



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
09.02.2005 Bulletin 2005/06

(51) Int Cl.7: E21B 43/00, C10G 45/02,  
F04D 31/00

(21) Numéro de dépôt: 04291934.0

(22) Date de dépôt: 28.07.2004

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL HR LT LV MK

(71) Demandeur: Institut Français du Pétrole  
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

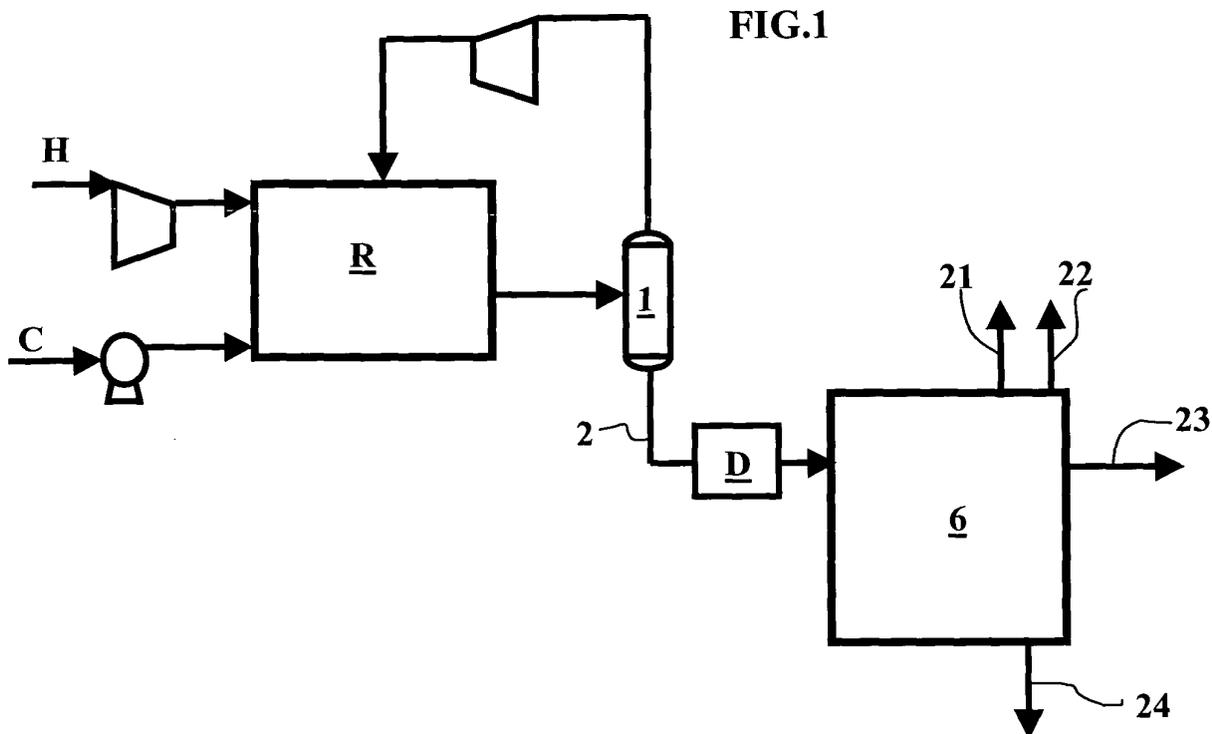
(72) Inventeurs:  
• Charron, Yves  
91310 Longpont sur Orge (FR)  
• Fischer, Béatrice  
69005 Lyon (FR)

(30) Priorité: 04.08.2003 FR 0309620

(54) Utilisation d'une turbine diphasique dans un procédé d'hydrotraitement

(57) Après passage dans la section de réaction R, la charge d'hydrocarbure C mélangée à l'hydrogène H est détendue dans le dispositif D. La détente est effec-

tuée par une turbine monophasique jusqu'à atteindre un taux volumique de gaz de 5%, puis la détente est effectuée dans une turbine diphasique de type rotodynamique.



## Description

**[0001]** L'invention se rapporte au domaine des procédés d'hydrotraitement. Elle propose d'utiliser une turbine diphasique dans un procédé d'hydrotraitement.

