

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 24325

⑭ Dispositif de traversée (ou de perméation) avec joint en forme de coupe.

⑮ Classification internationale (Int. Cl.³). F 28 D 7/10; B 01 D 13/00; F 28 F 9/06, 21/06.

⑯ Date de dépôt..... 28 décembre 1981.

⑰ ⑱ ⑲ Priorité revendiquée : *EUA, 29 décembre 1980, n° 218,837.*

⑴ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 26 du 2-7-1982.

⑵ Déposant : Société dite : MONSANTO COMPANY, société organisée selon les lois de l'Etat de Delaware, résidant aux EUA.

⑶ Invention de : Roger Sherman Otstot.

⑷ Titulaire : *Idem* ⑸

⑹ Mandataire : Novapat — Cabinet Chereau,
107, bd Pereire, 75017 Paris.

1.

La présente invention concerne des dispositifs tels que des échangeurs de chaleur et des dispositifs de traversée (ou de perméation) qui contiennent des tubes se présentant sous la forme de feuilles. Un aspect particulièrement intéressant de la présente invention concerne des dispositifs de perméation perfectionnés utilisant des membranes à fibres creuses dans lesquelles les membranes sont noyées dans une feuille de tubes et les trous des fibres creuses s'étendent pour constituer des passages de fluide à travers la feuille.

Des appareils tels que les échangeurs de chaleur et les dispositifs de perméation comportent des tubes positionnés à l'intérieur d'une enveloppe tubulaire, avec au moins une extrémité de chaque tube noyée dans une feuille de tubes. Un des buts de la feuille de tubes est de fixer les tubes d'une manière telle qu'il y ait une étanchéité aux fluides à l'intérieur de la feuille. Cette feuille doit présenter une barrière suffisamment puissante au courant du fluide pour que, dans des conditions de fonctionnement où des pressions différentielles souvent importantes sont présentes de part et d'autre de la feuille de tubes, elle ne se rompe pas ou sinon ne perde pas son intégrité, permettant par conséquent au fluide de la traverser. Par consé-

2.

quent, dans de nombreux cas, la feuille de tubes a une épaisseur importante de façon à assurer l'obtention d'une relation étanche aux fluides avec les tubes et à avoir l'assurance qu'elle supportera toute pression différentielle à laquelle elle pourra être soumise pendant le fonctionnement.

La feuille de tubes peut alors être fixée dans l'appareil de façon étanche aux fluides pour que le fluide ne passe pas sur son pourtour entre le côté enveloppe et le côté trous des tubes. De petites fuites se produisant autour de la feuille de tubes peuvent avoir un effet néfaste sur les performances d'un échangeur de chaleur, et l'effet sur les performances d'un dispositif de perméation peut souvent être encore plus sérieux car le fluide ne traversant pas peut passer du côté de la membrane où il y a sortie du fluide ayant traversé et réduire la sélectivité de séparation de celle-ci. La présente invention concerne des perfectionnements de l'étanchéité aux fluides autour de la feuille de tubes.

Dans certaines opérations, une feuille de tubes peut être soumise à des environnements qui ont tendance à provoquer la dilatation ou la contraction du matériau la constituant ainsi qu'éventuellement des matériaux entrant dans la composition des tubes et de l'enveloppe. Ces dilatations ou contractions peuvent être dues à la température et/ou à la présence d'espèces chimiques dans les courants en cours de traitement dans l'appareil qui affectent l'un des matériaux constituant les feuilles de tubes, les tubes ou les enveloppes. De telles dilatations et/ou contractions peuvent soulever plusieurs problèmes, en particulier parce que des matériaux dissemblables sont toujours utilisés pour la constitution des tubes, des feuilles de tubes, et de l'enveloppe. Par exemple, un changement relatif des dimensions (appelé ci-après "différentiel de dilatation") entre la feuille de tubes et l'enveloppe peut poser des problèmes d'obtention d'un joint étanche aux fluides. Si, par exemple, à cause de l'environnement rencontré en fonctionnement, une

feuille de tubes, qui est placée à l'intérieur d'une enveloppe se dilate davantage que l'enveloppe, des forces par trop importantes peuvent être produites qui provoquent un endommagement de l'enveloppe ou de la feuille de tubes. De plus, des différentiels de dilatation similaires peuvent se produire entre la feuille de tubes et le tube avec comme conséquence des effets néfastes semblables. En outre, étant donné que dans de nombreuses applications les feuilles de tubes comportent souvent deux zones, par exemple une zone ayant une densité en tubes relativement élevée et une zone environnante concentrique comportant peu de tubes si toutefois elle en comporte, chaque zone peut présenter des propriétés différentes de dilatation et de contraction, ce qui a pour effet d'augmenter le risque d'endommagement à l'intérieur de la feuille de tubes à l'interface entre ces zones. En outre, parmi les matériaux entrant dans la fabrication des feuilles de tubes et des tubes, on a trouvé que les résines étaient particulièrement intéressantes, y compris les résines synthétiques et les résines naturelles, résines qui peuvent être appliquées aux tubes ou coulées autour des tubes sous forme liquide, puis solidifiées, par exemple par chauffage. Cependant, ces matériaux résineux sont souvent enclins à présenter un gonflement important en présence de nombreux produits chimiques qui peuvent être présents dans les courants traités par l'appareil. Il en résulte que des problèmes encore plus sérieux de différentiels de dilatation peuvent se poser.

Un type d'appareil qui peut être particulièrement affecté par ces problèmes de différentiels d'expansion sont les dispositifs de traversée (ou perméation). Les dispositifs de perméation sont utilisés pour la séparation d'au moins un fluide dans un mélange de fluides contenant au moins un autre composant où la séparation est effectuée par des membranes. La séparation effectuée par des membranes peut concerner les gaz-gaz, les gaz-liquides, et les liquides-liquides (y compris les corps solides dissous dans les liquides). Un fluide peut traverser la membrane par interaction avec les

4.

matériaux de la membrane ou par circulation dans les interstices ou pores présents dans la membrane. Dans les séparations par membrane un fluide perméable du mélange de fluides entrant passe, sous l'effet d'une force d'entraînement telle qu'une concentration, une pression partielle, une 5 pression totale, etc. (suivant la nature de l'opération de séparation par membrane) d'un côté d'alimentation de la membrane à un côté de sortie du fluide ayant pénétré de cette membrane. Généralement, la forme d'entraînement implique le maintien d'une pression différentielle de chaque côté de la 10 membrane et plus cette pression différentielle est grande, plus le flux du fluide pénétrant est grand et moins la surface nécessaire de membrane est grande.

Les membranes ayant la forme de tubes, par exemple, en fibres creuses ou filaments creux, sont particulièrement 15 intéressantes en ce sens que les fibres creuses se maintiennent généralement d'elles-mêmes, même à des pressions différentielles relativement élevées, et donnent une surface de membrane par unité de volume du dispositif de perméation 20 plus grande que la surface pouvant être obtenue, par exemple, par des membranes à film. Ainsi, les dispositifs de perméation contenant des fibres creuses peuvent être intéressants sur le plan de la commodité, des dimensions et d'une moins grande complexité de réalisation. Cependant, 25 pour être intéressants sur le plan industriel, les dispositifs de perméation doivent être à même de supporter les conditions de fonctionnement auxquels ils sont soumis pendant des opérations de séparation et être relativement non complexes et facilement montables afin de simplifier le contrôle en fabrication et les réparations. 30

Les dispositifs de perméation contenant des membranes à fibres creuses sont utilisés dans les opérations de dessalement, d'ultrafiltration et d'hémodialyse. En général, ces opérations de séparation créent des environnements 35 qui ne sont pas à l'origine d'un gonflement excessif des feuilles de tubes. Compte tenu des environnements relativement peu hostiles que rencontrent ces dispositifs de

perméation dans des opérations de dessalement, d'ultrafiltration et d'hémodialyse, les feuilles de tubes peuvent être réalisées d'une manière relativement peu complexe. Par exemple, dans les unités d'hémodialyse telles que décrites par
5 Geen et autres dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4.001.110, la feuille de tubes est simplement coulée dans l'enveloppe de sorte que son matériau résineux adhère aux membranes à fibres creuses et à la surface intérieure de l'enveloppe.

