



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
29.03.2000 Bulletin 2000/13

(51) Int Cl.7: F04D 31/00, E21B 43/34
// E21B43/12

(21) Numéro de dépôt: 99402084.0

(22) Date de dépôt: 19.08.1999

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

(71) Demandeur: INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

(72) Inventeur: Charron, Yves
91310 Longpont sur Orge (FR)

(30) Priorité: 24.09.1998 FR 9811990

(54) **Système de compression-pompage comportant une section de compression en fonctionnement alterné et son procédé**

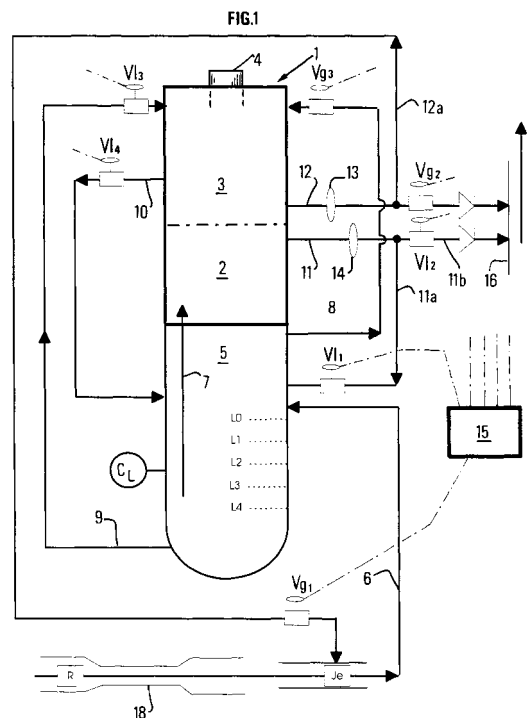
(57) Système de compression- pompage alterné comportant:

- au moins une section (3) de compression-pompage à fonctionnement alterné, adaptée à communiquer une valeur de pression à un fluide essentiellement liquide ou à un fluide essentiellement gazeux,
- au moins une section de pompage adaptée à un fluide essentiellement liquide,
- au moins un dispositif de séparation des différentes phases du fluide, pourvu de de moyens (C_L) per-

mettant de détecter le niveau de l'interface gaz-li-

- quide,
- des moyens (V_{gi} , V_{li}) permettant de contrôler le débit des phases liquides ou gaz,
- des moyens de contrôle-commande permettant de faire varier l'état desdits moyens de contrôle de débit de manière à faire passer la section de compression d'un mode de fonctionnement adapté au gaz à un mode de fonctionnement pour le liquide et réciproquement.

Application au pompage d'un effluent pétrolier.



Description

[0001] La présente invention concerne un système de compression-pompage alterné d'un fluide polyphasique ayant une composition qui peut varier dans le temps. La composition peut présenter successivement une grande quantité de gaz, établie sur une longue période d'utilisation, mais également un faible taux de gaz sur une durée qui peut provoquer l'engorgement d'un séparateur disposé en amont de la partie du système ayant pour fonction de communiquer de l'énergie au fluide.

[0002] Le système selon l'invention trouve notamment son application dans le domaine de la production pétrolière.

[0003] Bien que le terme « pompage diphasique » soit couramment utilisé pour désigner un apport d'énergie à un fluide composé d'une phase liquide et d'une phase gazeuse, on utilisera dans la description donnée ci-après, le terme « compression » mieux adapté pour désigner un transfert d'énergie à un fluide diphasique compressible, en particulier lorsqu'il est caractérisé par un fort rapport volumique gaz/liquide (GLR dans les conditions réelles de température et de pression) élevé.

[0004] Différents dispositifs dont certains exemples sont donnés ci-après, permettent de comprimer un fluide diphasique composé d'un gaz et d'un liquide, et éventuellement de particules solides :

- un ensemble de machines monophasiques (composé au minimum d'une pompe et d'un compresseur) précédées d'un système de séparation. Ce mode de production conduit à des installations de compression encombrantes et coûteuses,
- l'utilisation d'impulseurs radiaux pour comprimer directement un mélange gaz-liquide. Ces impulseurs sont limités à des taux de gaz généralement inférieurs à 20%. Cette limite peut être repoussée à environ 30 % en utilisant des impulseurs radio-axiaux et au-delà avec des impulseurs axiaux,
- les machines volumétriques (alternatives, à vis, à membranes) qui permettent d'obtenir un bon rendement de compression pour un mélange diphasique. En revanche, elles sont très mal adaptées aux grands débits volumiques qui caractérisent les applications à fort taux de gaz,
- les dispositifs rotodynamiques avec impulseurs hélico-axiaux, tels que ceux décrits dans le brevet du demandeur FR 2.665.224, ces derniers sont particulièrement bien adaptés à la compression d'un mélange diphasique présentant un grand débit volumique. En revanche, la faible hauteur manométrique produite par chaque impulseur ne permet pas d'obtenir des taux de compression très élevés lorsque le GLR est supérieur à 20. Par ailleurs, le rendement de ces impulseurs est inférieur au rendement des machines monophasiques et tend à décroître lorsque la pression d'entrée diminue,
- des dispositifs qui utilisent des séparateurs dynamiques en amont d'un compresseur de gaz sec, tels que le compresseur de fluide gazeux associé à un séparateur gaz-liquide qui est décrit dans la demande de brevet WO 87/03 051.

[0005] La présente invention concerne un système de compression qui comporte au moins une section de compression, capable d'accepter du gaz ou du liquide, et de communiquer une valeur d'énergie à chacun de ces fluides.

[0006] Le système de compression comporte des moyens permettant de réaliser le basculement de cette section de compression du mode gaz vers le mode liquide et inversement.

[0007] La présente invention concerne un système de compression-pompage alterné, permettant de communiquer de l'énergie à un fluide polyphasique ayant une composition variable dans le temps, par exemple une variation dans la quantité de phase gazeuse et la quantité de phase liquide.

[0008] Il est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison au moins les éléments suivants :

- au moins une section de compression-pompage à fonctionnement alterné, adaptée à communiquer une valeur de pression à un fluide essentiellement liquide ou à un fluide essentiellement gazeux, la section de compression-pompage comportant au moins un conduit d'introduction d'une phase essentiellement liquide, au moins un conduit d'introduction d'une phase essentiellement gazeuse, au moins un conduit d'évacuation d'un gaz ayant acquis une certaine énergie après passage dans le système, et au moins un conduit d'évacuation de liquide ayant acquis une certaine énergie par passage dans la section de compression-pompage,
- au moins une section de pompage choisie pour communiquer de l'énergie à un fluide essentiellement liquide, la section de pompage comportant au moins un conduit d'introduction d'une phase essentiellement liquide et au moins un conduit d'évacuation de la phase liquide pompée,
- au moins un dispositif de séparation des différentes phases constituant le fluide polyphasique, le dispositif de séparation étant relié à un conduit d'introduction du fluide polyphasique, et au conduit d'évacuation de liquide provenant de la section de compression-pompage alternée, le dispositif comportant au moins un conduit d'évacuation de la phase gazeuse et au moins un conduit d'évacuation de la phase liquide,
- le dispositif de séparation est pourvu de moyens (C_L) permettant de détecter le niveau de l'interface gaz-liquide,

du fluide introduit dans le dispositif de séparation,

- des moyens (V_{gi}, V_{li}) permettant de contrôler le débit des phases liquides ou gaz au niveau des différents conduits,
- des moyens de contrôle-commande permettant de faire varier l'état des moyens de contrôle de débit de manière à faire passer la section de compression d'un mode de fonctionnement adapté au gaz à un mode de fonctionnement pour le liquide et réciproquement.

[0009] Le système de compression peut comporter au moins un conduit de recyclage d'une fraction au moins du fluide essentiellement gazeux issu de la section de compression-pompage vers le dispositif de séparation.

[0010] Le système comporte par exemple un conduit de recyclage d'une fraction au moins du fluide essentiellement liquide issu de la section de pompage vers le dispositif de séparation.

[0011] Le dispositif de séparation peut être associé à au moins un des éléments suivants :

- un conduit hélicoïdal destiné à effectuer la séparation des gouttelettes de liquide de la phase gazeuse,
- une série de disques montés sur l'arbre de rotation, l'arbre de rotation se prolongeant dans le séparateur.

[0012] Selon un mode de réalisation, la section de compression comporte par exemple au moins un étage permettant d'obtenir la séparation de la phase gazeuse et de la phase liquide se présentant sous forme de gouttelettes.

[0013] La présente invention concerne aussi un procédé qui permet de communiquer de l'énergie à chacune des phases d'un fluide polyphasique, le fluide comportant au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse, la quantité de la phase essentiellement liquide et la quantité de la phase essentiellement gazeuse pouvant varier dans le temps, la phase gazeuse étant envoyée vers une section de compression-pompage et la phase liquide étant envoyée vers une section de pompage ou vers une section de compression-pompage en fonctionnement alterné, les sections faisant partie d'un système de compression-pompage.

[0014] Il est caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- a) on sépare le fluide polyphasique en une phase essentiellement gazeuse et une phase essentiellement liquide,
- b) on détermine le niveau L de liquide ou de l'interface liquide-gaz dans le dispositif de séparation,
- c) on compare le niveau L à une valeur seuil L₀,

si L est supérieure à L₀, on agit sur un ensemble de moyens de contrôle de débit des phases liquide et gaz de manière à faire passer la section de compression-pompage à fonctionnement alterné du système de compression-pompage alterné d'un mode de fonctionnement P₁ pour un fluide essentiellement gazeux à un mode de fonctionnement P₂ pour un fluide essentiellement liquide,

en fermant pratiquement entièrement le moyen de contrôle Vg3, ouvrant pratiquement entièrement le moyen de contrôle VI3 de façon à diriger le liquide vers la section de compression et en ouvrant le moyen de contrôle VI4,

- d) on contrôle le niveau de L en permanence,

dès que le niveau de L devient inférieur à un niveau de seuil L₂, on agit sur les moyens de contrôle de débit pour faire passer la section de compression du mode P₂ au mode P₁,

en ouvrant pratiquement entièrement le moyen de contrôle Vg3, en fermant pratiquement entièrement le moyen de contrôle VI3 de façon à diriger le gaz vers la section de compression et en fermant le moyen de contrôle VI4.