**[0002]** Les procédés d'hydrotraitement sont notamment mis en oeuvre par l'industrie pétrolière pour le traitement des effluents pétroliers en association avec de l'hydrogène. Par exemple, l'hydrocraquage consiste à convertir les hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers et l'hydrosolubilisation vise principalement à enlever les impuretés soufre, azote et/ou métaux, contenues dans une charge d'hydrocarbures.

**[0003]** De manière générale, un procédé d'hydrotraitement comporte des réacteurs catalytiques, des unités de traitement et des ballons. Suivant la fonction des ballons dans le procédé, ils peuvent être à haute pression (environ 10 MPa), à basse pression (entre environ 0,5 et 1 MPa), à température élevée (entre environ 250°C et 300°C) ou à basse température (environ 50°C). Les conduits permettant de relier un ballon haute pression vers un ballon basse pression sont munis d'une vanne de détente. La vanne de détente permet de réduire la pression du fluide transféré par les conduits. La détente est effectuée à enthalpie constante et sans récupération d'énergie.

**[0004]** L'invention propose de récupérer l'énergie de détente dans les procédés d'hydrotraitement.

**[0005]** De manière générale, l'invention concerne un procédé d'hydrotraitement comportant les étapes suivantes:

- a) on détend un fluide ayant un taux volumique de liquide égal ou supérieur à 95 % et ayant une pression P1 à travers une turbine monophasique pour obtenir un fluide ayant un taux volumique de gaz inférieur ou égal à 5 % et ayant une pression P2,
- b) on détend ledit fluide ayant un taux volumique de gaz inférieur ou égal à 5 % et ayant une pression P2 à travers une turbine diphasique pour obtenir un fluide ayant une pression P3.

**[0006]** Selon l'invention, la turbine diphasique peut être une turbine rotodynamique.

**[0007]** La turbine monophasique et la turbine diphasique peuvent constituer une machine unique comportant au moins un impulseur et au moins un distributeur de conception monophasique et au moins un impulseur et au moins un distributeur de conception diphasique. Les hydrauliques de conception monophasique et diphasique peuvent être montées sur un même arbre.

**[0008]** Le procédé d'hydrotraitement selon l'invention peut comporter les étapes:

- c) avant l'étape a), on prélève une partie dudit fluide haute pression,
- d) on détend ladite partie dudit fluide haute pression au moyen d'un premier dispositif.

**[0009]** Le procédé d'hydrotraitement selon l'invention peut également comporter l'une ou les étapes suivantes:

- 5 e) avant l'étape a), on détend ledit fluide haute pression au moyen d'un deuxième dispositif.
- f) après l'étape b), on détend ledit fluide basse pression au moyen d'un troisième dispositif.

**[0010]** Selon l'invention, l'un desdits premier, deuxième et troisième dispositifs peut être une vanne de détente ou une turbine.

**[0011]** Un avantage de la présente invention est de pouvoir récupérer de l'énergie dans un procédé d'hydrotraitement. L'énergie est récupérée lors de la détente d'un fluide au travers une turbine. L'arbre de la turbine peut être attelé à l'arbre d'une pompe ou d'un compresseur pour compresser un fluide. L'énergie récupérée sur l'arbre de la turbine peut également être transformée en énergie électrique.

**[0012]** Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description donnée ci-après d'exemples non limitatifs de réalisation, en se référant aux dessins parmi lesquels:

- la figure 1 représente schématiquement un procédé d'hydrotraitement,
- la figure 2 représente schématiquement le procédé selon l'invention,
- 30 - les figures 3 et 4 représentent des variantes du procédé selon l'invention.

