(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 775 512**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **98 02489**

(51) Int Cl^6 : **F 17 D 1/04,** F 17 D 3/01, 5/02

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 02.03.98.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 03.09.99 Bulletin 99/35.

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

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** BOYER VIDAL AYMERIC.

(73) **Titulaire(s) :**

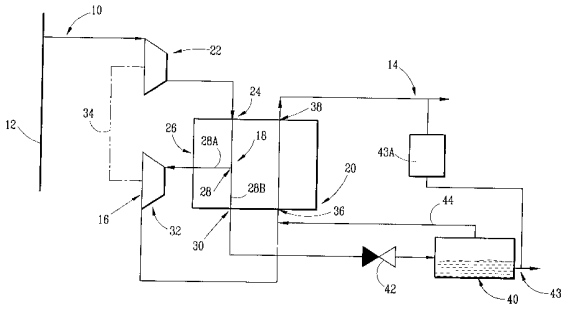
(74) **Mandataire(s) :**

(54) POSTE ET PROCEDE DE DISTRIBUTION D'UN GAZ DETENDU.

(57) Le poste de distribution d'un gaz, notamment de l'azote, sous une pression de distribution, comporte une conduite (10) d'admission de gaz sous une haute pression d'admission, une conduite (14) de distribution du gaz sous une pression de distribution inférieure, et des moyens (16) de détente du gaz à distribuer, de la pression d'admission à la pression de distribution. Les moyens de détente (16) comprennent une machine de détente avec production de travail extérieur.

Le poste comporte:

- en amont des moyens de détente (16), des moyens (18) de division du gaz admis en une fraction à distribuer et une fraction complémentaire;
- en aval des moyens de division (18), des moyens (20) de liquéfaction de ladite fraction complémentaire du gaz admis, comprenant des moyens (26) d'échange de chaleur avec la fraction détendue du gaz admis; et
- des moyens (40) de recueil de la fraction complémentaire liquéfiée.



FR 2 775 512 - A1

La présente invention concerne un poste de distribution de gaz sous une pression de distribution du type comportant :

- une conduite d'admission de gaz sous une haute pression d'admission ;
- une conduite de distribution du gaz sous une pression de distribution inférieure à la haute pression d'admission ; et
- des moyens de détente du gaz à distribuer, de la haute pression d'admission à la pression de distribution.

De tels postes de distribution sont utilisés aux différents points de distribution d'un réseau collectif d'alimentation en un gaz, par exemple de l'azote.

Dans les canalisations du réseau collectif de distribution, le gaz est transporté sous une haute pression, généralement de 40 bars dans le cas de l'azote.

De nombreux utilisateurs souhaitent disposer du gaz, en sortie du poste de distribution, sous une pression de distribution inférieure à la pression de transport correspondant à la pression d'admission dans le poste de distribution. Cette pression de distribution souhaitée, en sortie du poste de distribution, est par exemple égale à 10 bars dans le cas de l'azote.

Afin de satisfaire aux exigences de l'utilisateur, le poste de distribution comporte donc des moyens de détente du gaz depuis la pression d'admission (40 bars) jusqu'à la pression de distribution (10 bars).

Ces moyens de détente sont généralement constitués par une vanne de détente et/ou d'un détendeur. Une telle détente conduit à une perte d'énergie importante, le différentiel de pression constituant une énergie potentielle non utilisée.

L'invention a pour but d'améliorer le rendement énergétique de tels postes de distribution, en réduisant les pertes énergétiques.