10 En variante, une feuille de tubes dans laquelle sont enfouies les membranes à fibres creuses peut être préparée séparément, puis insérée à l'intérieur d'une enveloppe de dispositif de perméation. Par exemple, Mahon dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.228.877 décrit un dispositif
15 de perméation où les membranes à fibres creuses sont noyées dans un matériau de collage placé à l'intérieur d'un accouplement et le matériau de collage est en contact étanche aux fluides avec l'accouplement. L'accouplement est alors placé dans une plaque de distributeur de façon à assembler le
20 dispositif de perméation.

Un moyen rencontré généralement pour fixer une feuille de tubes à l'intérieur d'une enveloppe consiste à utiliser des joints toriques qui sont positionnés autour de la
feuille de tubes et sont en contact avec la surface intérieure de cette enveloppe de façon à assurer l'étanchéité aux
25 fluides recherchée. L'utilisation de joints toriques est décrite par exemple par McLain dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.422.008; par Caracciolo dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.528.553; par McNamara et autres
30 dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.702.658; par Clarke dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4.061.574 et par Teijin Limited dans le brevet anglais n° 1.432.018.

Les moyens de fixation d'une feuille de tubes à l'intérieur d'une enveloppe cités ci-dessus semblent ne présenter aucune zone permettant d'absorber des différentiels
35 de dilatation et dépendre aussi de l'existence de tolérances serrées entre la feuille de tubes et l'enveloppe de sor-

te que les joints toriques ou analogues peuvent assurer l'étanchéité nécessaire aux fluides. Les différentiels de dilatation inévitables, dus par exemple à des variations de température, des agents de gonflement dans les fluides en
5 cours de traitement, etc. peuvent être à l'origine de difficultés importantes.

Dans une autre proposition, Carey et autres décrivent dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.760.949 une feuille de tubes qui est constituée d'un agent de scel-
10 lement en élastomère et a la forme d'un bouchon conique dont le point le plus étroit est proche de l'extrémité. L'agent en élastomère est maintenu à l'intérieur d'un élément conique inverse apparié qui est inséré dans l'enveloppe du dispositif de perméation. Une plaque poreuse est placée à l'ex-
15 trémité de l'agent de scellement en élastomère, de façon à maintenir celui-ci à l'intérieur de l'élément apparié. Alors que la nature élastomérique de la feuille de tubes peut permettre un déplacement suffisant de celle-ci de façon qu'aucun problème excessif dû à des différentiels de dilatation
20 n'existe, il se peut que le matériau élastomère de la feuille de tubes ne soit pas apte à conférer la résistance souhaitée à la feuille et augmente les difficultés de manutention de la feuille et d'assemblage du dispositif de perméation.

25 Un perfectionnement qui permet l'utilisation de la technologie des dispositifs de perméation dans des environnements plus difficiles, tels que courants de purge gazeux et courants de déchets liquides, qui peuvent contenir des espèces pouvant provoquer le gonflement du matériau de la
30 feuille de tubes est décrit par Bollinger et autres dans le brevet anglais n° 2.060.434 du 7 mai 1981. Dans l'une des caractéristiques de cette invention, un dispositif de perméation est décrit dans lequel les tubes sont noyés dans une
35 feuille de tubes en relation étanche aux fluides. Une entretoise tubulaire entoure sensiblement la feuille de tubes sur au moins une partie de la surface latérale de la feuille. L'entretoise tubulaire sert à positionner la feuille de tubes

à l'intérieur de l'appareil. La feuille de tubes comporte au moins une zone en surélévation entre la face côté "faisceau" et la face extérieure opposées et comporte une zone en prolongement de plus grandes dimensions en coupe que les dimensions correspondantes de la plus petite des faces. La région en surélévation est prévue pour buter contre l'entretoise tubulaire.

Dans l'appareil de Bollinger et autres, il est tenu compte des différentiels de dilatation entre la feuille de tubes et l'enveloppe tout en maintenant la relation souhaitée d'étanchéité aux fluides à travers la feuille. L'appareil peut supporter de hautes pressions différentielles de part et d'autre de la feuille de tubes.

Cependant, Bollinger et autres utilisent des joints toriques pour assurer l'étanchéité aux fluides sur la largeur de la feuille de tubes, isolant les trous ouverts des fibres creuses se terminant à la face extérieure de la feuille et à la surface extérieure des fibres creuses. Les joints toriques sont souvent assis dans une rainure de maintien annulaire pratiquée, par exemple, dans le chapeau de fermeture d'extrémité ou dans la face en contact avec la feuille de tubes de l'entretoise tubulaire.

Alors que l'utilisation d'une entretoise tubulaire avec une feuille de tubes minimise les effets des dilatations différentielles parmi les tubes, l'enveloppe, la feuille de tubes et l'entretoise, il reste toujours difficile de maintenir l'étanchéité par joint torique dans certaines circonstances. Par exemple, le matériau en polymère du joint torique peut être détérioré par certains environnements de sorte que le joint perd l'élasticité nécessaire au maintien de l'étanchéité aux fluides. Le matériau en polymère du joint torique peut aussi absorber des quantités suffisantes de fluide telles que des gaz à haute pression, pour que ses dimensions changent. Par exemple, un joint torique gonflé peut être extrait entièrement ou en partie d'une gorge de maintien de sorte que l'étanchéité aux fluides ne peut être maintenue.

Dans certaines réalisations de dispositifs de per-

méation tels que les dispositifs décrits par Bollinger et autres, il est permis à la feuille de tubes de coulisser. Cela est souvent avantageux en ce sens que l'agencement peut agir en clapet de sûreté pour décharger le fluide sou-
5 mis à de hautes pressions potentiellement néfastes entre le côté trous des fibres creuses vers le côté enveloppe de ces fibres où règnent des pressions plus basses. Cela est permis par la pression différentielle, provoquant un soulèvement hors du joint torique de la feuille de tubes qui est
10 à même de coulisser. Un tel soulèvement de la feuille peut également se produire chaque fois qu'il y a une pression plus élevée de fluide du côté trous de la membrane à fibres creuses comme cela peut arriver fréquemment pendant un arrêt de routine ou d'urgence du dispositif de perméation. Le joint
15 torique peut être délogé de son siège, par exemple, d'une gorge annulaire de maintien, pendant le soulèvement de la feuille de tubes. Souvent, l'étanchéité aux fluides n'est pas maintenue lorsque la feuille de tubes revient en contact avec le joint torique.

20 Dans la présente invention, on prévoit un appareil contenant des tubes noyés dans des feuilles de tubes essentiellement imperméables au fluide, où les problèmes du maintien d'un joint étanche aux fluides autour de la feuille de tubes sont minimisés même lorsque cette feuille apte à
25 coulisser est soulevée pour libérer la haute pression potentiellement néfaste, et même lors d'une utilisation dans des environnements pouvant détériorer l'élasticité ou les dimensions du moyen d'étanchéité. Ces améliorations de l'étanchéité sont obtenues dans des dispositifs de perméation
30 présentant un jeu suffisant entre la feuille de tubes et les autres éléments du dispositif, tels que l'enveloppe et l'entretoise tubulaire, de sorte que des différentiels de dilatation importants peuvent être contenus.

35 Un appareil selon la présente invention comprend une enveloppe tubulaire allongée ayant au moins une extrémité ouverte; un chapeau de fermeture d'extrémité essentiellement imperméable aux fluides fixé de manière étanche à

l'enveloppe tubulaire et la recouvrant à au moins une extré-
mité ouverte, ce chapeau de fermeture comportant au moins un
orifice de passage de fluide, une pluralité de fibres creu-
ses qui sont généralement parallèles et s'étendent longitudi-
5 nalement de façon à former au moins un faisceau dans l'enve-
loppe tubulaire; une feuille de tubes essentiellement imper-
méable aux fluides dans laquelle les fibres creuses du fais-
ceau sont noyées d'une manière étanche aux fluides de façon
que leurs trous constituent des passages de fluide dans la
10 feuille, cette feuille ayant une face côté faisceau à partir
de laquelle s'étendent les fibres creuses dans ledit fais-
ceau pour entrer dans l'enveloppe tubulaire, une face exté-
rieure sur la surface de laquelle les trous des fibres creu-
ses débouchent, et une surface latérale s'étendant entre la
15 face côté faisceau et la face extérieure; et un moyen
d'étanchéité agencé de manière que les trous des fibres
creuses constituant les passages de fluide dans la feuille
de tubes soient en relation étanche aux fluides autour de
l'extérieur de la feuille vis-à-vis de l'extérieur des fibres
20 creuses s'étendant à partir de la feuille de tubes; où le
moyen d'étanchéité comprend au moins un joint en forme de
coupe comportant une bague en polymère ayant une surface con-
cave et une surface extérieure, cette bague entourant sensi-
blement un élément élastique avec lequel elle coopère de fa-
25 çon que l'élément élastique puisse être comprimé pour créer
une force dirigée vers l'extérieur agissant sur les parties
généralement opposées de la surface extérieure.