**[0013]** La figure 1 représente schématiquement un procédé d'hydrotraitement. La charge C comporte des hydrocarbures, par exemple des distillats sous vide, du gazole issu de procédé de conversion et/ou des résidus désasphaltés. Cette charge C est pompée et envoyée dans la section de réaction R. De l'hydrogène H est nécessaire pour effectuer les réactions d'hydrotraitement. L'hydrogène H est comprimé pour être également introduit dans la section de réaction R. La section de réaction R peut comporter un ou plusieurs réacteurs, non représentés, à haute température (par exemple entre 350°C et 450°C) et à haute pression (par exemple entre 5 MPa et 20 MPa). L'effluent issu de la section de réaction R est envoyé dans un ballon séparateur 1 dans lequel les phases liquide et vapeur sont séparées, à une température très inférieure à celle de la température de la section de réaction R. La phase vapeur issue du séparateur 1 est renvoyée à l'aide d'un compresseur vers la section de réaction R pour y assurer une pression partielle d'hydrogène suffisante. La phase liquide dans le ballon 1 est au point de bulle à une pression généralement comprise entre 5 et 20 MPa. Cette phase liquide comprend essentiellement des hydrocarbures : les hydrocarbures lourds de la charge, des hydrocarbures plus légers produits par des réactions de craquage dans la section de réaction R, de l'hydrogène dissous en faible quantité,

de l'hydrogène sulfuré en faible quantité provenant des réactions de désulfuration dans la section de réaction R. Ce liquide est évacué du ballon 1 par le conduit 2 vers le dispositif D, dans lequel il est détendu avant d'être envoyé dans la section basse pression 6 pour réaliser le fractionnement des produits de réaction. Les produits stabilisés sont évacués par le conduit 24, par exemple vers une zone de stockage. La section 6 permet également d'obtenir du gaz combustible évacué par le conduit 21, éventuellement du gaz de pétrole liquéfié évacué par le conduit 22 (propane et butane) et éventuellement de l'essence évacuée par le conduit 23. Ces trois derniers produits contiennent généralement de l'hydrogène sulfuré. La section 6 est soumise à une pression comprise entre 0,5 et 1,5 MPa et à basse température (par exemple entre 20°C et 100°C).

**[0014]** L'invention, détaillée par les figures 2 à 4, vise à améliorer la récupération de l'énergie engendrée par la détente effectuée dans le dispositif D.

**[0015]** Sur la figure 2, le ballon séparateur 1 et la section basse pression 6 constituent des éléments d'une installation de mise en oeuvre d'un procédé d'hydrotraitement tel que décrit par la figure 1. Les autres éléments de l'installation ne sont pas représentés.

Le ballon 1 contient un fluide à haute pression. Le conduit 2 amène le fluide du ballon 1 dans la turbine monophasique 3. Le fluide convoyé par le conduit 2 comporte un taux volumique de liquide supérieur à 95 %. Dans la turbine 3, le fluide est détendu jusqu'à ce que le taux volumique de gaz du fluide atteigne 5 %. Au-delà d'un taux volumique de gaz de 5 % une turbine monophasique ne peut plus être utilisée sans risque de détérioration. Le fluide obtenu après détente dans la turbine 3 est amené dans la turbine diphasique 4 où il est détendu jusqu'à la pression régnant dans la section basse pression 6. Le conduit 5 amène le fluide issu de la turbine 4 jusqu'à la section 6.

**[0016]** Dans la présente description, une turbine monophasique désigne une turbine conçue pour détendre un fluide possédant un taux volumique de gaz inférieur à 5 %. La turbine monophasique 3 peut être une turbine de type rotodynamique, par exemple une machine munie de distributeurs et d'impulseurs constituant des hydrauliques de type Francis, ou une turbine de type volumétrique. En sortie d'une turbine monophasique, (par exemple une turbine multi-étagée, c'est à dire comportant plusieurs couples de distributeurs et d'impulseurs) le fluide détendu doit posséder un taux volumique de gaz inférieur à 5 %. Si le fluide est détendu de manière à contenir plus de 5 % volumique de gaz, d'une part la turbine monophasique risque d'être détériorée et d'autre part le rendement de la turbine monophasique chute de manière dramatique. Lors d'une détente d'un fluide possédant un taux volumique de gaz inférieur à 5 % de gaz, une turbine monophasique possède un rendement supérieur à 50 %.

**[0017]** Dans la présente description, une turbine diphasique désigne une turbine conçue pour détendre un

fluide possédant un taux volumique de gaz supérieur à 5 %. La turbine diphasique 4 peut être une turbine de type rotodynamique comportant des impulseurs et des distributeurs, par exemple une machine telle que décrite par l'un des brevets suivants: FR 2 333 139, FR 2 471 501 et FR 2 665 224. Lors d'une détente d'un fluide possédant un taux volumique de gaz supérieur à 5 % de gaz, une turbine diphasique possède un rendement supérieur à 50 % sans risque de détérioration de la turbine. **[0018]** Les exemples suivants indiquent l'énergie récupérée en utilisant le dispositif décrit en référence avec la figure 2.

Exemple 1 :

**[0019]**

Ballon 1 à 10 MPa et 50°C,  
Section 6 à 1,2 MPa  
Débit de 176 t/hr (c'est à dire 44 kg/s)

On récupère 170 kW dans la turbine 3 jusqu'à ce que le fluide atteigne un taux volumique de gaz d'environ 5 %, puis on récupère 300 kW dans la turbine 4.

Exemple 2 :

**[0020]**

Ballon 1 à 10,3 MPa et 260°C,  
Section 6 à 0,6 MPa  
Débit de 229 t/hr (c'est à dire 56 kg/s)

On récupère 200 kW dans la turbine 3 jusqu'à ce que le fluide atteigne un taux volumique de gaz d'environ 5 %, puis on récupère 650 kW dans la turbine 4.

**[0021]** Les numéros de référence des figures 3 et 4 qui sont identiques aux numéros de référence de la figure 2 désignent des éléments identiques.

**[0022]** La variante du procédé selon l'invention représenté par la figure 3 propose de réunir les turbines monophasique et diphasique en une unique turbine 7. La turbine 7 est une machine rotodynamique comportant des impulseurs et des distributeurs de conception monophasique en entrée et des impulseurs et des distributeurs de conception diphasique en sortie. L'ensemble des impulseurs et des distributeurs est contenu dans un même carter. Les impulseurs monophasiques et diphasiques peuvent être montés sur un même arbre. Le fluide à détendre issu du ballon 1 est introduit dans la turbine 7 par le conduit 2. Dans la turbine 7 le fluide agit en premier sur des impulseurs et des distributeurs de conception monophasique jusqu'à atteindre un taux volumique de gaz de 5 %, puis sur des impulseurs et des distributeurs de conception diphasique jusqu'à atteindre la pression de la section 6. En sortie de la turbine 7, le fluide est amené dans la section 6 par le conduit 5.

**[0023]** Le procédé représenté schématiquement par

la figure 4 propose de détendre un fluide issu du ballon haute pression 1 dans une turbine 8, le fluide détendu étant introduit dans la section basse pression 6. La turbine 8 peut consister soit en la succession (telle que décrit en référence à la figure 2) d'une turbine monophasique puis d'une turbine diphasique, soit en une machine unique (telle que décrit en référence à la figure 3) possédant des impulseurs et distributeurs constituant des hydrauliques monophasique et diphasique. Une première vanne 9 est disposée en parallèle par rapport à la turbine 8. Une deuxième vanne 10 est disposée en série avec la turbine 8. La deuxième vanne 10 peut être disposée en amont ou en aval de la turbine 8.

La vanne 10 est utilisée pour diminuer la détente sur la turbine 8 dans le cas d'une très forte détente, c'est à dire dans le cas d'une valeur importante de la différence entre la pression du ballon 1 et celle de la section 6. La turbine 8 effectue une détente du fluide haute pression jusqu'à une pression intermédiaire, puis la vanne 10 effectue une détente du fluide à pression intermédiaire jusqu'à la basse pression régnant dans la section 6. La pression intermédiaire a une valeur comprise entre la haute pression régnant dans ballon 1 et la basse pression régnant dans la section 6.

La vanne 9 est utilisée pour réduire le débit du fluide circulant à travers la turbine 8. Une partie du fluide issu du ballon 1 est détendue par la vanne 9, l'autre partie du fluide issu du ballon 1 étant détendue par la turbine 8.