A cet effet, l'invention a pour objet un poste de distribution de gaz du type précité, caractérisé en ce que lesdits moyens de détente comprennent une machine de détente avec production de travail extérieur,

et en ce que le poste comporte :

- en amont des moyens de détente, des moyens de division du gaz admis en une fraction à distribuer et une fraction complémentaire ;

- en aval des moyens de division, des moyens de liquéfaction au moins partielle de ladite fraction complémentaire du gaz admis, comprenant des moyens d'échange de chaleur avec la fraction détendue du gaz admis ; et

- des moyens de recueil de la fraction complémentaire liquéfiée.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le poste de distribution comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- ladite machine de détente avec production de travail extérieur comporte une turbine ;

- il comporte un surpresseur disposé en amont des moyens de division, lequel surpresseur est couplé à la machine de détente pour son entraînement ;

- lesdits moyens d'échange de chaleur comportent un échangeur de chaleur à contre-courant comprenant :

. des passages de refroidissement dont le bout chaud est relié à la conduite d'admission et le bout froid à un réservoir de stockage de la fraction complémentaire liquéfiée,

. des passages de réchauffement dont le bout froid est relié à l'échappement de la machine de détente et le bout chaud à la conduite de distribution, et

. un piquage reliant un point intermédiaire des passages de refroidissement à l'admission de la machine de détente ;

- les moyens de liquéfaction comportent en outre une vanne de détente de la fraction complémentaire, disposée en aval de l'échangeur de chaleur ;

- il comporte une conduite de renvoi d'une partie non liquéfiée de ladite fraction complémentaire de gaz, laquelle conduite relie la partie supérieure du réservoir à l'échappement de la machine de détente ;

- le débit de la fraction complémentaire du gaz admis est compris entre 0,01 et 0,5 fois le débit du gaz admis ;

- le gaz est de l'azote et le débit de la fraction complémentaire du gaz admis est compris entre 0,05 et 0,19 fois le débit du gaz admis ; et

- lesdits moyens de recueil de la fraction complémentaire liquéfiée sont reliés par l'intermédiaire de moyens de vaporisation à la conduite de distribution.

L'invention a en outre pour objet un procédé de distribution d'un gaz sous une pression de distribution, comportant les étapes suivantes :

- l'admission du gaz sous une haute pression d'admission ;

- la détente du gaz admis, de la haute pression d'admission à la pression de distribution inférieure ; et

- la distribution de ladite fraction du gaz sous la pression de distribution ;

caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- le prélèvement d'une fraction complémentaire du gaz admis, avant ladite détente ;

- la liquéfaction au moins partielle de la fraction complémentaire comprenant un échange de chaleur avec la fraction détendue du gaz admis ; et

- le recueil de la fraction complémentaire liquéfiée.

En variante, on échauffe une fraction gazeuse non liquéfiée par échange avec la fraction complémentaire du gaz à liquéfier.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant à l'unique figure qui est un schéma d'un poste de distribution selon l'invention.

Le poste de distribution représenté sur l'unique figure comporte d'une part une conduite 10 d'admission de gaz, piquée sur un réseau collectif d'alimentation 12 sous une pression de transport ou d'admission, et d'autre part une conduite 14 de distribution d'une fraction du gaz admis, sous une pression de distribution inférieure à la pression d'admission.

Le poste de distribution comporte des moyens 16 de détente de la fraction du gaz à distribuer jusqu'à la pression de distribution.

Le poste comporte en outre des moyens 18 de division du gaz admis en une fraction à distribuer et une fraction complémentaire. Ces moyens sont disposés en amont des moyens de détente 16. Des moyens 20 de li-

quéfaction de la fraction complémentaire du gaz admis sont disposés en aval des moyens de détente 16 dans le poste de distribution.

Plus précisément, dans le mode de réalisation décrit, la conduite 10 est reliée à l'admission d'un surpresseur 22 dont le refoulement est relié au bout chaud 24 du passage de refroidissement d'un échangeur thermique à contre-courant 26 formant un élément des moyens de liquéfaction 20.

Les moyens de division 18 sont disposés dans l'échangeur 26. En particulier, un piquage 28 est prévu entre le bout chaud 24 et le bout froid, noté 30, du passage de refroidissement de l'échangeur. Le piquage 28 crée une dérivation. Une des branches, notée 28A, transportant la fraction du gaz à détendre sort de l'échangeur 26 et alimente une machine de détente avec production de travail extérieur 32 formant les moyens de détente 16. L'autre des branches, notée 28B, transportant la fraction complémentaire du gaz admis se prolonge dans l'échangeur jusqu'au bout froid 30 du passage de refroidissement de l'échangeur.