[0015] Lors du passage du mode P₁ au mode P₂, on peut faire varier la vitesse initiale de rotation N_{P1} vers une vitesse de rotation N_{P2}, la vitesse de rotation N_{P2} étant choisie de façon telle que la valeur de la pression au refoulement de la section de compression obtenue lors du passage d'un fluide gazeux soit sensiblement identique à la valeur de pression de refoulement lorsque la section est parcourue par un fluide liquide et réciproquement faire varier la vitesse de rotation lors du passage du mode P₂ au mode P₁.

[0016] On poursuit l'étape de séparation des gouttelettes de liquide de la phase gazeuse à l'intérieur d'un étage de compression disposé au niveau de la section de compression-pompage alterné.

[0017] Selon un mode de mise en oeuvre du procédé, lorsque la valeur de L est inférieure à L₁, on recycle par exemple une majorité de la fraction liquide issue de la section de pompage vers l'étape de séparation a).

[0018] Selon un autre mode de mise en oeuvre, on recycle par exemple moins une fraction de la phase gazeuse issue de la section de compression vers le dispositif de séparation de manière à maintenir un débit minimum de fluide dans la section de compression. L'étape de séparation est par exemple réalisée dans un dispositif de séparation.

[0019] Le système et le procédé selon l'invention sont utilisés par exemple pour transférer une certaine énergie à la phase liquide et à la phase gazeuse d'un effluent pétrolier. Ils peuvent aussi être utilisés pour transférer une certaine énergie à la phase liquide et à la phase gazeuse d'un gaz humide, tel qu'un gaz à condensat ou un gaz associé.

[0020] L'invention concerne de manière plus générale un système de compression-pompage alterné permettant de communiquer de l'énergie à un ou plusieurs fluides, lesdits fluides pouvant être liquide ou gazeux.

[0021] Il est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison au moins les éléments suivants :

- au moins une section de compression à fonctionnement alterné, adaptée à communiquer une valeur de pression à un fluide essentiellement liquide ou à un fluide essentiellement gazeux, la section de compression comportant au moins un conduit d'introduction d'un fluide essentiellement liquide, au moins un conduit d'introduction d'un fluide essentiellement gazeux, au moins un conduit d'évacuation d'un fluide ayant acquis une certaine valeur d'énergie par passage dans la section de compression et au moins un conduit d'évacuation d'un fluide essentiellement liquide,
- des moyens permettant de déterminer la nature du fluide arrivant dans le système, les moyens étant disposés en amont du système,
- des moyens permettant de contrôler le débit du liquide ou du gaz,
- des moyens de contrôle-commande permettant de faire varier l'état des moyens de contrôle de débit de manière à faire passer la section de compression d'un mode de fonctionnement adapté au gaz à un mode de fonctionnement pour le liquide et réciproquement.

[0022] L'invention concerne aussi un procédé associé permettant de communiquer de l'énergie à un fluide qui peut être soit essentiellement liquide soit essentiellement gazeux.

[0023] Il est caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- a) on détermine la nature du fluide auquel on doit communiquer de l'énergie,
- b) on envoie le fluide quelque soit sa nature à une section de compression-pompage alternée,
- c) on adapte lors de l'étape b) la section de compression-pompage alternée à la compression du fluide lorsque ce dernier est essentiellement gazeux ou au pompage du fluide lorsque ce dernier est essentiellement liquide.

[0024] Au cours du procédé, on adapte, par exemple la vitesse de rotation de la section de compression-pompage à fonctionnement alterné.

[0025] L'utilisation du système selon l'invention présente notamment les avantages suivants :

- réduire le nombre de machines, comparé à des machines monophasiques et polyphasiques rotodynamiques, et de réduire l'encombrement et le poids comparé à des machines volumétriques,
- diminuer la consommation de puissance comparativement à des machines polyphasiques rotodynamiques.

[0026] D'autres avantages et caractéristiques du dispositif selon l'invention seront mieux compris à la lecture de la description ci-après d'un exemple non limitatif en se référant aux figures annexées :

- la figure 1 schématise un exemple de système de compression diphasique selon l'invention ainsi que son mode de fonctionnement,
- la figure 2 schématise un exemple de séquence d'ouverture et de fermeture de vannes en fonction de l'évolution du niveau de liquide dans le séparateur,
- la figure 3 représente les performances hydrauliques d'une série d'impulseurs adaptée à la compression d'un gaz et un moyen permettant de limiter leur désadaptation à une phase incompressible,
- les figures 4A et 4B représentent une variante du système de compression décrit à la figure 1,
- la figure 5 schématise un mode de réalisation plus général pour le système de compression-pompage.

[0027] La figure 1 représente un exemple de réalisation pour le système de compression-pompage comportant les particularités de l'invention, donné à titre illustratif et nullement limitatif, pour mieux faire comprendre le principe de fonctionnement.

[0028] Ce système permet d'élever la pression d'un fluide polyphasique et notamment la pression pour chacune des phases le constituant.

[0029] L'expression « phase gazeuse » est utilisée pour désigner un fluide essentiellement gazeux ou un gaz issu de la séparation du fluide polyphasique, et l'expression « phase liquide » un fluide essentiellement liquide ou un liquide.

[0030] Le système de compression-pompage alterné est par exemple intégré dans une même enceinte ou carter 1. Il comporte au moins une section 2 de pompage adaptée à un fluide essentiellement liquide et au moins une section 3 de compression dont les caractéristiques techniques sont adaptées à un fluide essentiellement gazeux mais qui peut aussi fonctionner pour un fluide essentiellement liquide. La section de compression est désignée sous l'expression « section de pompage à fonctionnement alterné » pour des raisons de simplification.

[0031] Chacune des sections de compression 3 ou de pompage 2 comportent plusieurs étages composés d'impulseurs suivis de redresseurs. Ces impulseurs et redresseurs sont choisis parmi ceux qui sont habituellement utilisés dans les domaines du pompage et de la compression des fluides comportant plusieurs phases ou des fluides mono-

phasiques.

[0032] La section de compression 3 pourra comporter un ou plusieurs étages d'entrée qui seront adaptés pour finaliser la séparation du fluide polyphasique selon des méthodes classiques utilisées par l'Homme du métier. Ce mode de réalisation est avantageux lorsque le gaz comporte des gouttelettes de liquide même si ces dernières se présentent en faibles quantités.

[0033] Les impulseurs de la section de compression 3 et de la section de pompage 2 sont par exemple solidaires d'un même arbre de rotation 4. Ces deux sections 2, 3 sont séparées par des moyens d'étanchéité 19 (figure 4A) permettant d'éviter la migration des phases entre les sections.

[0034] Sans sortir du cadre de l'invention, ces sections peuvent aussi se présenter par exemple sous la forme de sections séparées et distinctes solidaires d'un même arbre de rotation.

[0035] Il comporte de plus un dispositif de séparation 5 intégré par exemple dans le carter 1. Selon d'autres variantes de réalisation, le séparateur peut être solidaire ou séparé du carter.

[0036] Le carter 1 et le séparateur 5 sont pourvus de plusieurs conduits d'introduction, d'extraction ou de transfert des phases essentiellement diphasiques (gaz-liquide) ou essentiellement monophasiques (gaz ou liquide), par exemple :

- au moins un conduit 6 d'arrivée du fluide polyphasique à comprimer (auquel on va communiquer une certaine valeur d'énergie),
- au moins un conduit 7 de transfert de la phase essentiellement liquide, reliant le séparateur 5 et la section 2 de pompage (la liaison étant effectuée par exemple au niveau du premier étage d'entrée de la section de pompage),
- au moins un conduit 8 d'extraction de la phase essentiellement gazeuse, disposé de préférence dans la partie supérieure du séparateur 5, et qui est relié par exemple à l'entrée de la section 3 de compression. Le conduit 8 est équipé par exemple d'une vanne Vg3 fonctionnant en tout ou rien, qui est située le plus proche possible de l'entrée de l'étage d'entrée de la section de compression,
- au moins un conduit 9 d'extraction de la phase essentiellement liquide, disposé au niveau du séparateur 5 de préférence dans sa partie inférieure, et qui est relié à l'entrée de la section 3 de compression. Ce conduit 9 est équipé d'une vanne VI3 fonctionnant en tout ou rien, située le plus proche possible de l'entrée de la section de compression,
- les conduits 8 et 9 peuvent déboucher au niveau d'un même étage d'entrée de la section de compression, par exemple dans une même volute (non représentée sur la figure pour des raisons de simplification mais connue de l'Homme du métier),
- au moins un conduit 10 d'extraction de la phase essentiellement liquide qui a acquis une certaine énergie en passant à travers la section de compression-pompage à fonctionnement alternée, le conduit 10 peut être équipé d'une vanne VI4,
- un conduit 11 d'évacuation de la phase essentiellement liquide ayant acquis de l'énergie à travers la section de pompage 2, disposé en sortie de la section de pompage 2 ;

[0037] Le conduit 11 peut se diviser en deux conduits 11a, 11b.