Selon l'un des aspects de la présente invention,
l'appareil comporte une entretoise tubulaire rigide entou-
30 rant sensiblement une surface latérale de la feuille de tu-
bes sur au moins une partie de la distance séparant la fa-
ce extérieure et la face côté faisceau de la feuille de tu-
bes où cette entretoise définit une ouverture prévue pour
recevoir la surface latérale de la feuille de tubes, l'ou-
35 verture ayant une section qui est suffisamment grande pour
former un espace entre l'entretoise tubulaire et la surface
latérale de la feuille de tubes afin d'accepter des diffé-

rentiels de dilatation entre l'entretoise et la feuille.

Le moyen d'étanchéité de l'appareil de la présente invention assure une relation étanche aux fluides autour de l'extérieur de la feuille de tubes de façon à isoler
5 l'extérieur des fibres creuses s'étendant depuis la face côté faisceau de la feuille de tubes à partir des trous des fibres creuses qui constituent des passages de fluide dans la feuille de tubes. Le moyen d'étanchéité comprend au moins un joint en forme de coupe comprenant une bague en
10 polymère coopérant avec un moyen élastique où des parties généralement opposées de la surface extérieure de la bague assurent une relation étanche aux fluides autour de la feuille de tubes. Par exemple, des parties de la surface extérieure du joint en forme de coupe peuvent être en contact étanche avec la feuille de tubes et l'enveloppe, avec
15 la feuille de tubes et le chapeau de fermeture d'extrémité, ou avec la feuille de tubes et une entretoise tubulaire, elle-même en relation étanche aux fluides avec le reste du dispositif de perméation. D'autres agencements permettant
20 d'établir un contact étanche de la surface extérieure du joint en forme de coupe sont évidemment possibles.

La bague en polymère du joint en forme de coupe utilisée dans les dispositifs de perméation de la présente invention a une surface concave qui entoure sensiblement
25 un élément élastique avec lequel elle coopère pour créer une force dirigée vers l'extérieur qui agit sur des parties généralement opposées de la surface extérieure de la bague. Dans certains cas, il peut s'avérer préférable que l'élément élastique soit totalement entouré par la bague en polymère.
30 L'élément élastique peut être un ressort d'extension, par exemple un ressort métallique d'extension ou un joint torique en élastomère. Des ressorts métalliques d'extension peuvent être constitués de n'importe quel métal, mais les alliages résistant à la corrosion sont recommandés. Parmi
35 ces alliages résistant à la corrosion figurent les alliages inoxydables, tels que l'acier inoxydable 304 ou 316; les alliages dits Inconel tels que l'Inconel 718 ou l'Inconel

X-750; ou les alliages dits Hastelloys, tels que l'Hastelloy C. Les ressorts métalliques d'extension peuvent avoir diverses configurations, par exemple se présenter sous la forme de ressorts en U fabriqués à partir de métal perforé ou expansé. Un type recommandé est un ressort à fil métallique plat enroulé hélicoïdalement. Les joints toriques en élastomère peuvent être en néoprène, en silicone, en fluorosilicone ou en matériau dit Viton.

La bague en polymère peut être constituée de n'importe quel polymère. Un matériau polymère recommandé est chimiquement inerte aux espèces chimiques des fluides en cours de traitement dans le dispositif de perméation et peut fonctionner dans une vaste gamme de températures, par exemple, entre environ -64°C et environ 127°C. Les matériaux recommandés comprennent les polymères de fluorocarbone tels que le matériau dit Teflon. Souvent, le matériau polymère peut comprendre une charge, par exemple en graphite, carbone/graphite, fibre de verre/disulfure de molybdène.

Les joints en forme de coupe recommandés pour les dispositifs de perméation de la présente invention sont des joints à ressort tels que les joints dit Omniseal de la série 300 fabriqués par la société dite Fluorocarbon Company. Une configuration recommandée de l'Omniseal est une bague en téflon renfermant partiellement un ressort à fil plat hélicoïdal en acier inoxydable.

Une telle bague en polymère entourant sensiblement l'élément élastique constitue un dispositif d'étanchéité à la fois actionné par pression et auto-actionné. Cette bague est généralement installée entre deux surfaces d'étanchéité, par exemple, entre l'enveloppe et la feuille de tubes du dispositif de perméation, où la distance entre les surfaces d'étanchéité est généralement inférieure à la distance séparant les surfaces extérieures opposées de la bague. Dans une telle installation, la bague en polymère comprime l'élément élastique de façon à fournir une force suffisante sur les parties généralement opposées de la surface extérieure de la bague et assurer une relation étanche

aux fluides mise en oeuvre d'elle-même entre les surfaces d'étanchéité.

Dans la plupart des installations, il y aura une pression différentielle de part et d'autre de la bague en polymère pendant le fonctionnement. Lorsqu'un fluide à haute pression agira sur la surface intérieure ou concave de la bague, une composante de force dirigée vers l'extérieur due à la pression différentielle agira sur au moins une partie de la bague en polymère pour faciliter l'obtention d'une relation d'étanchéité aux fluides avec les surfaces d'étanchéité en contact avec la bague.

La présente invention sera bien comprise lors de la description suivante faite en liaison avec les dessins ci-joints dans lesquels :

La figure 1 est une représentation schématique d'une coupe longitudinale d'un dispositif de perméation selon la présente invention comportant un joint en forme de coupe situé dans un siège à la périphérie intérieure de l'enveloppe, qui forme un joint étanche aux fluides entre l'enveloppe et la feuille de tubes;

La figure 2 est une représentation schématique d'une vue partielle de la coupe longitudinale d'un dispositif de perméation selon la présente invention, où l'entretoise tubulaire placée sur un flasque entoure la feuille de tubes, et la feuille de tubes est en relation étanche aux fluides avec l'entretoise tubulaire;

La figure 3 est une représentation schématique d'une vue partielle de la coupe longitudinale d'un dispositif de perméation selon la présente invention où l'entretoise tubulaire est en une pièce avec le chapeau de fermeture d'extrémité. L'extrémité de la feuille de tubes comporte également des rainures peu profondes qui facilitent la dissipation de la haute pression côté trous potentiellement néfaste lorsque la feuille de tubes apte à coulisser se soulève de l'entretoise tubulaire sur laquelle elle bute;

La figure 4 est une représentation schématique d'une vue partielle d'une coupe longitudinale d'un disposi-

tif de perméation selon la présente invention où l'entretoise tubulaire placée sur un flasque comporte un siège de joint dans la surface extrême butant contre la feuille de tubes;

5 La figure 5 est une représentation schématique d'une vue partielle d'une coupe longitudinale d'un dispositif de perméation selon la présente invention où le chapeau de fermeture d'extrémité comporte un siège de joint destiné à contenir un joint en forme de coupe qui est en contact avec
10 une partie en prolongement de la zone extérieure de la feuille de tubes; et

Les figures 6, 7 et 8 sont des vues schématiques en coupe radiale de joints en forme de coupe.

Dans les modes de réalisation représentés dans les
15 figures 1 à 5, une feuille de tubes est placée à l'intérieur d'une enveloppe. Plus clairement, dans les dispositifs de perméation de la présente invention, la feuille de tubes peut s'étendre au moins en partie hors de l'enveloppe ou, si on le désire, peut se trouver à l'extérieur de l'enveloppe
20 du côté de l'extrémité ouverte, par exemple, à l'intérieur d'une enceinte de tête séparée.

La présente invention est particulièrement adaptée à la réalisation de dispositifs de perméation. Les dispositifs de perméation peuvent être réalisés de façon à effectuer des séparations de fluides et comporter une extrémité
25 unique ou une extrémité double. Un dispositif de perméation à extrémité unique comporte une feuille de tubes à une seule extrémité (comme dans la figure 1), et l'une des extrémités ou les deux extrémités des tubes (généralement appelées à fibres creuses dans l'art des dispositifs de perméation) sont
30 noyées dans la feuille de tubes. Lorsqu'une seule extrémité de chacune des fibres creuses est noyée dans la feuille, l'autre extrémité doit être bouchée. Dans un dispositif de perméation à double extrémité, une feuille de tubes est
35 prévue à chaque extrémité de l'enveloppe et les fibres creuses peuvent s'étendre d'une feuille de tubes à l'autre, ou bien les dispositifs de perméation peuvent conte-

nir au moins deux faisceaux distincts de fibres creuses où au moins un faisceau s'étend seulement dans une feuille de tubes.