La machine de détente avec production de travail extérieur est formée par exemple par une turbine. Celle-ci est couplée par une chaîne de transmission mécanique 34 au surpresseur 22 afin d'assurer l'entraînement de ce dernier.

Le refoulement de la turbine 16 est relié au bout froid noté 36 du passage de réchauffement de l'échangeur 26. Le bout chaud, noté 38, du passage de réchauffement est relié directement à la conduite de distribution 14.

Le bout froid 30 du passage de refroidissement de l'échangeur est relié à un réservoir de stockage d'azote liquide 40 par l'intermédiaire d'une vanne de détente 42. Le réservoir est muni d'une sortie 43 de distribution d'azote liquide. De plus, la sortie 43 est reliée, par l'intermédiaire de moyens de vaporisation 43A, à la conduite 14 pour compléter après vaporisation le flux gazeux distribué en cas de demande accrue.

Une dérivation 44 est prévue entre la partie supérieure du réservoir de stockage 40 et le bout froid 36 du passage de réchauffement de l'échangeur, afin d'assurer la dérivation de la partie non liquéfiée de la fraction complémentaire du gaz.

En variante non représentée, la dérivation 44 traverse l'échangeur 26 en étant indépendante du passage de réchauffement. Tel est le cas, notamment, si la pression en sortie de la turbine 32 est différente de la pression dans la dérivation 44.

Le dimensionnement de l'installation qui va être décrite correspond à un poste de distribution d'azote adapté pour produire un débit de 10000 Nm^3/h (normomètres cubes par heure) sous une pression de 10 bars d'azote à la température ambiante.

Dans cet exemple, le réseau collectif d'alimentation 12 fournit de l'azote à la température ambiante de 20°C sous une pression de 40 bars.

Afin d'assurer un débit de 10000 Nm^3/h dans la conduite de distribution 14, le débit dans la conduite d'admission 10 est choisi supérieur au débit souhaité par l'utilisateur en vue d'assurer, simultanément à la distribution de l'azote gazeux sous une pression de 10 bars, un remplissage du réservoir 40 avec de l'azote liquéfié.

A cet effet, le débit à l'entrée est fixé à 11249 Nm^3/h.

Le surpresseur 22 est dimensionné afin d'assurer une augmentation de la pression du flux d'azote en sortie de celui-ci. Si le surpresseur provoque une élévation importante de la température du flux gazeux, des moyens de réfrigération, non représentés, sont disposés entre le surpresseur 22 et le bout chaud 24 du passage de refroidissement de l'échangeur. Ces moyens de réfrigération sont par exemple un échangeur à air.

Ainsi, au bout chaud 24 du passage de refroidissement de l'échangeur, l'azote a une pression de 55 bars et une température de 20°C.

Le piquage 28 est positionné à une température intermédiaire de –105°C et la température au bout froid 30 de l'échangeur est de –162°C.

La dérivation 18 est dimensionnée de sorte que le débit circulant au bout froid 30 est de 1374 Nm^3/h, alors que le débit envoyé vers la turbine 32 est de 9875 Nm^3/h.

Avantageusement, le débit de fraction complémentaire du gaz admis destinée à être liquéfiée est compris entre 0,05 et 0,19 fois le débit du gaz admis.

Au bout froid 30 du passage de refroidissement de l'échangeur, l'azote est dans un état supercritique, de sorte qu'après passage au travers de la vanne de détente 42, de 90 à 95 % de l'azote se trouve en phase liquide à une température égale à –166°C et sous une pression sensiblement égale à 11 bars. Ainsi, un débit de l'ordre de 1249 Nm^3/h est liquéfié et s'accumule dans le réservoir 40.