[0038] Le conduit 11a est équipé d'une vanne de régulation VI1 et permet de recycler une fraction au moins de la phase essentiellement liquide vers le séparateur 5. Cette fraction de liquide peut, sans sortir du cadre de l'invention, provenir d'une source extérieure de liquide reliée au conduit 11a.

[0039] Le conduit 11b est pourvu par exemple d'une vanne VI2 de régulation permettant de transférer une quantité de liquide vers un autre endroit. Un dispositif 14 de mesure de débit peut éventuellement équiper le conduit 11 :

- un conduit 12 d'évacuation de la phase essentiellement gazeuse disposé à la sortie de la section de compression 3.

[0040] Le conduit 12 est pourvu par exemple d'un dispositif de mesure de débit 13.

[0041] Ce conduit se divise par exemple en deux conduits 12a, 12b.

[0042] Le conduit 12a est pourvu d'une vanne de régulation Vg1 qui permet le recyclage d'une fraction du gaz comprimé vers la conduite d'arrivée de manière à la réintroduire dans le séparateur. Ce circuit de recyclage joue le rôle d'un circuit de protection de la section de compression.

[0043] Le conduit 12b comporte par exemple une vanne Vg2 qui permet d'évacuer le gaz.

[0044] Le circuit de protection (12a, Vg1) permet de maintenir un débit minimum de façon à protéger le système contre des fluctuations d'écoulement fortement destructives à débit réduit. Une des manières de le mettre en oeuvre est donné dans la suite de la description.

[0045] Le système de recyclage (11a, VI1) permet de maintenir un débit minimum de liquide de façon à protéger le système de compression-pompage alterné contre des vibrations engendrées à débit réduit.

[0046] Les conduits 11b et 12b peuvent être réunis en un conduit unique 16 pour évacuer le fluide vers un lieu de

destination ou un lieu de traitement.

[0047] Le séparateur 5 et les différents conduits précités sont éventuellement équipés de moyens permettant de déterminer la pression et la température, tels que des capteurs C_P , C_T , non représentés pour des raisons de simplification de la figure.

5 [0048] Le système de compression-pompage alterné comporte aussi un moyen pour déterminer la vitesse N de rotation de l'arbre 4 supportant les impulseurs des sections de compression et de pompage.

[0049] Le séparateur 5 est équipé de moyens par exemple un ou plusieurs capteurs C_L pour déterminer le niveau de l'interface liquide-gaz. Avantageusement, ce ou ces capteurs sont capables de suivre l'évolution du niveau de liquide à l'intérieur du séparateur.

10 [0050] L'ensemble des dispositifs de mesure est relié à un système de contrôle-commande 15 qui est capable de mémoriser les différentes informations, de les traiter et d'envoyer des signaux permettant d'agir sur les différentes vannes équipant le système selon une méthode dont un exemple est donnée ci-après.

[0051] Le système de contrôle-commande 15 est ainsi capable de piloter les différentes opérations données en tant qu'exemple non limitatif et illustratif ci-après.

15 [0052] Pour décrire les étapes de la méthode mise en oeuvre à l'aide de ce système, on définit les paramètres suivants :

* une valeur moyenne de GLR, désignée GLR_{mo} , qui se réfère à une très longue durée de production, par exemple de l'ordre du mois. Cette valeur, ainsi que la valeur du débit volumique total sont utilisées pour dimensionner les vannes et les impulseurs associés aux sections de compression et de pompage,

20 * selon un mode de mise en oeuvre de l'invention, deux valeurs pour la vitesse de rotation N_{P1} et N_{P2} . Ces deux valeurs correspondent respectivement aux vitesses de fonctionnement « normales ou adaptées ou optimisées » lorsque la section de compression est traversée par un fluide essentiellement gazeux et lorsque la section de compression est traversée par un fluide essentiellement liquide,

* par exemple cinq valeurs de niveaux seuils dans le séparateur références L_0 , L_1 , L_2 , L_3 et L_4 . L'évolution du niveau de liquide dans le séparateur est « surveillé » par le capteur de niveau C_L précité,

30 * le niveau seuil L_3 qui est un niveau de régulation autour duquel on cherchera de préférence à rester, pour éviter des basculements trop fréquents pour les sections de compression et de pompage,

* des modes de fonctionnement :

35 **Le mode P_1** : la section dite de compression est traversée ou sur le point d'être traversée par un gaz,

Le mode P_2 : la section dite de compression est traversée ou sur le point d'être traversée par un liquide.

Le basculement du mode P_1 vers le mode P_2 s'effectue lorsque le niveau de liquide dans le séparateur devient supérieur à L_0 . Le basculement du mode P_2 vers le mode P_1 s'effectue lorsque le niveau de liquide dans le séparateur devient inférieur à L_2 . Le basculement entre les modes de fonctionnement entraîne un changement des états dans lesquels se trouvent les vannes.

40 Le changement d'état pour les différentes vannes peut être le suivant, le niveau L est le niveau de l'interface variable et surveillé par le capteur C_L de niveau à l'intérieur du séparateur:

[0053] De manière à faire comprendre les différentes étapes, on se positionne initialement à un moment où l'interface liquide-gaz du fluide introduit par le conduit 6 se situe autour du niveau L_3 .

45 **Fonctionnement en mode P_1 et passage en mode P_2**

[0054] Pour le niveau de référence L_3 pris comme point de départ, les positions ou états d'ouverture et de fermeture des différentes vannes sont les suivants :

- 50
- la vanne $Vg2$ de sortie de gaz est entièrement ouverte et la vanne $Vg1$ de recyclage de gaz est entièrement fermée,
 - la vanne $VI1$ de recyclage de liquide est partiellement ouverte. La vanne $VI2$ de sortie de liquide est partiellement fermée, le degré de fermeture augmentant avec la valeur de GLR_{mo} de façon à se prémunir contre une arrivée soudaine et relativement importante de liquide (par rapport au cas de fonctionnement normal). Ainsi pour une valeur de GLR_{mo} , par exemple de l'ordre de 10, il ne sera pas nécessaire de sur - dimensionner la vanne $VI2$ alors que pour une valeur supérieure (respectivement très supérieure), il conviendra de légèrement (respectivement largement) sur - dimensionner l'ouverture maximale de cette vanne par rapport à la production normale de
- 55

liquide,

- les vannes Vg3 et VI3 de sortie de gaz et de liquide sont respectivement entièrement ouverte et fermée,

- 5 • la vanne VI4 d'extraction de liquide est entièrement fermée.

[0055] Le système reste dans cet état tant que l'interface liquide-gaz ne s'éloigne pas de la valeur seuil L_3 , ceci est contrôlé par exemple à l'aide du capteur de niveau C_L . Le fluide envoyé à la section de compression est un fluide essentiellement gazeux.

10 **[0056]** Dans le cas où la composition du fluide provenant du conduit 6 varie de façon telle que la quantité de liquide va provoquer un engorgement du séparateur, le système de contrôle-commande 15 va agir sur les différentes vannes pour faire basculer la section de compression-pompage d'un mode de fonctionnement pour le gaz à un mode de fonctionnement pour le liquide, et donc faire passer un fluide essentiellement liquide dans la section de compression. Ceci correspond au passage du mode de fonctionnement P_1 vers le mode de fonctionnement P_2 qui peut être effectué en tenant compte d'un ou plusieurs niveaux intermédiaires de référence, par exemple dans l'exemple donné ci-dessous à titre illustratif et nullement limitatif deux niveaux intermédiaires L_2 L_1 , et donc des changements intermédiaires dans l'état des vannes.

15 **[0057]** Lorsque le niveau L devient supérieur à L_3 , le système 15 de contrôle - commande agit pour que la vanne VI1 se ferme graduellement et la vanne VI2 s'ouvre graduellement. Leurs ouvertures sont soumises à un mode de régulation de type PID ou autre, connus de l'Homme du métier. Lorsque le niveau L devient inférieur à L_3 , la logique inverse s'applique.

[0058] L'évolution de l'état des vannes peut être suivie sur les diagrammes 2A et 2B de la figure 2.

20 **[0059]** La figure 2 schématise un exemple de séquence d'ouverture et de fermeture des vannes VI1, VI2, Vg1, Vg2, Vg3, VI3 et VI4 en fonction de l'évolution du niveau de liquide dans le séparateur, pour une séquence de basculement comportant le passage du mode de fonctionnement P_1 vers le mode P_2 et inversement du mode P_2 vers le mode P_1 . Les schémas sont donnés dans deux diagrammes 2A, et 2B représentant l'état des vannes VI1, VI2, Vg1, Vg2 et Vg3, VI3 et VI4, ; dont l'évolution est représentée par les courbes (III)gi et (III)li, les indices i correspondant au numéro des vannes, et les lettres g et l aux phases gazeuse et liquide.

30 en abscisse on a représenté l'évolution du niveau de l'interface dans le séparateur et

en ordonnée on a représenté :

35 courbe I : la vitesse de rotation, sur l'échelle des ordonnées l'indice 0 correspond à une vitesse de rotation nulle, et l'indice 100 à une vitesse de rotation nominale,

courbe II, le niveau de liquide dans le séparateur (0 :niveau L_4 ; 100 : niveau L_0), et

40 courbes (III)gi et (III)li le degré d'ouverture des vannes pour le gaz (indice gi) et pour le liquide (indice li) sur l'échelle, 0 correspond à la fermeture des vannes, et 100 à l'ouverture des vannes.

[0060] Les références MP1, MP2 et PS correspondent au fonctionnement en mode P_1 , P_2 ou en mode P_1 stabilisé autour du niveau L_3 .