Le dispositif de perméation peut être utilisé
5 de n'importe quelle manière désirée, par exemple, le mélange de fluides d'entrée peut être introduit dans l'enveloppe et venir initialement en contact avec le côté enveloppe des fibres creuses, ou être introduit dans les trous des fibres creuses. Le diagramme d'écoulement du fluide du côté
10 côté enveloppe des fibres creuses peut être principalement transversal par rapport à l'orientation longitudinale des fibres creuses ou être principalement axial par rapport à cette orientation. Lorsque le courant du côté enveloppe des fibres creuses est axial, il peut s'effectuer dans le même
15 sens ou à contre-courant que le courant dans les trous des fibres creuses.

Les membranes à fibres creuses peuvent être construites avec n'importe quel matériau naturel ou synthétique convenant à la séparation des fluides ou au support des ma-
20 tériaux effectuant des séparations de fluides. Le choix du matériau des fibres creuses peut être basé sur la résistance à la chaleur, la résistance aux agents chimiques, et/ou la résistance mécanique de la fibre creuse, ainsi que sur d'autres facteurs dictés par la séparation envisagée des fluides
25 pour laquelle elle sera utilisée et pour les conditions de fonctionnement auxquelles elle sera soumise. Le matériau constituant les fibres creuses peut être minéral, organique ou être un mélange de matériaux minéraux et organiques. Parmi les matériaux minéraux typiques on peut citer, les
30 verres, les céramiques, les cermets, les métaux et analogues. Les matériaux organiques sont en général des polymères.

Les polymères typiques convenant à la fabrication des membranes à fibres creuses comprennent les polymères substitués et non substitués choisis parmi les poly-
35 sulfones, y compris les sulfones de polyéther et les sulfones de polyaryles; les polystyrènes; les polymères de cellulose; les polyuréthanes, les polyesters, les polymères de

monomères ayant une insaturation α -oléfinique tels que le polyéthylène, les polyvinylyles, et les polyvinylidènes; les polyhydrazides, etc.

Les dimensions en coupe des fibres creuses utilisées dans les dispositifs de perméation de la présente invention peuvent être choisies dans une vaste gamme; cependant, les fibres creuses doivent avoir une épaisseur de paroi suffisante pour leur conférer une résistance mécanique convenable, et le trou doit être suffisamment grand pour qu'il n'y ait pas une chute de pression anormalement élevée des fluides traversant le trou. Fréquemment, les fibres creuses présentent une certaine souplesse sur leur longueur de façon à tenir compte des dilatations ou contractions qui peuvent se produire dans les conditions de fonctionnement attendues. Le diamètre extérieur de la fibre creuse est d'au moins environ 20, disons d'au moins environ 30 microns, et des fibres de diamètre extérieur identique ou différent peuvent être contenues dans un faisceau. Souvent, le diamètre extérieur des membranes en fibres creuses ne dépasse pas environ 800 ou 1000 microns étant donné que des fibres d'un tel diamètre peuvent donner des valeurs moins souhaitables de la surface de fibres par unité du volume du dispositif de perméation. Cependant, des fibres creuses de diamètre plus grand, atteignant jusqu'à 10.000 microns ou plus, peuvent être particulièrement souhaitables. De préférence, le diamètre extérieur des membranes à fibres creuses est d'environ 50 à 800 microns. En général, l'épaisseur de la paroi des fibres creuses est d'au moins environ 5 microns et, dans certaines fibres, elle peut atteindre environ 200 ou 300 microns, disons environ 50 à 200 microns. Avec des fibres creuses fabriquées avec des matériaux ayant une moins grande résistance mécanique, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des diamètres et des épaisseurs de paroi plus grands de façon à conférer une résistance mécanique suffisante à la fibre. Les parois des fibres creuses peuvent être essentiellement massives ou contenir un volume important de vides. Lorsqu'on souhaite avoir

des vides, la densité de la fibre peut être essentiellement la même sur toute l'épaisseur de sa paroi, c'est-à-dire que la fibre est isotrope; ou bien la fibre peut être caractérisée par le fait qu'elle comprend au moins une région relativement dense à l'intérieur de son épaisseur de paroi, formant une barrière contre le courant, de sorte qu'elle est anisotrope.

En général, les enveloppes pour dispositifs de perméation ont une section circulaire pour des raisons de disponibilité, de commodité de manipulation et de résistance mécanique; cependant des enveloppes ayant des formes en coupe différentes, par exemple des formes rectangulaires, conviennent très bien dans le cas de nombreux dispositifs de perméation. Souvent, la section en coupe des enveloppes présente une dimension principale d'environ au moins 0,1 ou de préférence d'au moins environ 0,2 mètre, disons pouvant atteindre 1 ou 2 mètres ou plus. La longueur de l'enveloppe contenant les fibres creuses est fréquemment d'environ au moins 0,5 mètre et peut atteindre 10 mètres ou plus.

Dans l'enveloppe les fibres creuses sont généralement disposées parallèlement sous forme d'un ou de plusieurs faisceaux. En général, au moins environ 10.000 et souvent un nombre sensiblement plus grand, par exemple, un nombre atteignant 1 million ou plus de fibres creuses sont contenus dans un dispositif de perméation. Les fibres du faisceau peuvent être, par exemple, relativement rectilignes, ou être enroulées en spirale, comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.422.008, au nom de MacLain. Dans de nombreux cas, un faisceau unique de fibres creuses est utilisé dans un dispositif de perméation et au moins l'extrémité des fibres du faisceau est noyée dans une feuille de tubes. L'extrémité opposée des fibres peut être ramenée en arrière en faisant une boucle, par exemple le faisceau a la forme générale d'un "U", et être noyée dans la même feuille de tubes, ou l'extrémité opposée des fibres peut être bouchée ou noyée dans une autre feuille de tubes. Lorsque les fibres creuses du fais-

ceau ont la forme d'un "U", les extrémités peuvent être segmentées de façon que différentes zones de la feuille de tubes contiennent chaque extrémité des fibres creuses. Chaque zone d'une feuille de tubes peut être maintenue en relation essentiellement imperméable aux fluides, de sorte que la communication du fluide entre zones ne peut se produire que par passage dans les trous des fibres creuses.

Une feuille de tubes pouvant être utilisée dans les dispositifs de perméation de la présente invention peut avoir n'importe quelle forme générale permettant son utilisation dans un dispositif contenant des faisceaux de fibres creuses. Comme ces dispositifs de perméation ont fréquemment une section circulaire, la feuille de tubes a généralement alors une section circulaire.

De préférence, une feuille de tubes est rigide; c'est-à-dire qu'elle présente une résistance suffisante lui permettant de conserver son intégrité et sa forme sous l'effet des contraintes. Souvent, le matériau de la feuille a une dureté Shore A (ASTM D 2240) d'au moins environ 60, le plus fréquemment d'au moins environ 70 ou 75, disons d'au moins environ 80 ou 90. Les matériaux convenables entrant dans la constitution d'une feuille de tubes comprennent les résines liquides thermodurcissables (naturelles ou synthétiques), et en particulier des compositions résineuses qui font l'objet d'une réticulation pendant le durcissage. Fréquemment, la réticulation (ou durcissage) a pour effet d'augmenter la résistance mécanique de la feuille de tubes ainsi que sa résistance aux agents chimiques. Les résines appropriées entrant dans la constitution des feuilles de tubes comprennent souvent les époxy, phénoliques, acryliques, urée-uréthanes, et analogues.

La feuille de tubes peut être obtenue en suivant n'importe quel processus approprié, par exemple, par coulage d'un matériau résineux autour de l'extrémité du faisceau de tubes comme cela est décrit par Fritzsche et autres dans le brevet anglais n° 2.066.697 du 15 juillet 1981, ou par imprégnation des extrémités du tube avec un maté-

riau résineux pendant le montage des tubes de façon à former un faisceau, comme cela est décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3.455.460 (Mahon) et n° 3.690.465 (McGinnis et autres). La longueur (dans le sens axial) de la feuille de tubes est généralement suffisante pour conférer la résistance mécanique appropriée permettant de supporter les pressions différentielles totales auxquelles la feuille peut être soumise pendant le fonctionnement. Ainsi, la longueur utilisée peut dépendre de la résistance mécanique de la résine. De plus, la feuille de tubes peut être suffisamment épaisse pour qu'un ample contact soit assuré entre les fibres creuses et la résine et qu'une relation essentiellement étanche aux fluides soit obtenue. Par conséquent, l'adhérence entre les fibres creuses et le matériau de la feuille de tubes aura aussi un effet sur la longueur souhaitée des feuilles. Souvent, les feuilles de tubes ont une longueur d'au moins environ 2 centimètres et cette longueur peut atteindre environ 50 centimètres.