En sortie de la turbine 16, l'azote circule à une température de –165°C sous une pression de 10 bars. L'azote est introduit à cette température au bout froid 36 du passage de réchauffement de l'échangeur 26. Au bout chaud 38 du passage de réchauffement, l'azote ressort à une température de l'ordre de 18°C sous une pression de 10 bars.

Au cours du trajet dans l'échangeur, l'azote est réchauffé de –165°C à 18°C par transfert de la chaleur issue de l'azote non détendu provenant du surpresseur 22 et circulant entre le bout chaud 24 et le bout froid 30 du passage de refroidissement.

De plus, l'azote résiduel non liquéfié et introduit dans le réservoir 40 est renvoyé par la dérivation 44 vers le bout froid 36 du passage de réchauffement de l'échangeur. Le débit de l'azote gazeux ainsi renvoyé est sensiblement égal à 125 Nm^3/h.

On comprend ainsi, qu'au bout froid 36 de l'échangeur, sont introduits 10000 Nm^3/h d'azote issu, soit directement de la turbine 16 avec un débit de 9875 Nm^3/h, soit du réservoir 40 avec un débit de 125 Nm^3/h.

Le surpresseur 22 est facultatif. Toutefois, en présence de celui-ci, la productivité du poste de distribution est accrue.

En l'absence de surpresseur, la turbine 16 est freinée par tout dispositif adapté tel qu'une génératrice électrique ou un frein à huile.

Avec un tel poste de distribution, l'utilisateur dispose d'un point de distribution d'azote avec le débit souhaité sous la pression souhaitée. De plus, il bénéficie, sans apport d'énergie supplémentaire, d'un stockage d'azote liquide dans le réservoir 40, l'azote liquide étant disponible à une température de –166°C et sous une pression de 11 bars.

La productivité d'un tel poste de distribution concernant la production de gaz liquéfié est très bonne par rapport aux installations de liquéfaction connues.

En effet, pour un liquéfacteur de l'état de la technique mettant en œuvre un cycle de liquéfaction classique, la performance atteinte pour l'azote est de 0,55 kWh/Nm^3 dans le meilleur des cas.

Avec un poste de distribution tel que décrit ici, l'énergie spécifique pour la liquéfaction, c'est-à-dire l'énergie nécessaire pour obtenir un volume donné de liquide, est de 0,18 kWh/Nm^3.

Elle est égale au coût énergétique moyen de l'injection dans le réseau 12 de la quantité liquéfiée.

Le poste de distribution apporte donc un gain de productivité de l'ordre de (0,55-0,18)/0,18 = 206 %.

Le poste de distribution selon l'invention et le procédé mis en œuvre procurent les avantages suivants :

- liquéfaction du gaz avec une très faible énergie spécifique ;
- valorisation de l'énergie de compression pour produire de l'azote liquide ;
- livraison de gaz sous forme liquide sans perte lors du chargement ou du déchargement ;
- livraison de gaz sous forme liquide avec un coût de transport réduit ;
- livraison de gaz sous forme liquide sans transvasement de liquide.

Un tel poste de distribution convient pour d'autres gaz, notamment l'air, l'oxygène, le gaz naturel, l'hydrogène, la vapeur d'eau, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, ou encore des mélanges de ces gaz.

REVENDICATIONS

1.- Poste de distribution d'un gaz sous une pression de distribution, du type comportant :

- une conduite (10) d'admission de gaz sous une haute pression d'admission ;

- une conduite (14) de distribution du gaz sous une pression de distribution inférieure à la haute pression d'admission ; et

- des moyens (16) de détente du gaz à distribuer, de la haute pression d'admission à la pression de distribution,

caractérisé en ce que lesdits moyens de détente (16) comprennent une machine (32) de détente avec production de travail extérieur,

et en ce que le poste comporte :

- en amont des moyens de détente (16), des moyens (18) de division du gaz admis en une fraction à distribuer et une fraction complémentaire ;

- en aval des moyens de division (18), des moyens (20) de liquéfaction au moins partielle de ladite fraction complémentaire du gaz admis, comprenant des moyens (26) d'échange de chaleur avec la fraction détendue du gaz admis ; et

- des moyens (40) de recueil de la fraction complémentaire liquéfiée.