Les vannes 9 et 10 peuvent être remplacées par des turbines.

## Revendications

1. Procédé d'hydrotraitement comportant les étapes suivantes:

a) on détend un fluide ayant un taux volumique de liquide égal ou supérieur à 95 % et ayant une pression P1 à travers une turbine monophasique pour obtenir un fluide ayant un taux volumique de gaz inférieur ou égal à 5 % et ayant une pression P2,

b) on détend ledit fluide ayant un taux volumique de gaz inférieur ou égal à 5 % et ayant une pression P2 à travers une turbine diphasique pour obtenir un fluide ayant une pression P3.

2. Procédé d'hydrotraitement selon la revendication 1, dans lequel la turbine diphasique est une turbine rotodynamique.

3. Procédé d'hydrotraitement selon la revendication 2, dans lequel la turbine monophasique et la turbine diphasique constituent une machine unique comportant au moins un impulseur et au moins un distributeur de conception monophasique et au moins

un impulseur et au moins un distributeur de conception diphasique.

4. Procédé d'hydrotraitement selon la revendication 3, dans lequel lesdites hydrauliques de conception monophasique et diphasique sont montées sur un même arbre.

5. Procédé d'hydrotraitement selon l'une des revendications précédentes, comportant les étapes:

c) avant l'étape a), on prélève une partie dudit fluide haute pression,

d) on détend ladite partie dudit fluide haute pression au moyen d'un premier dispositif.

6. Procédé d'hydrotraitement selon l'une des revendications précédentes, comportant l'étape suivante:

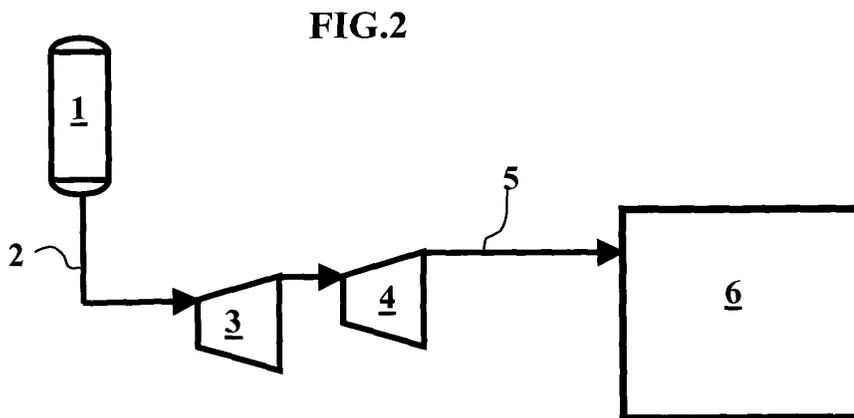
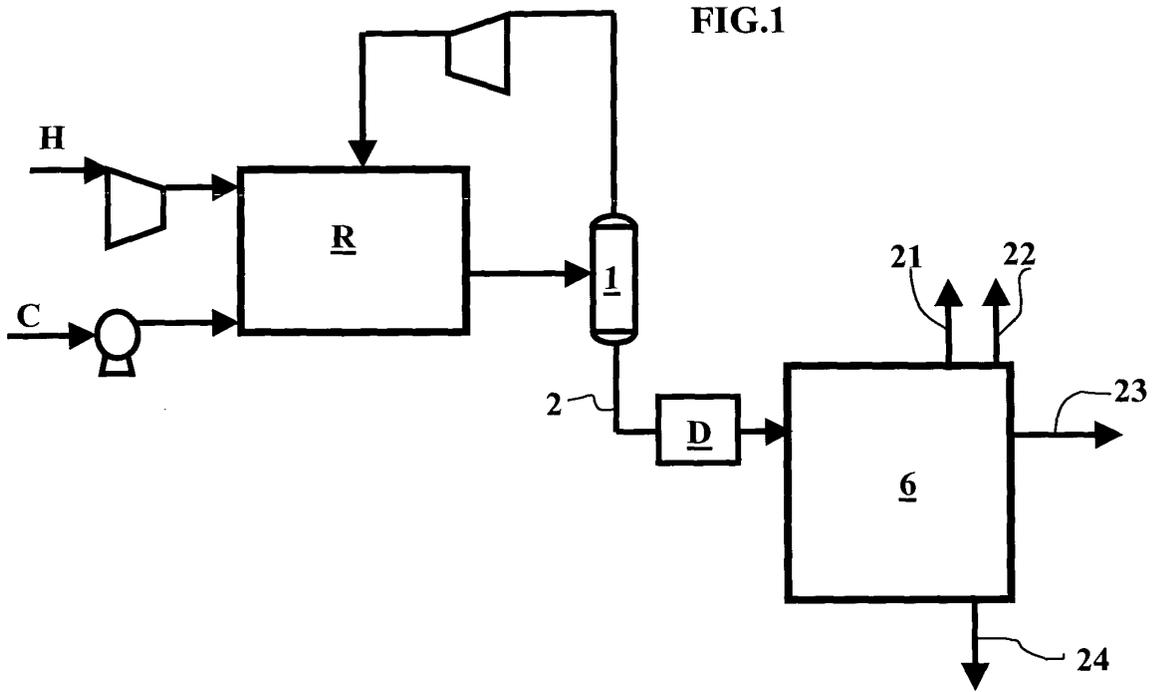
e) avant l'étape a), on détend ledit fluide haute pression au moyen d'un deuxième dispositif.