Les trous des fibres creuses sont mis à nu à la face extérieure de la feuille de tubes de façon à former des canaux de fluide dans la feuille. Toute technique appropriée peut être utilisée pour former des trous mis à nu à la face extérieure de la feuille de tubes. Par exemple, les trous des fibres creuses peuvent être bouchés avant le coulage de la feuille et, après coulage, l'extrémité de la partie coulée peut être sectionnée de façon à former la face extérieure de la feuille et mettre à nu les trous des fibres creuses.

Alors que les feuilles de tubes comprennent généralement au moins une zone ayant des fibres creuses, elles peuvent aussi comprendre une zone extérieure concentrique de section plus grande qui est sensiblement exempte de fibres creuses. Une telle zone peut s'étendre sur une partie, sur la totalité de la longueur (ou sur une longueur plus grande) d'au moins la zone ayant des fibres creuses, en fonction des préférences particulières de réalisation. Naturellement, les feuilles de tubes peuvent ne pas comporter une zone extérieure concentrique. De telles feuilles de tubes sont ca-

ractérisées en ce qu'elles ont une périphérie définie par des dimensions en coupe qui ne sont que légèrement supérieures aux dimensions en coupe de la périphérie du faisceau de fibres creuses noyées dans la feuille de tubes. Dans une
5 telle réalisation, on peut utiliser une quantité moins grande de matériau pour noyer les fibres dans une relation étanche aux fluides que dans les feuilles de tubes ayant des zones extérieures concentriques sensiblement démunies de fibres creuses. Par conséquent, on peut profiter des avantages présentés
10 par un moindre gonflement et une moindre dilatation ou contraction de la feuille de tubes. On peut également profiter des avantages du coulage de tels tubes, en ce sens que le matériau constituant la feuille de tubes est durci par réaction exothermique; c'est-à-dire que, comme la masse du maté-
15 riau constituant la feuille de tubes est minimisée, des températures potentiellement néfastes dues aux réactions exothermiques de durcissement peuvent être évitées.

D'autre part, il peut être plus avantageux de fabriquer des feuilles de tubes comprenant une zone extérieure
20 concentrique démunie de fibres creuses. Dans de telles configurations, les différences de dimensions en coupe entre la feuille de tubes et disons l'enveloppe du dispositif de perméation ne sont pas aussi critiques, en particulier dans le cas où le joint étanche aux fluides est situé sur une face
25 axiale de la zone extérieure. Une telle application peut aussi impliquer le positionnement du joint à une zone en élévation entre la périphérie d'une zone comportant les fibres creuses et une zone extérieure concentrique démunie de fibres creuses, en particulier là où la zone en élévation bute
30 contre une entretoise tubulaire.

Une telle entretoise tubulaire peut s'étendre suffisamment de façon à venir en contact avec le chapeau de fermeture d'extrémité. Souvent, l'entretoise tubulaire peut buter contre ce chapeau pour constituer une liaison étanche
35 aux fluides. L'entretoise tubulaire peut même être solidaire du chapeau; par exemple, l'entretoise et le chapeau peuvent provenir de la même opération de coulage. En variante, l'en-

entretoise peut être soudée ou fixée au chapeau de façon à former une liaison étanche aux fluides.

Dans un autre mode de réalisation, l'entretoise tubulaire peut comporter un flasque, par exemple, à son extrémité proche du chapeau de fermeture d'extrémité. Un tel flasque peut être commodément inséré entre des flasques du chapeau et de l'enveloppe dans une liaison étanche aux fluides. Des joints, par exemple, des joints toriques montés sur les faces opposées du flasque de l'entretoise tubulaire permettent le maintien de cette entretoise en liaison étanche aux fluides avec l'enveloppe et/ou le chapeau de fermeture d'extrémité d'un dispositif de perméation. Une entretoise tubulaire comportant un tel flasque constitue un perfectionnement important des autres configurations d'entretoises tubulaires, telles que les entretoises tubulaires libres, ou les entretoises tubulaires butant contre des chapeaux de fermeture d'extrémité en liaison étanche aux fluides.

L'entretoise tubulaire a un alésage d'une section assez importante pour former un espace suffisant entre elle et la feuille de tubes afin de tenir compte des différentiels de dilatation s'exerçant dans le sens transversal à l'axe de la feuille de tubes. Il est souhaitable que l'entretoise tubulaire permette également des différentiels de dilatation dans le sens axial. L'entretoise tubulaire peut avantageusement servir à positionner la feuille de tubes à l'intérieur de l'enveloppe. L'entretoise tubulaire peut également assurer le support de la feuille de tubes et, dans certains cas, faciliter l'obtention d'une relation étanche aux fluides à travers la feuille de tubes. Par exemple, des sièges de joint permettant de maintenir le joint de chapeau peuvent être pratiqués dans l'entretoise tubulaire. Des emplacements appropriés sont la surface périphérique intérieure de l'entretoise ou la surface extrême en contact avec la zone en élévation de la feuille de tubes.

En général, l'entretoise tubulaire peut être souvent usinée plus facilement suivant des tolérances étroites

qu'une feuille de tubes. Par conséquent, l'entretoise tubulaire peut avoir des tolérances plus serrées de façon à se monter à l'intérieur de l'enveloppe, tout en permettant l'utilisation de feuilles de tubes aux tolérances moins serrées et qui par ailleurs ne pourraient assurer l'étanchéité aux fluides directement avec l'enveloppe. De plus, l'entretoise tubulaire peut être en même matériau que l'enveloppe ou en variante en même matériau que la feuille de tubes, de façon à minimiser les différentiels de dilatation soit avec l'enveloppe, soit avec la feuille de tubes et par conséquent faciliter le maintien de la relation étanche aux fluides pour des conditions de fonctionnement très variables. Des matériaux appropriés pour la fabrication de l'entretoise tubulaire peuvent comprendre les matériaux polymères tels que les époxy, résines phénoliques, etc., des métaux tels que l'aluminium, l'acier, etc., et analogues.

Un espace suffisant doit être généralement prévu entre l'entretoise tubulaire et la feuille de tubes de façon à tenir compte des différentiels de dilatation entre l'entretoise tubulaire et la feuille de tubes et permettre un mouvement relatif entre l'entretoise et la feuille dans des conditions de fonctionnement telles que des différentiels de dilatation puissent être tolérés. Par conséquent, il est souvent préférable que le contact entre la feuille de tubes et l'entretoise tubulaire soit un contact mobile.

S'agissant des surfaces de la feuille de tubes et de l'entretoise tubulaire, lesquelles ne peuvent se déplacer librement l'une par rapport à l'autre, dans le but de dissiper les différentiels de dilatation (par exemple, des surfaces parallèles qui sont à leur tour parallèles à l'axe de la feuille de tubes), une grande distance doit être prévue entre la feuille de tubes et l'entretoise tubulaire de façon que les différentiels de dilatation attendus pendant le fonctionnement ne se traduisent pas par un contact entre l'entretoise et la feuille. Fréquemment, cette distance est inférieure à environ deux centimètres, disons inférieure à environ un centimètre, par exemple est d'environ 0,05 à 0,5

comprend plus de 10.000 fibres et, avec des fibres de diamètre plus petit ou des enveloppes de diamètre plus grand, il peut y avoir plus de 100.000 ou même plus de 1 million de fibres. Comme décrit, le faisceau a essentiellement la même
5 forme en coupe que l'enveloppe. Une extrémité de chacune des fibres creuses est noyée dans un bouchon 118 (non représenté en coupe). Les trous des fibres creuses ne communiquent pas dans le boulon 118. En variante, les extrémités des fibres creuses peuvent être fermées et les fibres réunies en-
10 semble par chauffage, par exemple en faisant passer un fil chaud dans le faisceau de fibres creuses.

L'autre extrémité du faisceau 116 traverse une chambre 106 comportant des orifices de distribution de fluide (non représentés). La chambre 106 est placée à l'intérieur
15 de l'enveloppe 102, côté tête, et sert à répartir le fluide se dirigeant vers l'orifice 108 ou en provenant. Le faisceau 116 se termine du côté tête par une feuille de tubes 120 (non représentée en coupe). Les trous des fibres creuses constituent des canaux de passage dans la feuille 120 jus-
20 qu'à l'extrémité ouverte de l'enveloppe 102.

Un siège de joint 141 est découpé dans la paroi de l'enveloppe 102. Un joint 140 en forme de coupe est assis dans le siège 141 et est en contact avec des surfaces d'étanchéité de la feuille 120 et de l'enveloppe 102 à l'intérieur
25 du siège 141 de façon à former une liaison étanche aux fluides avec la feuille de tubes 120. S'agissant des formes préférées pour le joint 140, les figures 6, 7 et 8 représentent en coupe certains types de joints 60, 70 ou 80, comprenant des éléments élastiques 61, 71 ou 81 sensiblement entourés par
30 des bagues en polymère 62, 72 et 82, respectivement, avec la surface desquelles ils sont en contact.

Un chapeau de fermeture d'extrémité 124 recouvre l'extrémité ouverte de l'enveloppe et est fixé solidement à l'enveloppe 102 par des boulons (non représentés). Un
35 joint 126 est placé entre le chapeau 124 et le flasque 104 côté tête de sorte que lorsque le chapeau 124 comportant un orifice de transmission de fluide 130 est fixé solidement à l'enveloppe, une liaison étanche aux fluides se trouve éta-

blie. Un bossage circulaire 128 s'étend à partir du chapeau 124 de façon à être en contact avec la périphérie de la face extérieure de la feuille 120, comprimant cette feuille contre un ressort 122. Une pluralité de ressorts 122 placés
5 entre la chambre 106 et la feuille de tubes 120 servent à exercer sur la feuille de tubes une force dirigée vers l'extérieur. Grâce à une sélection appropriée du nombre et des dimensions des ressorts, on peut obtenir l'écartement et la flexibilité souhaités. Par conséquent, on peut obte-
10 nir des forces appropriées sans s'inquiéter des tolérances serrées de la cote de longueur de la feuille de tube.

Les ressorts 122 sont facultatifs dans cette configuration de dispositif de perméation. Avec le joint étanche aux fluides obtenu sur la surface latérale de la feuille
15 de tubes, on peut laisser celle-ci coulisser librement entre la chambre 106 et le bossage 128.

Dans le fonctionnement du dispositif de perméation 100, un mélange de fluides peut être introduit du côté enveloppe du dispositif par l'orifice 115 ou, de préférence, par
20 l'orifice 108, le fluide ne traversant pas étant extrait du côté enveloppe du dispositif de perméation par l'autre orifice. Le fluide pénétrant entre dans les trous des fibres creuses et traverse ces trous dans la feuille 120 et est évacué du dispositif par l'orifice 130 du chapeau 124.

25 La figure 2 représente la partie de tête d'un dispositif de perméation représenté par la référence 200. Le dispositif 200 comprend une enveloppe 202 de section circulaire. L'enveloppe 202 comporte un flasque côté tête 204 et un orifice de passage de fluide 208. A l'intérieur de
30 l'enveloppe 202 se trouve un faisceau 216 (non représenté en coupe) qui est constitué d'une pluralité de fibres creuses. Le faisceau a la même forme générale en coupe transversale que l'intérieur de l'enveloppe. Le faisceau 216 se termine du côté tête par une feuille de tubes 220 (non représentée
35 en coupe). Comme cela est représenté, la feuille 220 comporte une zone cylindrique étendue 221, une zone en élévation 222 perpendiculaire à l'axe de la feuille de tubes et une

partie cylindrique concentrique 223 s'étendant vers la face extrême.

A la zone en élévation 222 de la feuille 220 se trouve une entretoise tubulaire 234. Cette entretoise comporte un siège de joint 241 découpé dans sa paroi intérieure. Un joint en forme de coupe 240 est placé dans le siège 241 de façon à assurer une liaison étanche aux fluides entre l'entretoise 234 et la feuille 220. L'entretoise 234 est fixée à son flasque 232 qui est maintenu en position entre un flasque 204 côté tête et un chapeau de fermeture d'extrémité 224 par des boulons (non représentés).

Le chapeau de fermeture d'extrémité 224 recouvre l'extrémité ouverte de l'enveloppe et est fixé solidement à celle-ci par des boulons (non représentés). Des joints 226 et 227 sont placés entre le chapeau 224, le flasque d'entretoise 232 et le flasque côté tête 204 de sorte que, lorsque le chapeau 224 comportant un orifice de passage de fluide 230 est fixé solidement à l'enveloppe, une liaison étanche aux fluides se trouve établie.

L'entretoise tubulaire 234 sert à positionner la feuille 220 à l'intérieur de l'enveloppe. La zone étendue 221 de la feuille de tubes peut par conséquent être maintenue à une distance suffisante de la surface intérieure de l'enveloppe 202 pour que tout différentiel de dilatation entre l'enveloppe et la feuille puisse être accepté. L'entretoise 234 entoure seulement la partie de petit diamètre de la feuille 220, partie qui n'est que légèrement plus grande que la zone à travers laquelle passent les fibres creuses. Comme cette partie de la feuille de tubes présentera une dilatation absolue inférieure à celle de la zone étendue de la feuille, la distance entre l'entretoise et la feuille peut être plus facile à maintenir que celle séparant l'enveloppe de la zone étendue de la feuille. Par conséquent, l'étanchéité aux fluides autour de la feuille de tubes assurée par le joint 240 est facilitée. De plus, le joint en forme de coupe 240 permet un mouvement relatif axial de la feuille entre l'entretoise et la chambre 206. En outre, étant donné que le con-

tact entre l'entretoise et la feuille ne se fait essentiellement qu'à la zone en élévation 222, l'entretoise ne limite pas les dilatations ou les contractions de la feuille de tubes. Etant donné que la partie cylindrique concentrique 223
5 de la feuille de tubes a un diamètre qui n'est que légèrement supérieur à celui du faisceau traversant la feuille, les dilatations et contractions de la feuille dues à l'environnement auquel le perméateur peut être soumis peuvent ne pas présenter une amplitude suffisante pour empêcher l'obtention
10 de l'étanchéité aux fluides au moyen du joint 240.

La figure 3 représente la partie de tête d'un dispositif de perméation représenté par la référence 300. Le dispositif 300 comprend une enveloppe 302 ayant une forme en coupe circulaire. L'enveloppe 302 comporte un flasque côté
15 tête 304 et un orifice de passage de fluide 308. A l'intérieur de l'enveloppe 302 est placé un faisceau 316 (non représenté en coupe) qui est constitué d'une pluralité de fibres creuses. Le faisceau a la même forme générale en coupe que l'enveloppe. Le faisceau 313 se termine à l'extrémité
20 côté tête par une feuille de tubes 320 (non représentée en coupe). Une entretoise tubulaire 334 entoure la partie cylindrique étendue de la feuille 320 et bute contre la zone en élévation 322. L'entretoise 34 est fixée de façon étanche au chapeau de fermeture d'extrémité 324. Cela est obtenu,
25 par exemple, en soudant l'entretoise 334 au chapeau 324, en usinant un chapeau de fermeture comportant une entretoise tubulaire dans une pièce coulée monobloc, ou en employant un tout autre moyen approprié. Un siège de joint 341 est pratiqué dans la surface circonférentielle intérieure de l'en-
30 tretoise tubulaire de façon à contenir un joint 340 en forme de coupe qui assure une liaison étanche aux fluides autour de la feuille de tubes. Il est souvent commode de façon à faciliter l'installation du joint en forme de coupe que l'entretoise tubulaire comprenne une partie en forme de ron-
35 delle 335 fixée, par exemple, par des vis 336 à la partie de l'entretoise comportant le siège 341. Un joint 326 est placé entre le chapeau 324 et le flasque 304 de façon à former

un joint étanche aux fluides. Le chapeau de fermeture d'extrémité comporte également un orifice 330 pour communiquer un fluide aux trous des fibres creuses.