2.- Poste de distribution selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite machine de détente avec production de travail extérieur comporte une turbine (32).

3.- Poste de distribution selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un surpresseur (22) disposé en amont des moyens de division (18), lequel surpresseur (22) est couplé à la machine de détente (16) pour son entraînement.

4.- Poste de distribution selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens d'échange de chaleur comportent un échangeur de chaleur (26) à contre-courant comprenant :

- des passages de refroidissement dont le bout chaud (24) est relié à la conduite d'admission (10) et le bout froid (30) à un réservoir (40) de stockage de la fraction complémentaire liquéfiée ;

- des passages de réchauffement dont le bout froid (36) est relié à l'échappement de la machine de détente (32) et le bout chaud (38) à la conduite de distribution (14) ; et

- un piquage (28) reliant un point intermédiaire des passages de refroidissement à l'admission de la machine de détente (32).

5.- Poste de distribution selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de liquéfaction (20) comportent en outre une vanne (42) de détente de la fraction complémentaire, disposée en aval de l'échangeur de chaleur (26).

6.- Poste de distribution selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comporte une conduite (44) de renvoi d'une partie non liquéfiée de ladite fraction complémentaire de gaz, laquelle conduite (44) relie la partie supérieure du réservoir (40) à l'échappement de la machine de détente (32).

7.- Poste de distribution selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le débit de la fraction complémentaire du gaz admis est compris entre 0,01 et 0,5 fois le débit du gaz admis.

8.- Poste de distribution selon la revendication 7, caractérisé en ce que le gaz est de l'azote et le débit de la fraction complémentaire du gaz admis est compris entre 0,05 et 0,19 fois le débit du gaz admis.

9.- Poste de distribution selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens (40) de recueil de la fraction complémentaire liquéfiée sont reliés par l'intermédiaire de moyens de vaporisation (43A) à la conduite de distribution (14).

10.- Procédé de distribution d'un gaz sous une pression de distribution, comportant les étapes suivantes :

- l'admission du gaz sous une haute pression d'admission ;

- la détente du gaz admis, de la haute pression d'admission à la pression de distribution inférieure ; et

- la distribution de ladite fraction du gaz sous la pression de distribution ;