45 **[0061]** L'évolution de l'état des vannes pour mettre en oeuvre le procédé peut être la suivante :

Lorsque le niveau L devient supérieur à L_2 , le système de contrôle - commande agit pour fermer au moins partiellement la vanne Vg2, ouvrir partiellement la vanne Vg1, fermer entièrement la vanne VI1 et ouvrir entièrement la vanne VI2 (cf. diagramme 2A figure 2). La fermeture de la vanne peut être réalisée en suivant une loi sensiblement linéaire.

50 Le niveau L de l'interface liquide-gaz continuant à monter à l'intérieur du séparateur, dès qu'il devient supérieur à L_1 , le système 15 de contrôle - commande agit pour fermer entièrement la vanne Vg2 de façon à se prémunir d'une entrée de la phase liquide dans la section de compression, et pour ouvrir la vanne Vg1 afin de maintenir un débit de gaz supérieur au débit minimum dans la section de compression permettant d'assurer un bon fonctionnement de la section de compression.

55

[0062] De plus, on pourra diminuer la vitesse de rotation selon une loi sensiblement linéaire.

[0063] Au cours des deux étapes qui viennent d'être décrites, le système de contrôle-commande en agissant sur

les vannes, a positionnées ces dernières dans des états intermédiaires (ou états préliminaires) à l'état dans lesquelles elles devront être mises pour le passage du mode de fonctionnement de P_1 vers le mode de fonctionnement P_2 .

[0064] Ce dernier passage est déclenché lorsque le niveau L devient supérieur à L_0 . Le système 15 de contrôle - commande agit pour diminuer la vitesse de rotation jusqu'à la vitesse de rotation N_{P2} et fermer entièrement la vanne Vg3, ouvrir entièrement la vanne VI3 de façon à diriger le liquide vers la section de compression et ouvrir la vanne VI4 (référence $>L_0(t1)$ sur le diagramme 2B de la figure 2). Le basculement de mode de fonctionnement étant achevé, le système 15 de compression-pompage va ouvrir la vanne Vg2 de façon à évacuer le liquide au travers de la section de compression, et fermer la vanne Vg1 entièrement. (référence $>L_0(t2)$ sur le diagramme 2B de la figure 2)

[0065] L'ouverture de la vanne VI4 permet de limiter la désadaptation des étages de compression lors d'un fonctionnement avec une phase très peu compressible (phase essentiellement liquide) comme il est montré sur la figure 3.

[0066] En mode P_1 , le débit de liquide d'entrée peut être insuffisant pour maintenir le niveau de liquide au niveau de L_3 . Lorsque le niveau L devient inférieur à L_4 , le système 15 de contrôle - commande agit pour que la vanne VI2 se ferme entièrement, de façon à se prémunir d'une entrée de la phase gazeuse dans la section liquide et pour augmenter l'ouverture de vanne VI1, de façon à permettre un fonctionnement à un débit supérieur au débit minimum en dessous duquel les vibrations apparaissent. Ce mode de fonctionnement est maintenu tout pendant que le niveau de liquide est inférieur à L_4 . Lorsque le niveau de liquide devient supérieur à L_3 , la vanne VI2 reprend l'ouverture correspondant à un cas de fonctionnement normal et l'ouverture de la vanne VI1 s'ajuste de façon à réguler le niveau de liquide autour L_3 .

20 **Passage du mode P_1 au mode P_2 et fonctionnement pendant une période de temps dans le mode P_2**

[0067] En mode de fonctionnement P_2 , la section dite de compression est traversée par une phase essentiellement liquide, donc ayant une densité élevée. Le taux de compression peut alors être très élevé et voire trop élevé par rapport à la tenue mécanique des impulseurs, du carter et des installations habituellement utilisées et situées en aval du carter. Avantagement, la vitesse de rotation N_{P2} est choisie de telle façon que la pression de refoulement soit approximativement égale à celle obtenue en mode P_1 , compte tenu des densités de chaque phase, et pour que $N_{P2} < N_{P1}$.

[0068] Les positions des vannes et la vitesse de rotation sont maintenues dans l'état qui a suivi le basculement tant que le niveau reste supérieur à L_2 de façon à éviter des changements de mode trop fréquents, cas par exemple de basculements de P_1 en P_2 et de P_2 en P_1 déclenchés par un même niveau de liquide.

30 **Passage du mode P_2 vers le mode P_1**

[0069] Lorsque le niveau L devient inférieur à L_2 , le système de contrôle - commande fait basculer progressivement le mode de fonctionnement du système de compression du mode P_2 vers le mode P_1 .

[0070] La première phase du basculement (diagramme 2B de la figure 2 $<L_2(t3)$) consiste à ouvrir totalement la vanne Vg3, ouvrir partiellement la vanne Vg1 et fermer les vannes VI3 et VI4 de façon à diriger le fluide gazeux contenu dans le séparateur vers la section de compression.

[0071] Cette opération achevée, (diagramme 28 de la figure 2 $<L_2(t4)$) le système de contrôle - commande agit pour ouvrir la vanne Vg2 (pratiquement entièrement, $L_3(t5)$) de façon à permettre l'évacuation du gaz lorsque la pression en sortie de la section de compression atteint une pression supérieure à la pression mesurée en aval de la jonction Js, remettre la vanne VI2 dans une position d'ouverture sensiblement identique à la position correspondante au cas de fonctionnement normal précédemment défini et ouvrir la vanne VI1 de façon à permettre le maintien du niveau de liquide autour de L_3 . A $L_3(t5)$ on observe le début de la fermeture de la vanne Vg1.

[0072] Après un temps de l'ordre de quelques minutes, le système de contrôle - commande agit pour fermer la vanne Vg1 entièrement (diagramme 2A de la figure 2 $L_3(t6)$) et pour remettre la valeur de la vitesse de rotation à une valeur correspondant sensiblement à la valeur N_{P1} (mode P_1). Toutefois l'ouverture de la vanne Vg1 est maintenue dans un état tel que le débit de gaz soit supérieur au débit correspondant au débit minimum autorisé (protection anti - pompage). Cette valeur de débit est précisée par rapport aux caractéristiques de la section de compression.

[0073] La figure 3 représente, dans un diagramme coefficient de débit (en abscisse), coefficient de pression (en ordonnées), l'évolution de points de fonctionnement de la section de compression-pompage à fonctionnement alterné, lorsque le système de compression-pompage est équipé de moyens permettant d'adapter au moins une série d'étages de compression au pompage d'un liquide, sachant que ces étages de compression ont été initialement choisis par rapport à un fluide essentiellement gazeux. Ces moyens sont par exemple dans l'exemple donné un ou plusieurs conduits d'extraction équipés de vannes permettant de contrôler le passage des fluides.

[0074] Les courbes E_i , représentent les courbes de fonctionnement du système de compression-pompage, i étant le numéro de l'étage de compression

Les points A_i correspondent au point de fonctionnement pour une phase compressible,

les points Ci à l'évolution sur les courbes de fonctionnement du point de fonctionnement pour le pompage d'un liquide avec une étape d'extraction,

les points Bi à l'évolution du point de fonctionnement pour le pompage d'un liquide lorsqu'il n'y a pas d'étape d'extraction.

[0075] Le terme « adaptation » d'un étage signifie dans le cadre de la présente invention, le fonctionnement d'un étage à un débit correspondant au point de meilleur rendement, point qui est connu du spécialiste des machines de compression. Les coefficients de débit et de pression d'un étage sont des grandeurs adimensionnelles qui sont respectivement proportionnelles au débit volumique de l'étage et à la hauteur manométrique, deux paramètres connus du même spécialiste.

[0076] Dans l'exemple donné en référence avec cette figure 3, la section de compression est composée de quatre étages : références E₁ à E₄.

[0077] Lorsque la section de compression fonctionne avec un fluide essentiellement gazeux, l'adaptation des étages est représentée par les points A₁ à A₄, les débits volumiques diminuant du premier vers le dernier étage, compte tenu de la compressibilité du gaz.

[0078] Lorsque la section de compression fonctionne au liquide, sans apporter de modifications techniques par rapport aux caractéristiques choisies pour le gaz, le fonctionnement du premier étage au point B₁ entraîne le fonctionnement des étages suivants respectivement aux points B₂, B₃ et B₄. Si un étage est parfois bien adapté, l'étage E₂ (point B₂), les étages situés en amont et en aval de cet étage sont généralement très mal adaptés. Ainsi les étages E₁ et E₃ donneront de très mauvais rendements et engendreront des échauffements ainsi que des fluctuations d'écoulement. Quant à l'étage E₄, (représenté par le point B₄), il diminuera l'énergie apportée au fluide (taux de compression inférieur à 1) par les étages E₁ à E₃.

[0079] Il est possible d'adapter une série d'étages (initialement adaptés à la compression d'un gaz) au pompage d'un liquide en extrayant une partie du liquide en aval d'un ou de plusieurs étages, le débit extrait étant renvoyé vers le séparateur 5.

[0080] Pour cela le système de compression selon l'invention comporte au moins un conduit d'extraction 10 disposé entre deux étages de compression et d'une vanne VI4. La fraction de fluide extraite de la section de compression peut être envoyée vers le séparateur 5 ou encore vers un point extérieur au système de compression-pompage selon l'invention.

[0081] Ainsi sur la figure 3 on a représenté, le cas où une extraction est effectuée en aval du second étage E₂, afin d'obtenir un fonctionnement selon les points C₁ à C₄, voisins du point de fonctionnement optimum. En augmentant le nombre d'extractions il est possible de parfaire l'adaptation de la section de compression lorsqu'elle doit fonctionner avec un fluide liquide.

Ainsi en effectuant trois extractions, en aval des étages E₁ à E₃, il sera possible de faire fonctionner, avec un liquide, les étages sur les points A₁ à A₄.

[0082] Le débit de liquide extrait est déterminé par un dimensionnement approprié du conduit d'extraction 10 (longueur et diamètre) ou par l'introduction d'un organe dissipatif d'énergie connu de l'homme du métier (restriction, orifice, vanne de type ou tout rien) dans ce conduit.

[0083] La figure 4A représente une variante de réalisation comportant des moyens permettant d'optimiser l'étape de séparation du fluide.

[0084] Cette variante comporte un séparateur 5 statique présentant un volume réduit comparé aux dimensions des séparateurs utilisés conventionnellement en amont des machines monophasiques.

[0085] Le séparateur seul effectue une séparation grossière des phases par simple action de la gravité terrestre. Une amélioration de la séparation des phases peut être obtenue en mettant en rotation les phases essentiellement gazeuse et liquide dans le séparateur 5.

[0086] La mise en rotation peut par exemple être obtenue en disposant les aspirations des conduits (7, 8, 9) de manière tangentielle à la paroi du séparateur 5 et sensiblement perpendiculairement à l'axe de symétrie du séparateur (au centre de symétrie du séparateur) (non représentées sur la figure 4A) comme il est décrit dans la demande de brevet du demandeur FR 98/00933. Les aspirations des conduits 7 et 9 sont disposées en dessous du niveau L₄ alors que l'aspiration du conduit 8 est disposée au-dessus du niveau L₀.

[0087] Une séparation fine des gouttelettes contenue dans la phase gazeuse peut être obtenue en effectuant une séparation dynamique ou encore une séparation statique :

La séparation dynamique peut être réalisée par un agencement de plusieurs éléments tels que ceux décrits sur la figure 4A

[0088]

- en disposant des disques tournants Dg dans la partie supérieure du ballon séparateur 5, par exemple au-dessus du niveau L_0

[0089] Dans cet exemple, l'arbre de rotation 4 commun à la section 2 de pompage et à la section 3 de compression pénètre dans le séparateur 5 statique de la figure 4A et sert de support à la série de disques.

[0090] La rotation des disques entraîne la mise en rotation de la phase gazeuse à l'intérieur du séparateur. Sous l'effet des forces centrifuges ainsi générées, les gouttelettes plus lourdes se déportent vers la paroi interne du séparateur.

[0091] Le diamètre de l'arbre 4 ou d'une partie de cet arbre supportant les disques Dg est dimensionné en fonction du couple à transmettre et de la rigidité requise. L'arbre pourra être constitué de plusieurs éléments, le couplage se faisant par engrenage, accouplement flexible, magnétique ou autre.

[0092] Les disques Dg sont par exemple disposés de façon à éviter le fonctionnement des disques au niveau de l'interface huile-gaz et la formation d'émulsion.

[0093] Le diamètre de ces disques et la distance entre les disques d'une même série peuvent être déterminés en fonction du degré de séparation souhaité en amont des sections de pompage et de compression. Par exemple, on déterminera ces paramètres en fonction des diamètres limites pour les gouttelettes. Ces paramètres peuvent être calculés à l'aide d'un code de calcul tridimensionnel disponible à l'Homme du métier.

La séparation statique peut être réalisée :

[0094]

- en utilisant un conduit hélicoïdal ascendant (figure 4B), présentant un faible rayon de courbure d'hélice, en amont du conduit 8, comme il est détaillé dans la demande de brevet précitée.

[0095] Sur cette figure, un conduit 20 de forme hélicoïdale est disposé autour du conduit 7 permettant le passage de la phase liquide vers la section de pompage et qui est disposé sensiblement au niveau de l'axe central du séparateur. Le gaz contenant les gouttelettes de liquide pénètre par l'entrée 21. Au cours de son déplacement dans la conduite hélicoïdale, les gouttelettes se déposent le long de la paroi de la conduite par action d'une force centrifuge. La conduite étant ascendante dans cet exemple de réalisation nullement limitatif, le liquide déposé retombe dans le séparateur par l'entrée 22 du gaz tandis que le gaz ressort au point 23 (entrée de la conduite 8). Les caractéristiques du tube hélicoïdal (diamètre du tube, rayon de l'hélice et pente de l'hélice) sont dimensionnées de façon à permettre la retombée du liquide déposé par l'entrée 22.

[0096] Le dispositif d'étanchéité 19, représenté sur la figure 4A, permet d'éviter la migration des phases entre les sections de compression et de pompage. Un exemple de dispositif est détaillé dans la demande de brevet précitée FR-98/00.933, dont l'enseignement technique relatif à ce moyen d'étanchéité est incorporé par référence.

[0097] La fiabilité de la mesure du niveau dans le séparateur étant essentielle pour la protection des éléments tournants, la mesure de niveau peut être réalisée par exemple à l'aide de trois capteurs fonctionnant selon le principe d'une logique majoritaire (lorsqu'un capteur fournit une information différente des deux autres, l'information du premier est écartée au profit des deux autres).

[0098] En mode P1, les lignes 12a et 11a peuvent également être utilisées de façon à éviter le fonctionnement de la section de compression et de la section de pompage dans la zone de débit réduit pouvant conduire à l'endommagement rapide de la section de compression (anti-pompage) et à la génération de fluctuations de pression et de vibrations en ce qui concerne la section de pompage.

[0099] De façon à anticiper l'arrivée d'un bouchon de liquide ou d'un volume important de liquide et d'assurer une meilleure protection de l'équipement de production polyphasique, un système de mesure de taux de liquide et de sa vitesse de déplacement peut être installé en amont de l'équipement, de façon à anticiper les actions sur les vannes ainsi que sur la régulation de vitesse.

[0100] Une régulation par logique floue tenant compte d'un grand nombre de paramètres (par exemple, du niveau de liquide dans le ballon - séparateur, du degré d'ouverture de l'ensemble des vannes, du taux de liquide et de sa vitesse de déplacement en amont du système de compression - pompage) peut être mise en oeuvre de façon à permettre une meilleure optimisation de la production par rapport à une régulation conventionnelle tout en assurant une meilleure protection de l'équipement.

EP 0 989 306 A1

[0101] Les principes de fonctionnement d'une logique majoritaire, d'une logique floue, d'une protection contre un débit minimum, d'une mesure de taux et de vitesse de liquide dans une conduite sont connus de l'homme du métier.

[0102] Le dispositif de compression diphasique pourra être précédé d'un dispositif 18 (figure 1) ralentisseur de bouchons de liquide afin de limiter les risques d'engorgement en liquide du ballon séparateur et de limiter par conséquent le nombre de basculements d'un mode à un autre.

[0103] Ce dispositif est par exemple disposé en amont de la jonction des conduits 6 et 12a. Il fonctionne sur le principe d'une augmentation des pertes de charge pour une même vitesse d'écoulement lorsque le taux de liquide augmente et d'une accentuation de cet effet à une courte distance de l'entrée du dispositif de compression diphasique. Le dispositif pourra être constitué d'une restriction en diamètre, d'un orifice, d'une vanne ou de tout autre organe pouvant occasionner une perte de charge.

[0104] Dans le détail, le ralentisseur réagira avec le système de compression diphasique rotodynamique de la façon suivante : pour une vitesse de rotation donnée et une pression de refoulement donnée, à une augmentation de taux de liquide à l'entrée du dispositif de compression diphasique correspondra une augmentation des pertes de charge, une diminution de la pression d'aspiration et une augmentation du taux de compression. Avec une machine rotodynamique, à une vitesse de rotation donnée, une augmentation du taux de compression entraîne une diminution du débit volumique à l'entrée et par voie de conséquence une diminution de vitesse de l'écoulement dans le ralentisseur 18.

[0105] Cet effet est illustré dans les tableaux ci-dessous dans deux cas de fonctionnement distincts et avec les hypothèses suivantes : vitesse de rotation et pression de refoulement constantes.

Cas 1 - Conditions à l'entrée du dispositif diphasique (pour GLR = 1000) : pression = 2,5 MPa abs, débit volumique total = 12000 m³/hr et diamètre de la conduite = 16 pouces.

GLR d'entrée	1000	60	17	8	5	< 5
Perte de charge (1)	0.035	0.06	0.11	0.18	0.26	>0. 26
Débit gaz seul (2)	12000	11400	10800	9400	7000	0 (3)
Débit gaz + liquide (2)	12000	11600	11400	10600	8400	0 (3)

(1) pertes de charge (MPa) correspondant à un débit de 12000 m³/hr.

(2) débits résultants (m³/hr) dans la section de compression et le dispositif de compression diphasique compte tenu des pertes de charge dans le ralentisseur et des caractéristiques de la section de compression (hauteur manométrique en fonction du débit volumique).

(3) lorsque le débit volumique de gaz à l'entrée de la section 3 tend à devenir inférieur au débit minimum (protection anti - pompage), la vanne de recyclage s'ouvre et la pression de refoulement délivrée par le compresseur devient inférieure à la pression du réseau empêchant toute évacuation du gaz dans le réseau et entraînant un arrêt momentané de la production en amont comme en aval du compresseur.

Cas 2 - Conditions à l'entrée du dispositif diphasique (pour GLR = 1000) : pression = 1 MPa abs, débit volumique total = 12000 m³/hr et diamètre de la conduite = 16 pouces.

GLR d'entrée	1000	29	17	11	<11
Perte de charge (1)	0.014	0.059	0.091	0.129	>0. 129
Débit gaz seul (2)	12000	10300	8600	7000	0 (3)
Débit gaz + liquide (2)	12000	10600	9100	7600	0 (3)

[0106] En fonctionnement réel, une diminution de la production de gaz entraîne progressivement une diminution de la pression du réseau au voisinage du refoulement du compresseur permettant une plus grande absorption de débit de gaz d'où un moindre ralentissement de la production que celui indiqué par les tableaux ci - dessus.

[0107] Dans le cas où la vitesse de rotation est asservie à la pression de refoulement, une diminution de cette pression entraîne une augmentation de la vitesse de rotation et une accélération locale de l'écoulement au voisinage du compresseur d'où un moindre ralentissement de la production que celui indiqué par les tableaux ci - dessus.

Cependant quelque soit la dynamique du réseau et le choix du mode de régulation en vitesse du compresseur, le ralentisseur situé en amont du compresseur permet dans tous les cas de figures une augmentation des pertes de charge et par conséquent une diminution du débit volumique d'entrée lorsque le GLR diminue.

[0108] La figure 5 représente de façon schématique un système de compression-pompage alternée adapté par exemple pour tous les domaines d'application où l'on doit communiquer de l'énergie à plusieurs fluides, dont l'un est essentiellement liquide et l'autre essentiellement gazeux.

[0109] Dans ce cas, le système de compression-pompage alterné comporte une section de compression 50 à fonctionnement alternée gaz-liquide, présentant l'une des caractéristiques décrites de la section de compression-pompage décrite à la figure 1.

[0110] Deux conduits d'arrivée (51, 52) par exemple un conduit pour l'introduction du fluide liquide et un conduit pour l'introduction du gaz.

[0111] Des moyens permettant de déterminer en amont la nature du fluide qui arrive dans le système de compression, disposés par exemple sur les conduits d'arrivée.

[0112] Un conduit 53 de sortie du fluide ayant acquis de l'énergie.

[0113] Un conduit d'évacuation 54 d'un fluide essentiellement liquide, la majorité du liquide étant évacué après avoir acquis de l'énergie par le conduit 53 et le reste passe par le conduit 54 de façon à permettre l'adaptation de la section de compression au passage du liquide.

[0114] Des moyens de contrôle commande sensiblement identique aux moyens références 15 et décrits précédemment. Ces moyens tiennent compte notamment du résultat de la détermination du fluide arrivant pour commander le basculement de fonctionnement de la section de compression-pompage en mode P1 ou en mode P2.

[0115] Des moyens tels que des vannes 55, 56, 57 et 58 disposées respectivement sur les conduits 51, 52, 53 et 54. Ces vannes assurent le passage ou non du fluide essentiellement liquide ou du fluide essentiellement gazeux vers la section de compression à fonctionnement alterné ou à partir de la section de compression alterné.

Revendications

1. Système (1) de compression- pompage alterné permettant de communiquer de l'énergie à un fluide polyphasique ayant une composition variable dans le temps, telle que la quantité de phase gazeuse et la quantité de phase liquide, comportant en combinaison les éléments suivants :

- au moins une section (3) de compression-pompage à fonctionnement alterné, adaptée à communiquer une valeur de pression à un fluide essentiellement liquide ou à un fluide essentiellement gazeux, ladite section (3) de compression-pompage comportant au moins un conduit (9) d'introduction d'une phase essentiellement liquide, au moins un conduit (8) d'une phase essentiellement gazeuse, au moins un conduit d'évacuation (12) d'un gaz ayant acquis une certaine énergie après passage dans le système, et au moins un conduit d'évacuation de liquide (10) ayant acquis une certaine énergie par passage dans la section de compression-pompage,
- au moins une section (2) de pompage choisie pour communiquer de l'énergie à un fluide essentiellement liquide, ladite section de pompage comportant au moins un conduit (7) d'introduction d'une phase essentiellement liquide et au moins un conduit d'évacuation (11) de la phase liquide pompée,
- au moins un dispositif (5) de séparation des différentes phases constituant le fluide polyphasique, ledit dispositif (5) de séparation étant relié à un conduit d'introduction (6) du fluide polyphasique, et au conduit (10) d'évacuation de liquide provenant de la section de compression-pompage alternée, ledit dispositif (5) comportant au moins un conduit (8) d'évacuation de la phase gazeuse et au moins un conduit (9) d'évacuation de la phase liquide,
- ledit dispositif de séparation (5) est pourvu de moyens (C_L) permettant de détecter le niveau de l'interface gaz-liquide, du fluide introduit dans le dispositif (5) de séparation,
- des moyens (V_{gi} , V_{li}) permettant de contrôler le débit des phases liquides ou gaz au niveau des différents conduits (9, 10, 11a, 11b, 12a, 12b),
- des moyens (15) de contrôle-commande permettant de faire varier l'état desdits moyens de contrôle de débit de manière à faire passer la section de compression d'un mode de fonctionnement adapté au gaz à un mode de fonctionnement pour le liquide et réciproquement.

2. Système de compression selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte au moins un conduit (12a) de recyclage d'une fraction au moins du fluide essentiellement gazeux issu de la section de compression-pompage (3) vers le dispositif de séparation (5).

3. Système de compression selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte au moins un conduit (11a) de recyclage d'une fraction au moins du fluide essentiellement liquide issu de la section de pompage (2) vers le dispositif de séparation (5).

4. Système de compression selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le dispositif de séparation (5) est associé à au moins un des éléments suivants :

- un conduit hélicoïdal (20) destiné à effectuer la séparation des gouttelettes de liquide de la phase gazeuse,
- une série de disques montés sur ledit arbre (4) de rotation, ledit arbre de rotation se prolongeant dans ledit séparateur (5).

5. Système selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la section de compression comporte au moins un étage permettant d'obtenir la séparation de la phase gazeuse et de la phase liquide se présentant sous forme de gouttelettes.

6. Procédé permettant de communiquer de l'énergie à chacune des phases d'un fluide polyphasique comportant au moins une phase liquide et au moins une phase gazeuse, la quantité de la phase essentiellement liquide et la quantité de la phase essentiellement gazeuse pouvant varier dans le temps, ladite phase gazeuse étant envoyée vers une section de compression-pompage à fonctionnement alterné et ladite phase liquide étant envoyée vers une section de pompage ou vers ladite section de compression-pompage à fonctionnement alterné, les sections faisant partie d'un système de compression-pompage alterné, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

a) on sépare ledit fluide polyphasique en une phase essentiellement gazeuse et une phase essentiellement liquide,

b) on détermine le niveau L de liquide ou de l'interface liquide-gaz dans un dispositif (5) de séparation,

c) on compare le niveau L à une valeur seuil L_0 ,

si L est supérieure à L_0 , on agit sur un ensemble de moyens (V_{gi} , V_{li}) de contrôle de débit des phases liquide et gaz de manière à faire passer la section (3) de compression-pompage à fonctionnement alterné dudit système de compression-pompage alterné d'un mode de fonctionnement P_1 pour un fluide essentiellement gazeux à un mode de fonctionnement P_2 pour un fluide essentiellement liquide,

en fermant pratiquement entièrement le moyen de contrôle (V_{g3}), ouvrant pratiquement entièrement le moyen de contrôle (V_{l3}) de façon à diriger le liquide vers la section de compression et en ouvrant le moyen de contrôle (V_{l4})

d) on contrôle le niveau de L en permanence,

dès que le niveau de L devient inférieur à un niveau de seuil L_2 , on agit sur les moyens de contrôle de débit pour faire passer la section de compression du mode P_2 au mode P_1 ,

en ouvrant pratiquement entièrement le moyen de contrôle (V_{g3}), en fermant pratiquement entièrement le moyen de contrôle (V_{l3}) de façon à diriger le gaz vers la section de compression et en fermant le moyen de contrôle (V_{l4}).

7. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que l'on fait varier lors du passage du mode P_1 au mode P_2 , la vitesse initiale de rotation N_{P1} vers une vitesse de rotation N_{P2} , ladite vitesse de rotation N_{P2} étant choisie de façon telle que la valeur de la pression au refoulement de la section de compression obtenue lors du passage d'un fluide gazeux soit sensiblement identique à la valeur de pression de refoulement lorsque la section est parcourue par un fluide liquide et réciproquement on fait varier la vitesse de rotation lors du passage du mode P_2 au mode P_1 .

8. Procédé selon l'une des revendications 6 ou 7 caractérisé en ce que l'on continue à séparer les gouttelettes de liquide de la phase gazeuse à l'intérieur d'un étage de compression disposé au niveau de la section de compression-pompage alterné.

9. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que si la valeur de L est inférieure à L_4 , on recycle une majorité de la fraction liquide issue de la section de pompage vers l'étape a) de séparation.

10. Procédé selon la revendication 6 caractérisé en ce que l'on recycle au moins une fraction de la phase gazeuse issue de la section de compression vers le dispositif de séparation de manière à maintenir un débit minimum de fluide dans ladite section de compression.

11. Utilisation du système selon l'une des revendications 1 à 5 et du procédé selon l'une des revendications 6 à 10 pour transférer une certaine énergie à la phase liquide et à la phase gazeuse d'un effluent pétrolier.

12. Utilisation du système selon l'une des revendications 1 à 5 et du procédé selon l'une des revendications 6 à 10 pour transférer une certaine énergie à la phase liquide et à la phase gazeuse d'un gaz humide, tel qu'un gaz à condensat, ou un gaz associé.

5 13. Système (1) de compression- pompage alterné permettant de communiquer de l'énergie à un fluide, ledit fluide pouvant être liquide ou gazeux, comportant en combinaison au moins les éléments suivants :

- 10 • au moins une section (50) de compression-pompage à fonctionnement alterné, adaptée à communiquer une valeur de pression à un fluide essentiellement liquide ou à un fluide essentiellement gazeux, ladite section (50) de compression-pompage comportant au moins un conduit (51) d'introduction d'un fluide essentiellement liquide au moins un conduit (52) d'introduction d'un fluide essentiellement gazeux, au moins un conduit (53) d'évacuation d'un fluide ayant acquis une certaine valeur d'énergie par passage dans ladite section de compression et au moins un conduit (54) d'évacuation d'un fluide essentiellement liquide,
- 15 • des moyens permettant de déterminer la nature dudit fluide arrivant dans ledit système, lesdits moyens étant disposés en amont dudit système,
- des moyens (54, 55, 56, 57) permettant de contrôler le débit du liquide ou du gaz,
- des moyens (15) de contrôle-commande permettant de faire varier l'état desdits moyens de contrôle de débit de manière à faire passer la section de compression d'un mode de fonctionnement adapté au gaz à un mode de fonctionnement pour le liquide et réciproquement.

20 14. Procédé pour communiquer de l'énergie à un fluide qui peut être soit essentiellement liquide soit essentiellement gazeux, caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- 25 a) on détermine la nature du fluide auquel on doit communiquer de l'énergie,
- b) on envoie ledit fluide quelque soit sa nature à une section (50) de compression-pompage à fonctionnement alterné,
- c) on adapte lors de l'étape b) ladite section de compression-pompage à fonctionnement alterné à la compression du fluide lorsque ce dernier est essentiellement gazeux ou au pompage du fluide lorsque ce dernier est essentiellement liquide.

30 15. Procédé selon la revendication 14 caractérisé en ce que l'on adapte la vitesse de rotation de la section de compression-pompage à fonctionnement alterné.

35

40

45

50

55

FIG.1

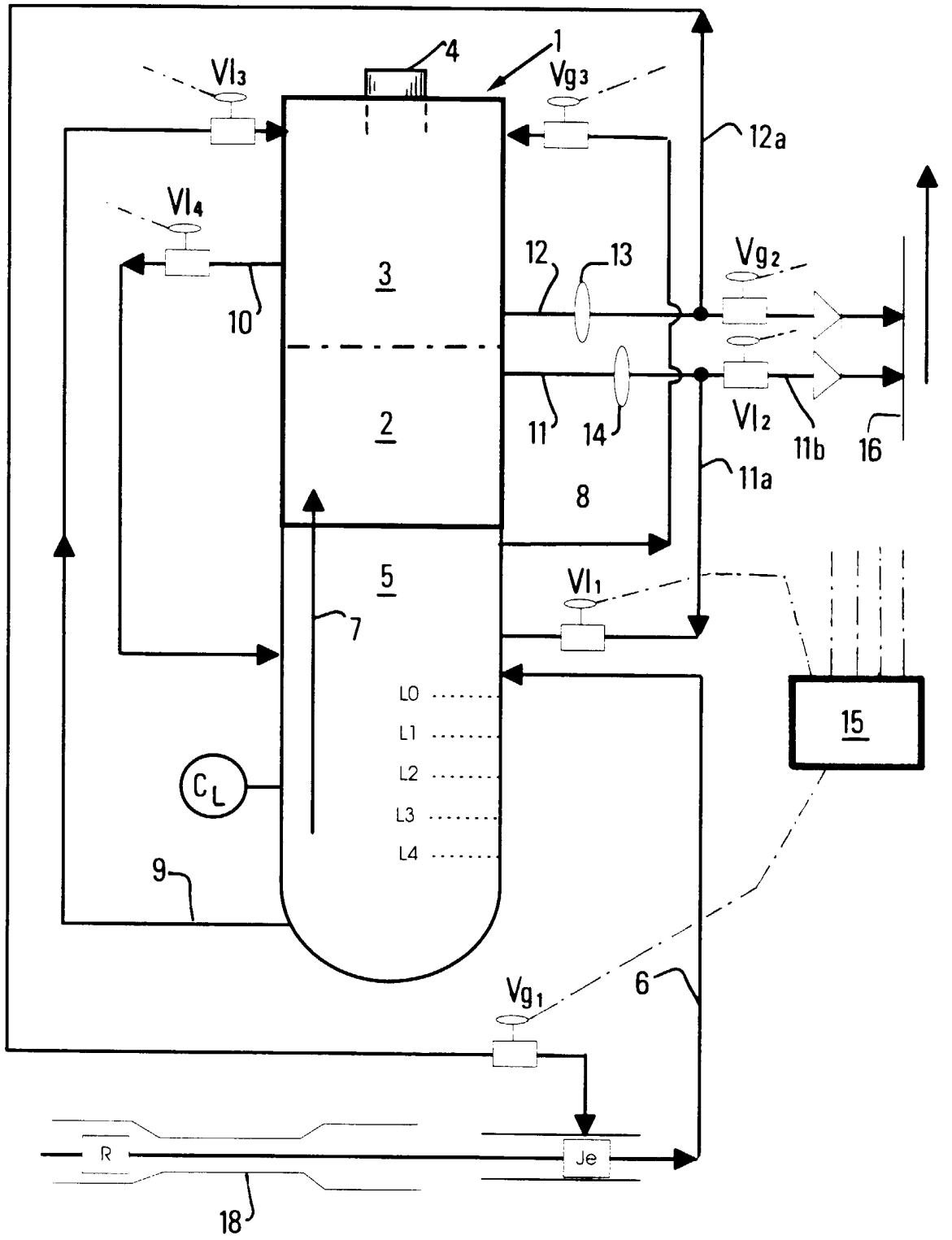


FIG.2

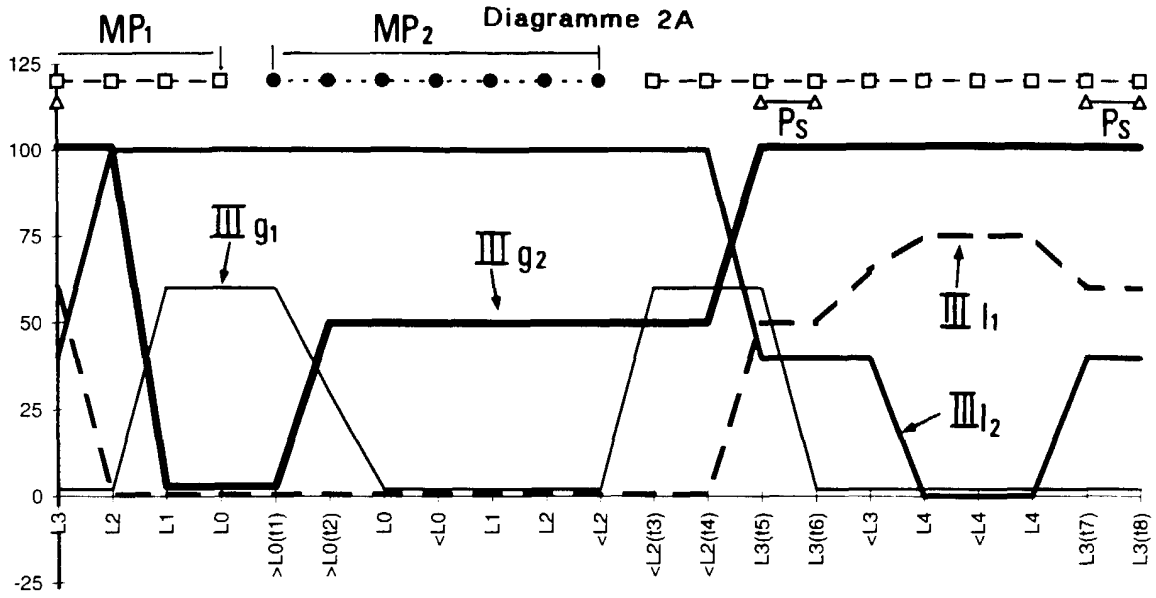
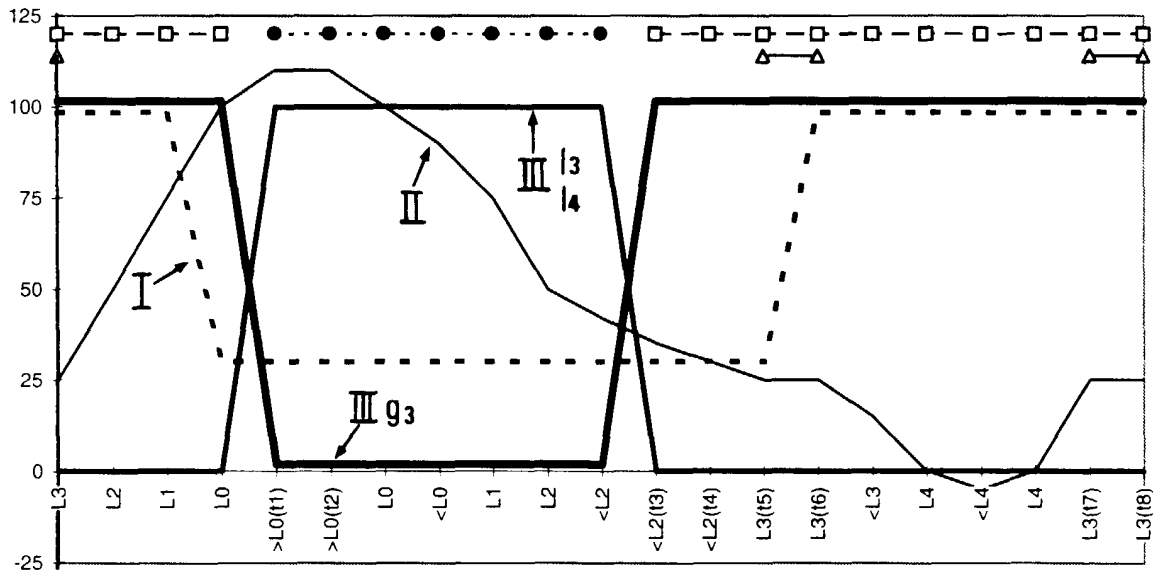
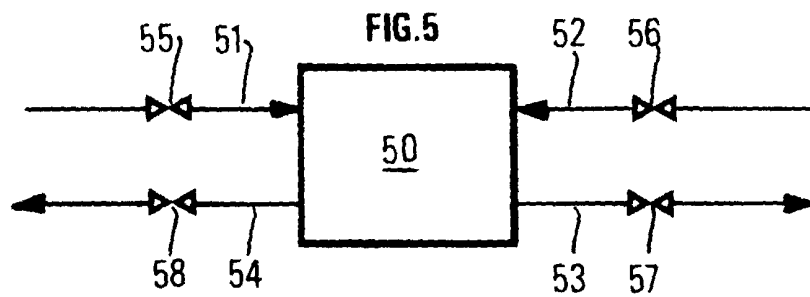
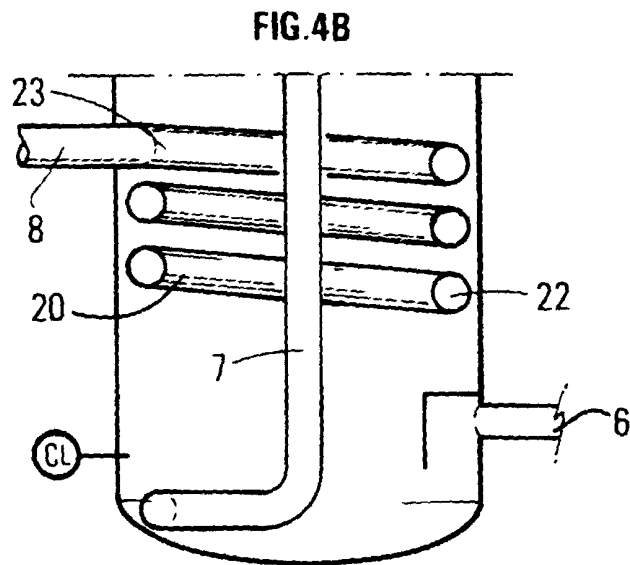
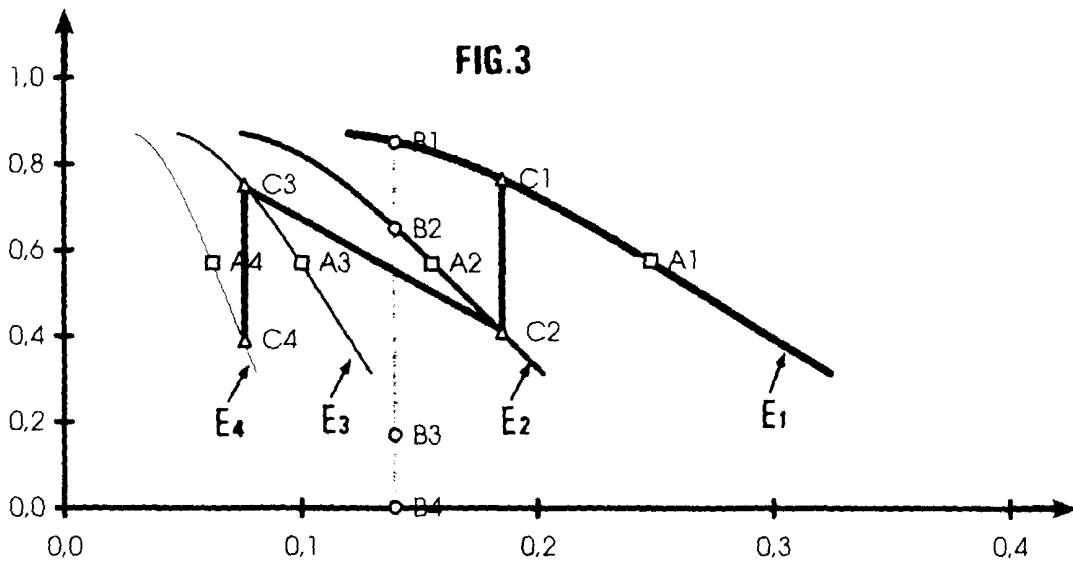
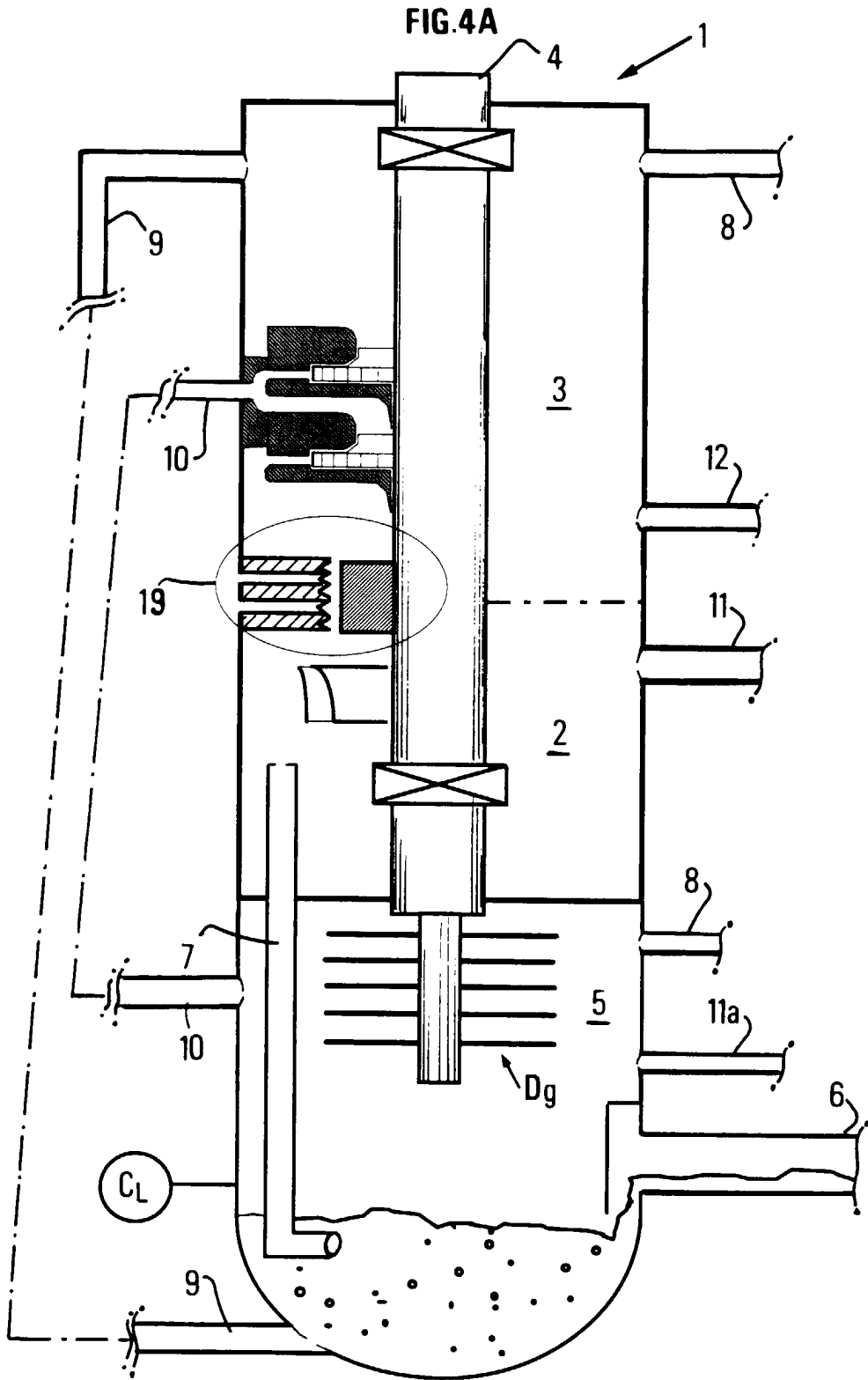


Diagramme 2B







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 99 40 2084

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 2 273 958 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 6 juillet 1994 (1994-07-06) * le document en entier * ---	1,6, 11-14	F04D31/00 E21B43/34 //E21B43/12
A	EP 0 549 439 A (INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE) 30 juin 1993 (1993-06-30) ---		
A	GB 2 014 862 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 5 septembre 1979 (1979-09-05) ---		
A	US 3 366 061 A (ADAMS HAROLD E) 30 janvier 1968 (1968-01-30) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F04D E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 novembre 1999	Examineur Zidi, K
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 99 40 2084

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.

22-11-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2273958 A	06-07-1994	FR 2699986 A	01-07-1994
		BR 9305270 A	05-07-1994
		MX 9400205 A	29-07-1994
		NO 934822 A	30-06-1994
		US 5377714 A	03-01-1995
EP 549439 A	30-06-1993	FR 2685737 A	02-07-1993
		FR 2685738 A	02-07-1993
		BR 9205160 A	17-08-1993
		CA 2086298 A	28-06-1993
		DK 549439 T	22-07-1993
		MX 9207521 A	30-06-1994
		NO 178906 B	18-03-1996
GB 2014862 A	05-09-1979	US 5393202 A	28-02-1995
		FR 2424472 A	23-11-1979
		FR 2424473 A	23-11-1979
		ES 478041 A	16-12-1979
		IT 1112022 B	13-01-1986
US 3366061 A	30-01-1968	NL 7901423 A,C	28-08-1979
		NO 790610 A	27-08-1979
US 3366061 A	30-01-1968	AUCUN	

EPO FORM P0460

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