Il peut être tenu compte des différentiels de dilatation entre la feuille de tubes et l'entretoise tubulaire par le jeu existant entre eux et par l'élasticité du joint 340. De plus, un mouvement relatif entre la feuille de tubes et l'entretoise tubulaire peut se produire dans une direction sensiblement parallèle à l'axe de la feuille. Dans l'un des aspects de cet exemple de réalisation du dispositif de perméation de la présente invention, la partie cylindrique étendue de la feuille de tubes comporte des rainures peu profondes 350 qui s'étendent sur une courte longueur à partir de l'extrémité de la feuille d'une façon telle qu'elles n'aillent pas jusqu'au point 340 lorsque la zone en élévation 322 de la feuille bute contre l'entretoise.

Dans un mode de réalisation avantageux d'un dispositif de perméation ayant cette forme, l'axe de l'enveloppe du dispositif est maintenu dans une direction verticale avec l'extrémité de la feuille de tubes vers le bas. Le mélange d'alimentation en fluides est introduit du côté enveloppe des fibres creuses. Comme le mélange se trouve généralement à une pression totale supérieure à celle du fluide pénétrant, la pression différentielle entre le côté enveloppe et le côté trous facilite non seulement le maintien de l'étanchéité aux fluides au joint en forme de coupe, mais encore oblige la feuille de tubes apte à coulisser à buter contre l'entretoise tubulaire. La feuille butant contre l'entretoise, les rainures peu profondes s'étendent au-dessous du joint en forme de coupe et ne sont pas en contact avec lui. Ce mode de fonctionnement peut présenter avantageusement les caractéristiques d'un clapet de sécurité permettant de protéger les membranes à fibres creuses. Par exemple, si la pression totale du côté enveloppe diminuait sans qu'il y ait diminution de la pression totale du côté trous, une pression sensiblement plus grande pourrait exister à l'intérieur des trous des fibres qui pourrait avoir un effet néfaste sur les membranes

à fibres creuses. Cependant, avant qu'un tel effet se produise, cette haute pression pourrait être suffisante pour amener la feuille de tubes contre le bossage de retenue 306 de sorte que la zone comportant les rainures 350 coulisserait à proximité du joint en forme de coupe pour éliminer la relation étanche aux fluides autour de la feuille et par conséquent libérer la pression du côté trou des membranes.

Les figures 4 et 5 représentent des modes de réalisation de la présente invention où le joint en forme de coupe est orienté de façon que l'ouverture dirigée vers la surface concave soit radialement en regard de l'extérieur dans le plan du joint.

La figure 4 représente la partie de tête du dispositif de perméation ayant pour référence 400. Le dispositif de perméation 400 comprend une enveloppe 402 ayant une forme circulaire en coupe. L'enveloppe 402 comporte un flasque 404 de fermeture du côté tête et un orifice de passage de fluide 408. Un chapeau de fermeture d'extrémité 424 est prévu pour fermer l'extrémité ouverte de l'enveloppe 402 et est fixé au flasque 404 par des boulons (non représentés). A l'intérieur de l'enveloppe 402 est placé un faisceau 416 (non représenté en coupe) qui est constitué d'une pluralité de fibres creuses. Le faisceau a la même forme générale en coupe que l'intérieur de l'enveloppe. Le faisceau 416 se termine du côté tête par une feuille de tubes 420 (non représentée en coupe). La feuille de tubes comprend deux zones concentriques entourant le faisceau noyé dans la feuille, où une zone est étendue. Une partie en élévation 421 s'étend entre les zones concentriques, constituant une partie de la frontière de cette zone étendue. Une entretoise tubulaire 434 s'étend à partir de la zone en élévation de la feuille 420 dans la direction du chapeau 424. L'entretoise tubulaire comporte une partie à flasque 432 qui facilite son positionnement à l'intérieur de l'enveloppe. Des joints, par exemple des joints toriques 426 et 427, sont placés entre le chapeau 424, le flasque 432 et le flasque de fermeture 404 côté tête de façon à assurer un joint étanche aux

fluides lorsque les flasques sont fixés. Un siège de joint 441 est pratiqué dans la feuille de tubes butant contre l'extrémité de l'entretoise tubulaire de façon à recevoir un joint 440 en forme de coupe qui assure l'étanchéité aux fluides autour de la feuille de tubes lorsque celle-ci bute contre l'entretoise tubulaire. Une pluralité de ressorts 422 sont placés entre la face côté faisceau de la zone étendue de la feuille de tubes et une chambre 406 de façon à fournir une force dirigée axialement vers l'extérieur à partir de l'extrémité côté tête de l'enveloppe, qui amène la feuille de tubes à buter contre l'entretoise tubulaire, d'où il résulte une étanchéité aux fluides par le joint en forme de coupe.

Dans un mode particulier de fonctionnement, le mélange de fluides d'entrée est introduit du côté enveloppe du dispositif de perméation, par exemple par l'orifice 408. Comme le plus souvent les mélanges de fluides se trouvent du côté enveloppe à une pression totale supérieure à la pression du fluide pénétrant du côté supérieur des fibres creuses, la pression différentielle de part et d'autre de la feuille de tubes (entre le côté enveloppe et le côté tubes) facilitera le maintien de l'étanchéité aux fluides lorsque la feuille de tubes est amenée à comprimer le joint en forme de coupe. Cette pression différentielle agit également sur le joint en forme de coupe avec la pression plus élevée de fluide agissant sur la surface concave exerçant une force d'expansion sur le joint en forme de coupe, ce qui facilite l'étanchéité aux fluides.

Une relation étanche aux fluides similaire est obtenue dans le dispositif de perméation 500. La figure 5 représente la partie de tête d'un dispositif de perméation ayant la référence 500. Le dispositif 500 comprend une enveloppe 502 ayant une forme en coupe circulaire. L'enveloppe 502 comporte un flasque 504 du côté tête et un orifice de passage de fluide 508. Dans l'enveloppe 502 est placé un faisceau 516 (non représenté en coupe) qui est constitué d'une pluralité de fibres creuses. Le faisceau a la même forme générale en coupe que l'enveloppe. Le faisceau 516 se

termine du côté tête par une feuille de tubes 520 (non représentée en coupe) qui a la forme d'un cylindre comportant une zone centrale concentrique caractérisée par la présence de membranes à fibres creuses noyées dans la feuille de tubes et traversant celle-ci et par une zone extérieure concentrique caractérisée par l'absence de membranes à fibres creuses. La zone extérieure est en outre caractérisée en ce qu'elle s'étend sur une longueur plus grande à l'extrémité ouverte de la feuille de tubes en s'éloignant du faisceau que la zone intérieure concentrique.

Une pluralité de ressorts 522 coopèrent entre le bossage de retenue 506 et la face côté faisceau de la feuille de tubes pour entraîner la feuille de tubes dans le sens axial contre un chapeau de fermeture d'extrémité 524. Ce chapeau comporte un orifice de passage d'effluent ayant traversé 530, la partie à flasque du chapeau pouvant être en relation étanche aux fluides avec le flasque 504 de l'enveloppe grâce à la présence d'un joint 526 lorsque les flasques sont réunis, par exemple par des boulons (non représentés). Le chapeau de fermeture de l'extrémité comporte également un siège de joint 541 qui renferme un joint en forme de coupe 540 près de la face extrême étendue de la zone extérieure concentrique de la feuille de tubes.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.

REVENDEICATIONS

1 - Dispositif comprenant :

(a) une enveloppe tubulaire allongée ayant au moins une extrémité ouverte;

5 (b) un chapeau de fermeture d'extrémité essentiellement imperméable aux fluides fixé de manière étanche à l'enveloppe tubulaire allongée et la recouvrant à au moins l'extrémité ouverte, ce chapeau comportant au moins un orifice de passage de fluide;

10 (c) une pluralité de fibres creuses qui sont généralement parallèles et s'étendent longitudinalement de façon à former au moins un faisceau dans l'enveloppe tubulaire allongée;

(d) une feuille de tubes essentiellement imperméable
15 aux fluides dans laquelle les fibres creuses du faisceau sont noyées suivant une relation étanche aux fluides telle que les trous des fibres creuses assurent des passages de fluide à travers la feuille de tubes, cette feuille de tubes ayant une face côté faisceau à partir de laquelle les fibres
20 creuses s'étendent dans le faisceau à l'intérieur de l'enveloppe tubulaire allongée, une face extérieure sur la surface de laquelle les trous des fibres creuses débouchent, et une surface latérale s'étendant entre la face côté faisceau et la face extérieure;

25 (e) un moyen d'étanchéité tel que les trous des fibres creuses assurant le passage de fluide dans la feuille de tubes sont en relation étanche aux fluides autour de l'extérieur de la feuille de tubes vis-à-vis de l'extérieur des fibres creuses s'étendant à partir de la feuille de tubes;
30 caractérisé en ce que le moyen d'étanchéité comprend au moins un joint en forme de coupe constitué d'une bague en matériau polymère ayant une surface concave et une surface extérieure, la bague en matériau polymère entourant sensiblement un élément élastique avec lequel elle coopère, de façon que cet élément élastique soit comprimé pour fournir une
35 force dirigée vers l'extérieur agissant sur les parties généralement en regard de la surface extérieure.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le joint en forme de coupe est placé entre l'enveloppe et la feuille de tubes.

5 3 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le joint en forme de coupe est placé entre le chapeau de fermeture d'extrémité et la feuille de tubes.

4 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'entretoise tubulaire rigide entoure sensiblement une surface latérale de la feuille de tubes sur au moins 10 une partie de la distance séparant la face extérieure de la face côté faisceau de la feuille de tubes, où l'entretoise tubulaire définit une ouverture destinée à recevoir la surface latérale de la feuille de tubes, cette ouverture ayant une section qui est suffisamment grande pour former un espace entre 15 l'entretoise tubulaire et la surface latérale de la feuille de tubes afin d'accepter les différentiels de dilatation entre l'entretoise tubulaire et la feuille de tubes.

5 - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le joint en forme de coupe est placé entre l'entretoise tubulaire et la feuille de tubes. 20

6 - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'entretoise est réunie de manière étanche au chapeau de fermeture d'extrémité.

7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé 25 en ce que le joint en forme de coupe est placé entre l'entretoise tubulaire et la feuille de tubes.

8 - Dispositif selon les revendications 1 ou 4, caractérisé en ce que la bague en matériau polymère est un polymère de fluorocarbène.

30 9 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément élastique comprend un ressort en fil plat métallique enroulé hélicoïdalement.

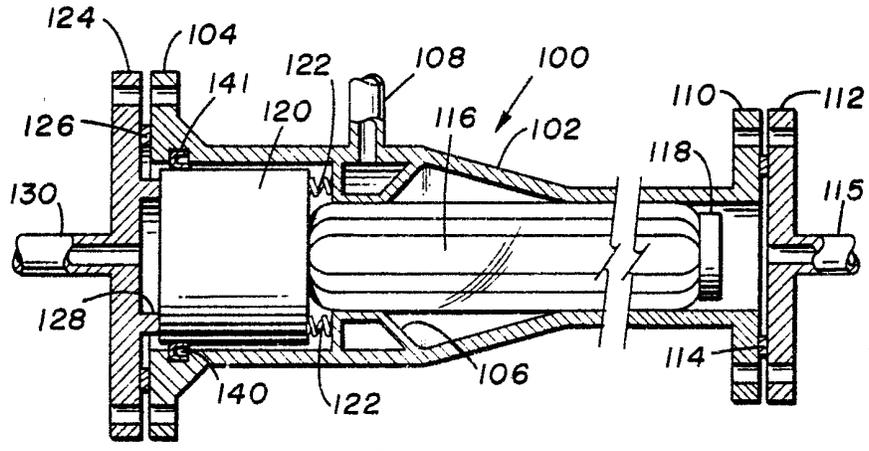


FIG. 1.

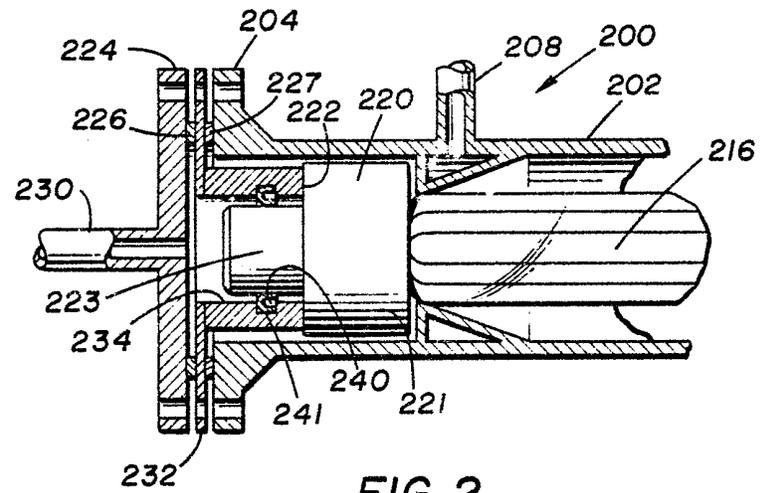


FIG. 2.

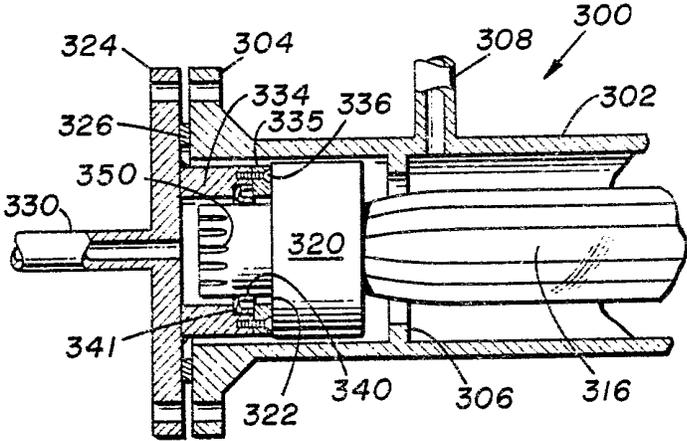


FIG. 3.

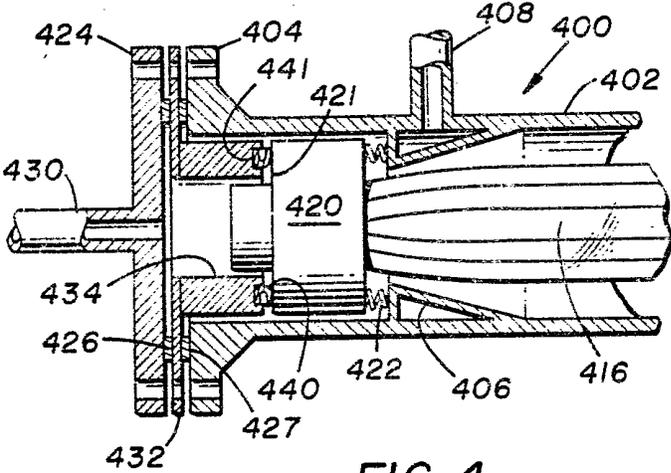


FIG. 4.

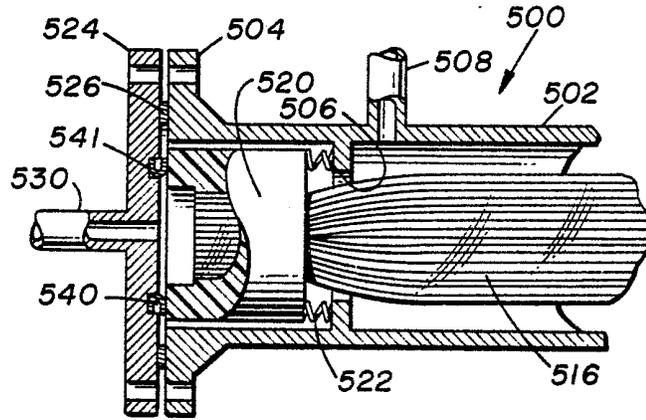


FIG. 5.

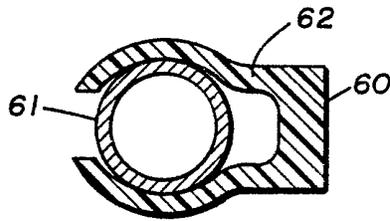


FIG. 6.

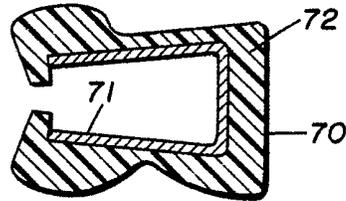


FIG. 7.

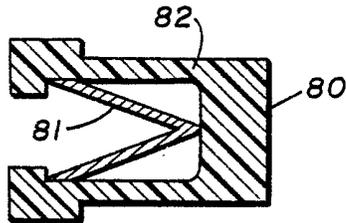


FIG. 8.