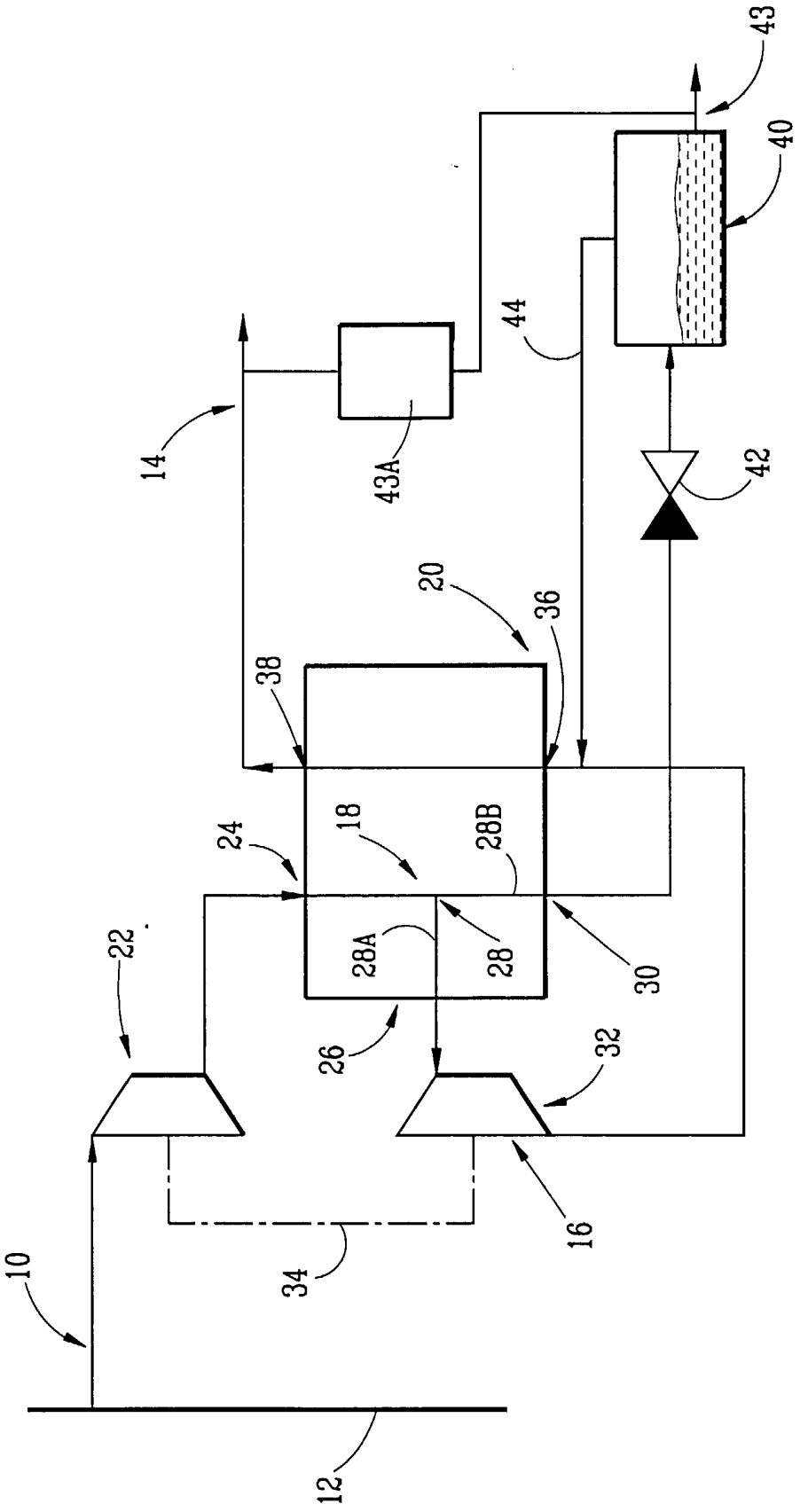
caractérisé en ce qu'il comporte en outre les étapes suivantes :

- le prélèvement d'une fraction complémentaire du gaz admis, avant ladite détente ;

- la liquéfaction au moins partielle de la fraction complémentaire comprenant un échange de chaleur avec la fraction détendue du gaz admis ; et

- le recueil de la fraction complémentaire liquéfiée.

11.- Procédé de distribution selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'on échauffe une fraction gazeuse non liquéfiée par échange avec la fraction complémentaire du gaz à liquéfier.


43
40
44
14
43A
42
20
36
38
24
18
28B
22
28A
28
30
26
32
16
34
10
12

2775512

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 554060
FR 9802489

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
A	EP 0 733 849 A (SHELL INT RESEARCH) 25 septembre 1996 * page 2, ligne 45 - page 3, ligne 15; figure 1 *	1-3,10
A	US 3 990 256 A (MAY WALTER G ET AL) 9 novembre 1976 * colonne 2, ligne 45 - colonne 3, ligne 30; figure *	1,10
A	US 2 873 180 A (GILBERT THOMAS M.) 10 février 1959 * colonne 1, ligne 61 - colonne 2, ligne 70; figure 1 *	1,10
A	DE 24 23 002 A (GAZ DE FRANCE) 5 décembre 1974 * page 12, alinéa 2 - page 13, alinéa 3; figures 1,2 *	1,10
A	GB 2 103 354 A (OLAJIPARI FOEVALLAL TERVEZOE) 16 février 1983 * abrégé; figure 1 *	1,10

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

F17D
F02C

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
16 novembre 1998	Christensen, J

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant