de manière correspondante sur l'élément femelle. Des butées transversales sont utilisées conjointement pour positionner les portées d'étanchéité et pour renforcer leur efficacité. Cependant il existe toujours un risque de démariage des cônes des portées sous
20 l'effet d'une pression extérieure et un risque de détérioration et de séparation des portées sous les efforts de contraction et de traction appliqués durant la descente des tubes dans le puits ou en service.

25 Comme indiqué, après descente d'une colonne tubulaire dans un puits, on envisage de soumettre celle-ci à une expansion diamétrale, avec déformation plastique permanente. Ceci se fait par exemple à l'aide d'un boulet dont le passage est forcé à l'intérieur de la colonne: voir brevets ou demandes
30 de brevet WO 93/25799, WO 98/00626, WO 99/06670, WO 99/35368, WO 00/61915, GB 2344606, GB 2348657. Ceci offre des potentialités très intéressantes:

- descendre une colonne de faible encombrement, qui est ensuite expansée à force;
- 35 - mettre en place de cette façon une colonne de tubes de cuvelage,
- de même, colmater in situ les trous d'un tube de cuvelage ou de production percé par la corrosion ou par le frottement des tiges de forage, ou bien descendre dans le puits des

tubes de faible encombrement qui seront expansés au diamètre souhaité une fois en place.

- enfin et surtout, permettre de forer des puits de diamètre uniforme sur toute leur longueur, dont le cuvelage est
- 5 réalisé par une colonne de tubes tous de même diamètre, les tubes étant introduits à l'état non expansé, puis étant expansés in situ au diamètre du puits.

Il serait alors possible de diminuer fortement le nombre de

10 tubes nécessaires pour équiper un puits, en supprimant les tubes de plus gros diamètre et de plus forte épaisseur. Le coût du puits est diminué en conséquence. Il peut même être envisagé de forer le puits directement avec la colonne de tubes de cuvelage, qui jouerait le rôle de train de tiges de

15 forage.

Il s'est avéré que réaliser des joints filetés qui tiennent leurs performances après cette expansion est extrêmement délicat, d'autant plus que ceci doit être fiable (tous les

20 joints doivent tenir) et stable dans les conditions de fonctionnement.

On connaît par US 5924745 et WO 98/42947 des joints filetés tenant l'expansion. Mais il s'agit ici d'assembler des tubes

25 dits EST (expansable slotted tubings), munis de fentes longitudinales traversantes, et sujets à expansion diamétrale au fond de puits d'hydrocarbures (par passage d'un mandrin d'expansion dans ces tubes); élargies, les fentes permettent à un fluide extérieur au tube (hydrocarbure provenant du

30 gisement) d'entrer dans le tube pour y être remonté en surface. Dans ce cas, l'étanchéité des joints n'a manifestement pas d'importance, et, étant en fond de puits, ils n'ont pas une aussi grande charge mécanique.

35 En fait, les premières propositions d'expansion plastique des colonnes tubulaires se fondent sur des joints soudés (bobines de tubes aboutés préalablement par soudage, déroulées depuis la surface) ou encore sur des joints frottants ("slips"). Mais de tels joints ne possèdent pas les performances des

joints filetés, en particulier en ce qui concerne la combinaison de la résistance mécanique, de l'étanchéité en toutes conditions de service, et aussi de la possibilité de démontage/remontage plusieurs fois de suite.

5

Il s'est avéré que les joints filetés tubulaires classiques tels que ceux selon le brevet US 4494777 ne supportent pas l'expansion diamétrale plastique. On constate après expansion sur ces joints:

- 10 - une absence d'étanchéité (qui empêche accessoirement de réaliser l'expansion en poussant hydrauliquement le boulet dans la colonne);
- une flèche de l'extrémité mâle vers l'intérieur du joint qui réduit considérablement et de manière inacceptable le
- 15 diamètre intérieur opérationnel de la colonne en réalisant une saillie intérieure dans l'espace défini par le diamètre intérieur opérationnel;
- éventuellement la rupture de la lèvre d'extrémité mâle par dépassement de la capacité de déformation de certaines zones
- 20 particulièrement sollicitées du fait des variations d'épaisseur tout au long des éléments mâles et femelles par rapport à l'épaisseur au corps du tube.

On a donc cherché à réaliser un joint fileté tubulaire qui

25 soit apte à résister à l'opération d'expansion dans le puits et qui soit étanche aux liquides voire si possible aux gaz après ladite opération d'expansion. On a aussi cherché à ce que le joint fileté tubulaire soit simple et économique à produire. On a en outre cherché à ce que le joint fileté

30 possède de bonnes caractéristiques métallurgiques en service donc après expansion, notamment à ce qu'il présente dans cet état une limite d'élasticité suffisante, à ce qu'il soit exempt de fragilité et à ce qu'il présente de bonnes caractéristiques à la fissuration sous contrainte par H₂S.

35

On connaît des joints filetés ayant une lèvre mâle en correspondance avec un logement femelle (US 4611838, US 3870351, WO 99/08034, US 6047997). Il s'est avéré que ces

montages connus ne tiennent pas l'étanchéité après expansion plastique, qui n'y est d'ailleurs nullement envisagée.

Dans US 4611838, la lèvre mâle présente une surface annulaire
5 d'extrémité mâle comportant une dent annulaire; et il est
prévu une surface annulaire d'épaulement femelle comportant
une rainure annulaire. Pour la mise en butée, la lèvre mâle
possède une surface périphérique extérieure torique et le
logement femelle possède une surface périphérique intérieure
10 conique. Ces surfaces périphériques interfèrent radialement
en fin de vissage pour constituer des portées d'étanchéité.
US 4611838 vise à maximaliser l'interférence radiale de la
surface périphérique torique extérieure de la lèvre mâle avec
la surface périphérique conique intérieure du logement
15 femelle en fin de vissage (et par là même l'étanchéité du
joint fileté) grâce à la forme de ces surfaces périphériques
et à l'effet de support de la surface inférieure de la
rainure pour la surface inférieure de la dent. Mais la
surface d'extrémité mâle selon US 4611838 n'est pas bien
20 maintenue en position dans celle de l'épaulement femelle du
joint fileté et ne permet donc pas de transmettre un moment
de flexion à l'extrémité libre de la lèvre mâle du fait de
l'espace libre entre la paroi supérieure de la languette à
l'extrémité libre de celle-ci et la paroi supérieure de la
25 rainure au fond de celle-ci. L'étanchéité après expansion
ne peut donc être garantie.

US 3870351 présente une configuration de lèvre et d'extrémité
mâles et de logement femelle voisine de la configuration du
30 brevet US 4611838, la surface d'extrémité libre mâle étant
bombée convexe et portant contre une surface d'épaulement
femelle bombée concave de manière à réaliser deux jeux de
portées d'étanchéité métal-métal, l'un au niveau des surfaces
bombées, l'autre jeu étant disposé sur la surface périphéri-
35 que extérieure de lèvre mâle et sur la surface périphérique
intérieure de logement femelle. Une telle configuration
permet d'augmenter l'interférence radiale entre les portées
d'étanchéité périphériques sur le joint vissé, ce qui n'est

cependant pas suffisant pour l'application considérée (étanchéité après expansion).

5 WO 99/08034 décrit un joint fileté à filets carrés ayant une
présentant des surfaces annulaires d'extrémité mâle et
d'épaulement femelle en forme de feuillures en butée et
encastrées l'une dans l'autre. La surface périphérique
10 extérieure de la lèvre mâle et la surface périphérique
intérieure du logement femelle présentent des parties
cylindriques qui interfèrent radialement entre elles pour
former un jeu de portées d'étanchéité périphériques en fin de
vissage lorsque les feuillures mâle et femelle sont encas-
trées. La configuration de ces surfaces est complexe et
15 coûteuse à réaliser et n'offre aucune garantie d'étanchéité
après expansion plastique. En outre, l'emprisonnement de
graisse risque d'entraîner un mauvais positionnement des
éléments filetés.

20 US 6047997 décrit enfin une structure de tiges de forage pour
conduits souterrains pour lesquels il n'y a pas d'exigence
particulière d'étanchéité. La surface d'extrémité mâle selon
ce brevet est encastrée dans une surface d'épaulement femelle
mais les figures font apparaître un espace important entre la
25 surface périphérique extérieure de la lèvre mâle et la
surface périphérique intérieure du logement femelle. Cela
n'est pas satisfaisant non plus pour l'application considé-
rée.

30 Dans la technique d'assemblage par expansion, chaque tube est
abouté aux tubes déjà assemblés après être passé à l'inté-
rieur des tubes qui le précèdent. Pour permettre ce passage,
le diamètre de chaque tube déjà assemblé a subi une expansion
de l'ordre de 10 à 25 % en commençant par le premier, par le
35 passage d'un boulet de forme généralement conique tiré depuis
la surface du puits. Cette expansion des tubes permet
également d'améliorer l'étanchéité au niveau des surfaces en
contact des joints.

- Un mode de réalisation d'un joint d'étanchéité métal contre métal en forme de doigt adapté à cette technique est décrit dans la demande internationale PCT/FR01/02005 précitée. Cependant avec ce mode de réalisation, il arrive pour les
- 5 taux d'expansions les plus élevés que les contraintes mécaniques subies par les tubes lors du passage du boulet désengagent le doigt de son logement, entraînant un risque de rupture de l'étanchéité au niveau du joint.
- 10 La figure 1 représente un joint comprenant un élément fileté mâle 1 disposé en extrémité d'un premier tube 11. Cet élément mâle est vissé en butée dans un élément fileté femelle 2 disposé en extrémité d'un second tube 12. Le diamètre intérieur de l'élément fileté mâle est ici égal au diamètre
- 15 intérieur DI des tubes 11, 12. Dans le mode de réalisation de la figure 1, le diamètre extérieur de l'élément fileté femelle est égal au diamètre extérieur DE des tubes 11, 12 à titre d'exemple uniquement.
- 20 Le joint est représenté sur la figure 1 à l'état simplement vissé en butée avant toute opération d'expansion diamétrale.
- Le second tube 12 tel que représenté est un tube de grande longueur. Ce second tube pourrait être, de manière non
- 25 représentée, un manchon muni d'un côté de l'élément femelle 2 et de l'autre côté d'un second élément femelle symétrique ou non de ce dernier et vissé à un élément mâle situé en extrémité d'un autre tube de grande longueur.
- 30 Le joint selon les figures 1 à 3 et le processus de son expansion illustré par les figures 4 à 7 sont décrits en détail dans la demande internationale PCT/FR01/02005 précitée, à laquelle on pourra se reporter à cet égard.
- 35 Dans un mode de réalisation préféré, la forme en feuillure annulaire avec surfaces transversales 15, 16 et système languette 13/rainure 14 permet d'empêcher la plongée de la zone de la lèvre mâle dédiée à l'étanchéité lors de l'expansion.

sion. D'autres modes de réalisation des surfaces 9, 10 sont possibles afin de donner le même résultat.

5 Sur la figure 8 le joint fileté est représenté à l'état vissé avant toute opération d'expansion diamétrale. L'élément mâle 1 et le second élément 2 sont vissés l'un dans l'autre par un filetage conique à filets trapézoïdaux séparé en deux parties, respectivement 3a et 3b pour la partie mâle et 4a,
10 4b pour la partie femelle. Les deux parties de chaque filetage sont disposées selon deux surfaces coniques différentes séparées radialement. Cette séparation a lieu sur la partie mâle 1 par une languette 13a et par une feuillure composée de la surface transversale 15. Elle a lieu sur la
15 partie femelle 2 par une languette 13b s'emboîtant dans la feuillure de la partie mâle et par une feuillure composée de la surface transversale 14 dans laquelle est engagée la languette 13a de la partie mâle. L'ensemble languette feuillure sur les surface d'extrémité 9 et 10 du joint
20 présente une forme de "S", inversé sur la figure, une première branche du "S" comprenant la languette 13a avec sa feuillure associée et la deuxième branche du "S" représentant la feuillure composée de la surface transversale 15 associée à la languette 13b.

25 La languette 13a présente une première surface extérieure 7a de forme cylindrique et une deuxième surface intérieure 7b concentrique à la première surface 7a et de diamètre plus faible. Son épaisseur est sensiblement égale au 1/6 de
30 l'épaisseur de paroi du tube 11. La languette 13a est engagée dans la feuillure correspondante de la partie femelle 12 composée de deux surfaces concentriques 8a et 8b et d'une surface transversale annulaire 14 constituant le fond de la rainure formée par les deux surfaces concentriques 8a et 8b.

35 La feuillure de la partie mâle est limitée par la surface intérieure 7b de la languette 13a, une surface 7c concentrique à la surface 7b et une surface transversale 15 adjacente

aux surfaces 7b et 7c formant le fond de la rainure formée par les deux surface 7b et 7c.

5 La surface 7c se prolonge jusqu'au début du filetage de la deuxième partie filetée 3b.

Les épaisseurs des languettes 13a et 13b et la largeur de la rainure comprise entre les deux surfaces 7 a et 7b sont à peu près identiques.

10

La languette 13b est comprise entre deux surfaces cylindriques concentriques 8b et 8c adjacentes à une surface transversale annulaire 16.

15 Pour faciliter lors du montage des deux tubes 11 et 12 l'engagement de la languette 13a dans la feuillure correspondante de la partie femelle, la surface 8b est inclinée à l'extrémité de la languette 13b d'un angle d'environ 10° et le diamètre de la surface 8a est supérieur à celui de la surface 7a. De même le diamètre de la surface 8c est supérieur au diamètre de la surface 7c. Par contre les surfaces 7b et 8b sont en contact l'une avec l'autre et forment une zone de contact sensiblement étanche.

25 La longueur de la languette 13a est sensiblement égale à 1,3 fois son épaisseur.

Lorsque le vissage des deux tubes est terminé la languette 13a vient buter sur la surface 14. Par contre la longueur de la languette 13b est légèrement inférieure à la longueur de la languette 13a de sorte que lorsque la languette 13a bute sur la surface 14 de la rainure il existe un jeu entre les surfaces annulaires transversales 15 et 16.

35 Sur les figures 10 et 11 le joint fileté est représenté à l'état vissé après l'opération d'expansion. Après cette opération on peut constater sur la figure 10 un léger décollement du filetage de la partie filetée 3b et un basculement de la languette 13a dans le fond de la rainure

dans laquelle elle est engagée. Dans ce basculement la surface d'extrémité 9 de la languette 13a est quelque peu décollée de la surface transversale annulaire 14 (d'environ 0,5 mm) et la surface comprise dans la région A à la jonction de la surface cylindrique 7b et de la surface d'extrémité 9 de la languette 13a est pressée très fortement sur la surface 8b de la lèvre 13b. De façon similaire la lèvre 13b bascule vers la surface 7c de la feuillure dans une région B joignant la surface transversale annulaire 16 et la surface cylindrique 8c.

Ces basculements de la languette 13a et de la lèvre 13b ont pour avantage qu'ils renforcent l'étanchéité du joint après le passage du boulet lors de l'opération d'expansion notamment dans la région formé A indiquée précédemment.

La position centrale des ensembles languette-feuillure en forme de S entre les parties filetées permet de limiter le décollement au cours de l'expansion radiale entre la surface d'extrémité 9 de la languette 13a et la surface transversale 14 à des valeurs de quelques dixièmes de mm (typiquement 0,5 mm) y compris pour des taux d'expansion élevés pouvant dépasser 15 %.

Compte tenu de la longueur axiale de la languette 13a, de préférence supérieure à 0,8 mm, il n'y a pas de risque de dégagement total de celle-ci par rapport à la feuillure, lequel empêcherait le contact étanche entre les surfaces 7b et 8b.

Comme connu en soi, pour éviter une dissymétrie dans la réalisation des filetages et par conséquent une diminution de la résistance mécanique des joints, due au fait que les diamètres respectivement extérieur et intérieur des tubes ne sont pas concentriques lorsqu'ils sortent de fabrication avant filetage, on peut réaliser avant l'opération de filetage une expansion du diamètre extérieur partant de l'extrémité libre de l'élément femelle et s'étendant sur tout ou partie de la longueur du filetage à réaliser.

De manière similaire, il est possible de réduire le diamètre intérieur au voisinage l'extrémité de l'élément mâle par un rétreint réalisé avant usinage.

- 5 L'expansion et le rétreint peuvent être réalisés avec un diamètre constant, ou avec un diamètre croissant pour l'élément femelle, décroissant pour l'élément mâle, en direction de l'extrémité.

10 Exemples de réalisation

Deux joints intégraux selon l'invention à filetages coniques et filets trapézoïdaux d'un pas de 4 mm ont été réalisés sur des tubes en acier au carbone traité pour une limite d'élasticité minimale spécifiée.

Les autres caractéristiques de ces joints sont données dans le tableau ci-après.

	Exemple	1	2
20	Diamètre extérieur DE (mm)	193,68	152,4
	(in)	7,625	6
	Épaisseur nominale des tubes (mm)	9,53	7,72
	Limite d'élasticité minimale (MPa)	345	552
	(KSI)	50	80
25	Conicité des filetages (%)	6,25	6,25
	Hauteur des filets (mm)	1,047	0,8
	Épaisseur languette 13a (mm)	1,45	1,25
	Épaisseur languette 13b (mm)	1,35	1,20
	Longueur languettes (mm)	≈ 2,2	≈ 1,9
30	Rapport longueur/épaisseur languettes	≈ 1,5	≈ 1,5

La composition chimique de l'acier et son traitement thermique sont adaptés pour obtenir des caractéristiques de ductilité les plus élevées possibles et plus particulièrement des caractéristiques élevées d'allongement réparti avant striction AR lors de l'essai de traction (AR supérieur ou égal à 15 % par exemple).

On choisit par exemple un acier à teneur en carbone suffisamment basse, voisine de 0,14 % (en poids), à teneur en manganèse relativement élevée, de l'ordre de 1 % et comportant une addition d'aluminium apte à fixer l'azote résiduel de l'acier.

Une teneur en Al de 0,035 % pour une teneur en azote de 0,010 % est tout à fait convenable dans la mesure où l'acier est traité thermiquement par recuit ou par trempe suivie de revenu pour que l'addition d'Al soit effectivement à même de fixer l'azote. D'autres éléments chimiques connus pour fixer l'azote peuvent également être utilisés conjointement ou à la place de l'aluminium.

Une telle composition chimique qui vise à éliminer les teneurs en atomes interstitiels libres tels que ceux d'azote rend en outre l'acier insensible au phénomène néfaste de vieillissement après écrouissage qui détériore aussi les caractéristiques de ductilité.

20

L'acier peut être à l'état recuit (recuit de normalisation ou recuit de détente après travail à froid par exemple) ou dans un état structurellement équivalent.

25 Le joint selon l'invention peut avantageusement comporter les caractéristiques décrites dans les demandes de brevets suivantes, déposées au nom de la demanderesse le même jour que la présente demande:

30 - "Joint fileté tubulaire comportant des surfaces d'étanchéité", relative à un joint dont l'une au moins des surfaces d'étanchéité est munie d'un revêtement adhérent d'un matériau plus ductile que le matériau du substrat et d'une épaisseur supérieure à 17 μm .

35 - "Joint fileté tubulaire à étanchéité améliorée après expansion plastique", relative à un joint dont les deux éléments tubulaires présentent des épaulements inclinés respectifs situés en regard l'un de l'autre et propres à venir en contact mutuel étanche notamment après une expansion radiale du joint.

Revendications

1. Joint tubulaire de hautes performances caractérisé en ce qu'il comprend, en combinaison,

5 - un premier élément tubulaire (11), comprenant un premier filetage séparé en deux parties (3a, 3b) par une première région d'insertion comprenant une première languette annulaire (13a) ayant une face de butée saillante et une première
10 feuilleure (7b, 7c, 15) adjacente à la première languette et en retrait sur celle-ci,

- un second élément tubulaire (2) comportant un second filetage, homologue du premier filetage, séparé en deux parties (4a, 4b) par une seconde région d'insertion comprenant une seconde languette (13b) et une seconde feuilleure
15 (8a, 8b, 14) adjacente à la seconde languette et en retrait sur celle-ci,

les première et seconde languettes s'engageant respectivement dans les première et seconde feuilures selon un profil en forme de "S", avec un jeu radial au niveau des parties
20 supérieures et inférieures des "S" (7a, 7c, 8a, 8c), la languette et la feuilleure d'un élément venant en contact en fin de vissage avec celles de l'autre élément exclusivement par des surfaces sensiblement radiales, et par des surfaces
25 respectives (7b, 8b) sensiblement cylindriques, tournées l'une vers l'autre, des languettes.

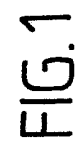
2. Joint selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier élément tubulaire (11) est un élément mâle, la première feuilleure étant reliée à la partie filetée (3b)
30 dirigée du côté extrémité libre du premier élément tubulaire et la première languette étant reliée à l'autre partie filetée (3a).

3. Joint selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé
35 en ce que lesdits filetages sont coniques et présentent une conicité au plus égale à 12,5 % et des filets trapézoïdaux.