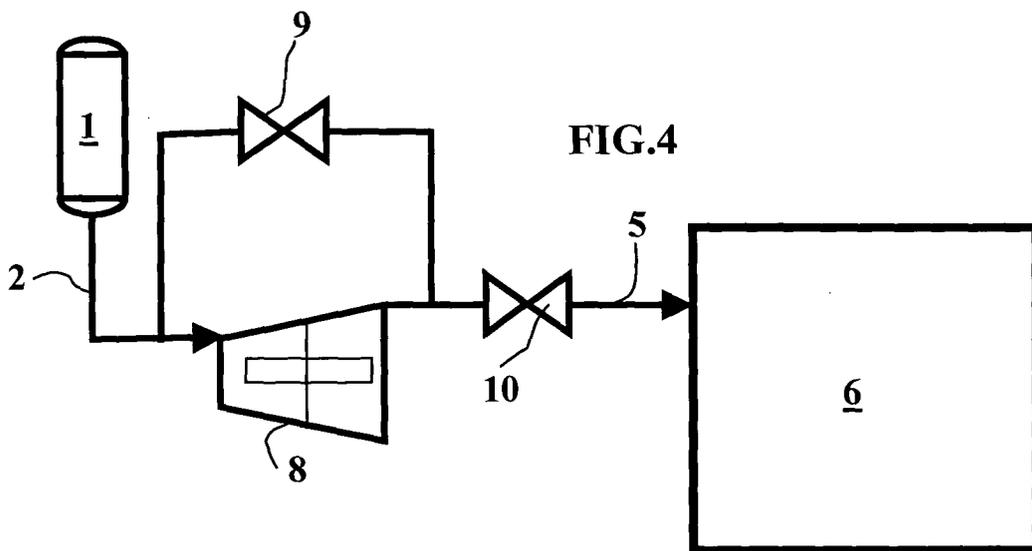
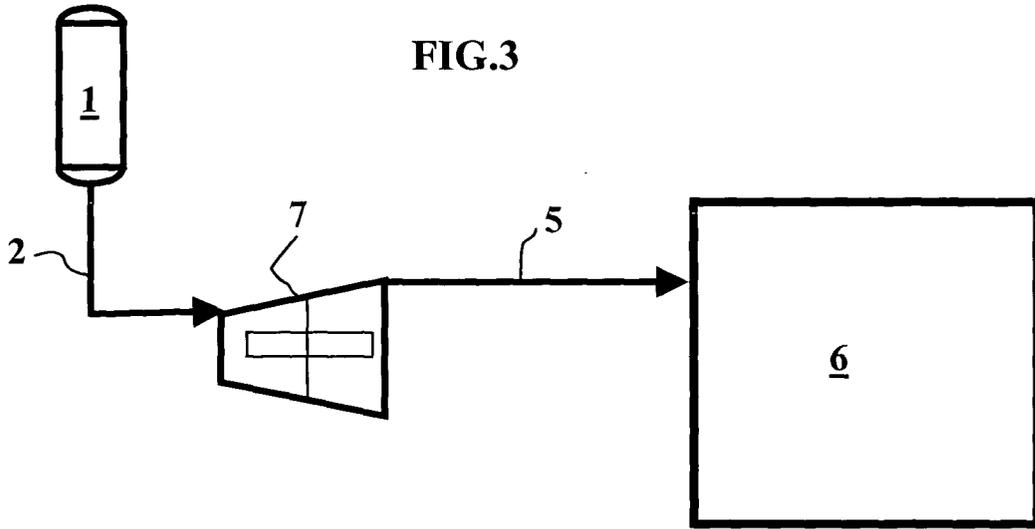
7. Procédé d'hydrotraitement selon l'une des revendications précédentes, comportant l'étape suivante:

f) Après l'étape b), on détend ledit fluide basse pression au moyen d'un troisième dispositif.

8. Procédé d'hydrotraitement selon l'une des revendications 5 à 7, dans lequel l'un desdits premier, deuxième et troisième dispositifs est une vanne de détente.

9. Procédé d'hydrotraitement selon l'une des revendications 5 à 7, dans lequel l'un desdits premier, deuxième et troisième dispositifs est une turbine.







Office européen  
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 04 29 1934

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes  | Revendication concernée   | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)       |
| A  | GB 2 346 936 A (KVAERNER OIL & GAS AS)<br>23 août 2000 (2000-08-23)<br>* page 5, ligne 21 - page 6, ligne 6;<br>figure 1 * | 1,6,8   | E21B43/00<br>C10G45/02<br>F04D31/00       |
| A  | EP 1 041 243 A (ATLANTIC RICHFIELD CO)<br>4 octobre 2000 (2000-10-04)<br>* colonne 5, ligne 42 - ligne 53; figure 2 *      | 1   |   |
| A,D  | FR 2 333 139 A (INST FRANCAIS DU PETROL)<br>24 juin 1977 (1977-06-24)  |   |   |
| A,D  | FR 2 665 224 A (INST FRANCAIS DU PETROL)<br>31 janvier 1992 (1992-01-31)   |   |   |
|  |  |   | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) |
|  |  |   | E21B<br>C10G<br>F04D                      |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications   |  |   |   |
| Lieu de la recherche<br>La Haye  |  | Date d'achèvement de la recherche<br>27 octobre 2004  | Examineur<br>Teerling, J                  |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES<br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrière-plan technologique<br>O : divulgation non-écrite<br>P : document intercalaire |  | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |   |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 04 29 1934

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

27-10-2004

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)   | Date de<br>publication   |
|---|---|------------------------|---|--|
| GB 2346936                                      | A | 23-08-2000             | NO 990616 A   | 10-08-2000   |
| EP 1041243                                      | A | 04-10-2000             | US 6189614 B1<br>EP 1041243 A2<br>NO 20001613 A   | 20-02-2001<br>04-10-2000<br>02-10-2000   |
| FR 2333139                                      | A | 24-06-1977             | FR 2333139 A1<br>DE 2653630 A1<br>NL 7613176 A ,B,  | 24-06-1977<br>08-06-1977<br>01-06-1977   |
| FR 2665224                                      | A | 31-01-1992             | FR 2665224 A1<br>BR 9103220 A<br>CA 2047975 A1<br>DE 69101953 D1<br>DE 69101953 T2<br>DK 468877 T3<br>EP 0468877 A1<br>JP 3393653 B2<br>JP 7004371 A<br>NO 912904 A<br>US 5375976 A | 31-01-1992<br>18-02-1992<br>28-01-1992<br>16-06-1994<br>13-10-1994<br>11-07-1994<br>29-01-1992<br>07-04-2003<br>10-01-1995<br>28-01-1992<br>27-12-1994 |

EPO FORM P/0460

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