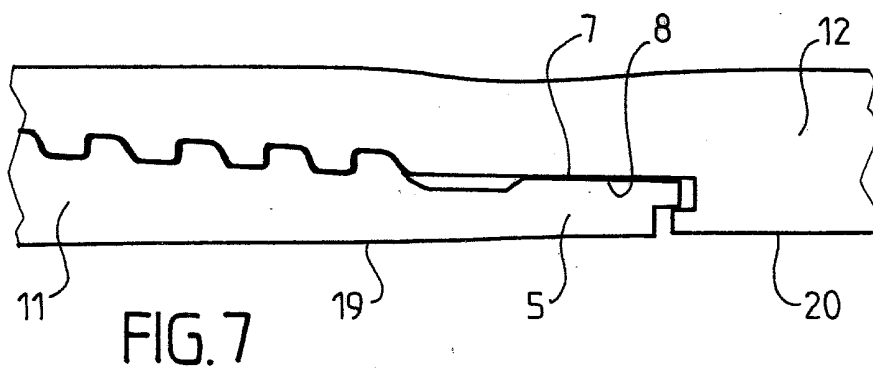
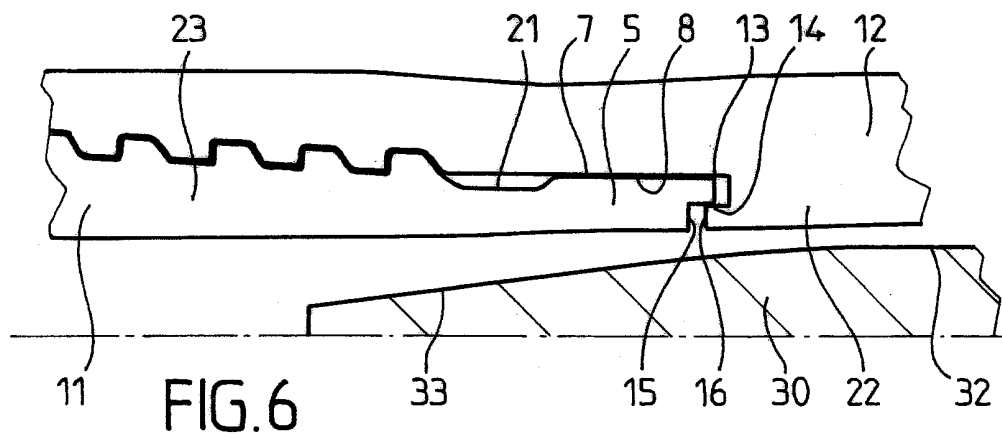
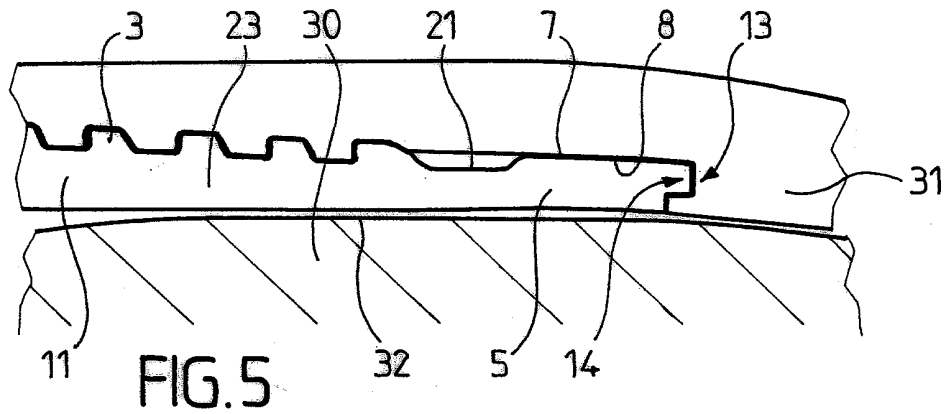
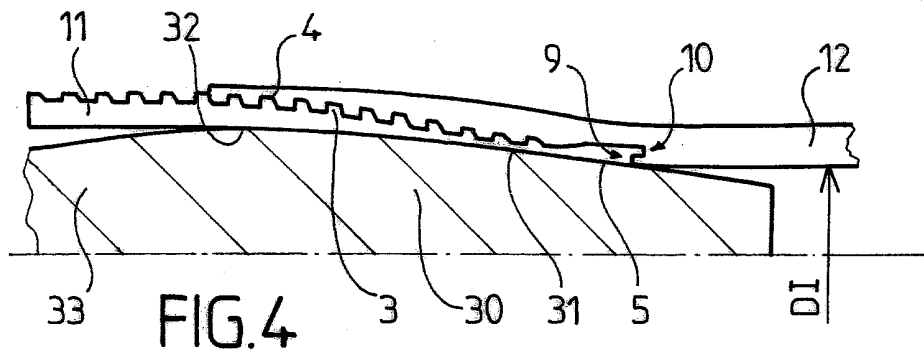
4. Joint selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits filetages sont cylindriques et présentent des filets trapézoïdaux.
- 5 5. Joint selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'extrémité de la surface cylindrique de la seconde languette (13b) est inclinée et détermine une rampe facilitant l'engagement de la première languette dans la seconde feuillure lors du montage des tubes.
- 10 6. Joint selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première languette (13a) vient buter en fin de vissage sur la surface transversale (14) située au fond de la seconde feuillure dans laquelle elle est engagée
- 15 ce qui permet de contrôler le couple de fin de serrage des filetages lorsque la première languette (13a) et la surface transversale (14) viennent en contact l'une avec l'autre.
- 20 7. Joint selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'épaisseur radiale de la première languette (13a) est sensiblement égale à l'épaisseur radiale de la seconde languette (13b).
- 25 8. Joint selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport entre la hauteur mesurée axialement de chaque languette (13a, 13b) et son épaisseur radiale est compris entre 0,8 et 1,6.
- 30 9. Joint selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la hauteur mesurée axialement de chaque languette (13a, 13b) est comprise entre 0,8 et 3 mm.
- 35 10. Joint tubulaire étanche caractérisé en ce qu'il résulte d'un joint fileté tubulaire selon l'une quelconque des revendications précédentes après une expansion diamétrale dans le domaine des déformations plastiques.

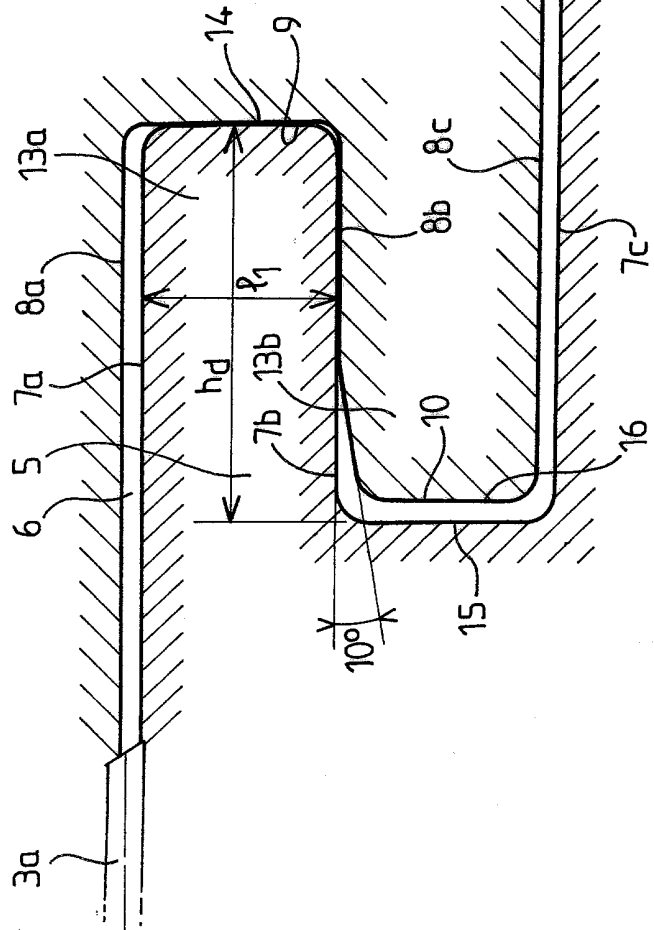
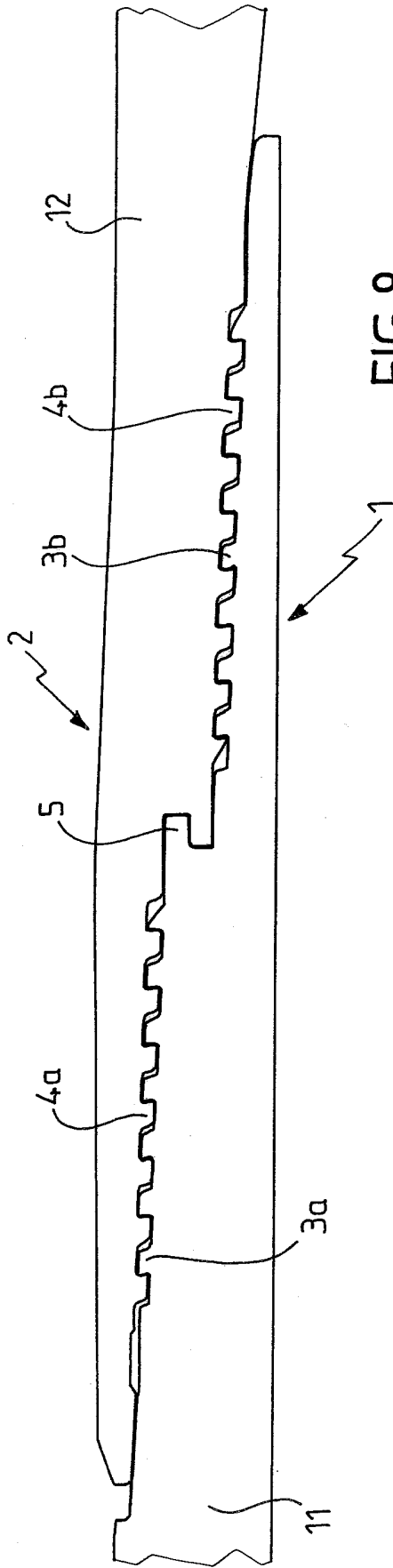
11. Joint tubulaire expansé selon la revendication 10 caractérisé en ce que l'expansion diamétrale subie par le joint tubulaire est au moins égale à 10%.

- 5 12. Procédé de réalisation d'un joint fileté tubulaire étanche caractérisé en ce que l'on part d'un joint fileté tubulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 dit "joint fileté tubulaire initial" pour lequel aucune caractéristique d'étanchéité n'est exigée, en ce qu'on fait subir à
- 10 ce joint fileté initial une expansion diamétrale dans le domaine des déformations plastiques à l'aide d'un boulet d'expansion (30) de diamètre supérieur au diamètre intérieur (DI) des éléments tubulaires du joint fileté tubulaire initial qui est déplacé axialement dans le joint fileté, la
- 15 première languette (13a) et la seconde feuillure correspondante (14) étant dimensionnées pour que la première languette reste accrochée dans la seconde feuillure correspondante après expansion, les surfaces respectives (7b, 8b) sensiblement cylindriques, tournées l'une vers l'autre, des languettes
- 20 étant en contact étanche sur toute leur circonférence.









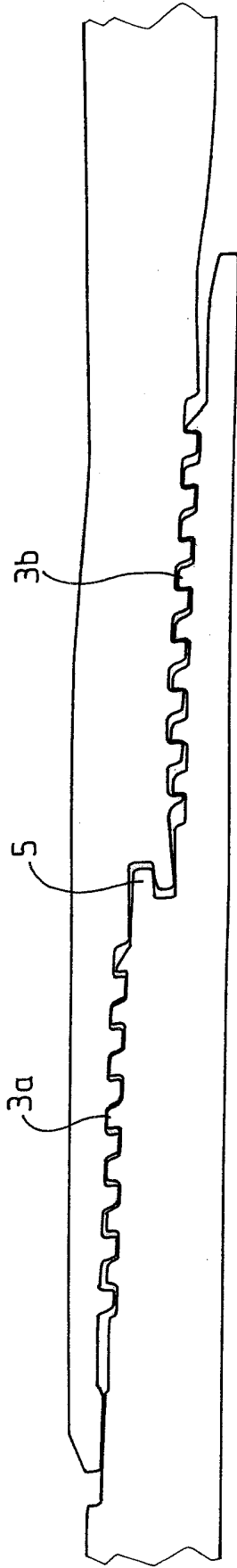


FIG. 10

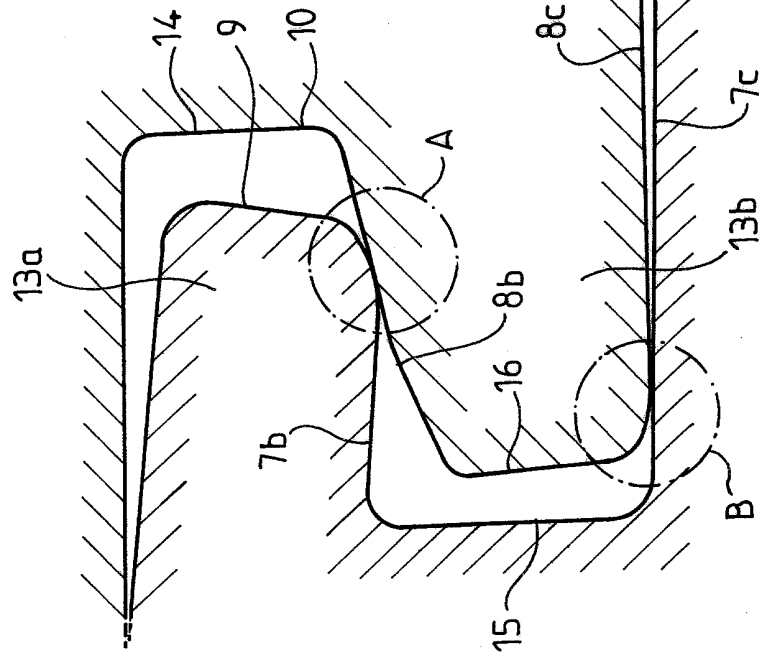


FIG. 11

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

FA 615053
FR 0200054

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,D	WO 99 08034 A (MARUBENI TUBULARS, INC.) 18 février 1999 (1999-02-18) * page 26, ligne 17-24; figure 14 *	1-3	F16L15/00 F16L13/14 F16J15/04
A	---	12	
X	WO 93 18329 A (MARUBENI TUBULARS, INC.) 16 septembre 1993 (1993-09-16) * abrégé; figures 1A-10B *	1-3	
X	US 5 765 836 A (BANKER ET AL.) 16 juin 1998 (1998-06-16) * revendications 1-26; figures 1-4 *	1-3,5	
A	---	12	
X	US 5 154 452 A (JOHNSON) 13 octobre 1992 (1992-10-13) * abrégé; figures 1-11 *	1-3	
A	-----	12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			F16L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 septembre 2002		Angius, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0200054 FA 615053**

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 **12-09-2002**
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
WO 9908034	A	18-02-1999	AU	8778098 A	01-03-1999
			WO	9908034 A1	18-02-1999
			US	6322110 B1	27-11-2001
WO 9318329	A	16-09-1993	US	5415442 A	16-05-1995
			US	5462315 A	31-10-1995
			AU	3773993 A	05-10-1993
			BR	9306070 A	13-01-1998
			CA	2131821 A1	16-09-1993
			DE	69318398 D1	10-06-1998
			DE	69318398 T2	19-11-1998
			EP	0630455 A1	28-12-1994
			JP	7504483 T	18-05-1995
			MX	9301068 A1	31-01-1994
			SG	59985 A1	22-02-1999
			WO	9318329 A1	16-09-1993
US 5765836	A	16-06-1998	US	6041487 A	28-03-2000
US 5154452	A	13-10-1992	AU	2680192 A	27-04-1993
			WO	9306404 A1	01-04-1993