(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 610 001**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **87 00981**

(51) Int Cl⁴ : C 10 G 7/00.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 28 janvier 1987.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 30 du 29 juillet 1988.

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

(71) **Demandeur(s) :** *TOTAL COMPAGNIE FRANCAISE DES PETROLES, Société Anonyme.* — FR et *ABU DHABI GAS INDUSTRIES Limited (GASCO).* — AE.

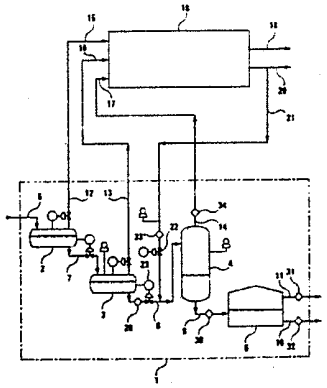
(72) **Inventeur(s) :** Ari Minkkinen.

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

(74) **Mandataire(s) :** Paul Descours, Total Compagnie Française des Pétroles.

(54) Procédé de recyclage dans une installation de stabilisation de pétrole brut, améliorant la production de gaz de pétrole liquéfiés venant des gaz associés.

(57) Procédé de recyclage de gaz dans une installation de stabilisation de pétrole brut 1 comportant des étages de séparation gaz/liquide 2, 3, 4 dont les conduites d'évacuation de gaz 12, 13, 14 sont reliées à l'entrée d'une installation de traitement de gaz 18 qui fournit un courant de gaz riche 19 et un courant de gaz résiduel pauvre 20, caractérisé en ce que l'on injecte une partie réglable 21, 22 du courant de gaz résiduel pauvre dans le flux de pétrole brut 8, de préférence entre l'avant-dernier 3 et le dernier étage 4 de séparation gaz/liquide, de l'installation de stabilisation de pétrole brut 1, pour accroître la production de gaz de pétrole liquéfiés et de condensats.



FR 2 610 001 - A1

PROCEDE DE RECYCLAGE DANS UNE INSTALLATION DE STABILISATION DE PETROLE BRUT, AMELIORANT LA PRODUCTION DE GAZ DE PETROLE LIQUEFIES VENANT DES GAZ ASSOCIES

L'invention concerne les installations de stabilisation de pétrole brut comportant une pluralité d'étages de séparation gaz/liquide dont le premier étage reçoit du pétrole brut produit par un puits pétrolier et dont le dernier étage fournit du pétrole stabilisé, chaque étage étant muni d'un conduit d'extraction de gaz relié à l'entrée d'une installation de traitement de gaz qui fournit un courant de gaz riche contenant notamment des hydrocarbures à nombre d'atomes de carbone au moins égal à trois et donnant des gaz de pétrole liquéfiés (GPL) et des condensats, séparé d'un courant de gaz résiduel pauvre, pratiquement dépourvu de tels hydrocarbures.

On évite grâce à de telles installations de brûler à la torche les gaz associés au pétrole brut, mais la production de gaz riche est proportionnelle à la production de pétrole brut et il n'est pas possible de modifier le taux de production de gaz d'après les demandes du marché respectivement en pétrole brut d'une part et en gaz de pétrole liquéfiés (GPL) et en condensats d'autre part.

Il existe donc un manque de flexibilité dans les installations existantes pour leur permettre de s'adapter aux demandes du marché. Dans des périodes de faible production de pétrole brut, la production de gaz de pétrole liquéfiés et de condensats devrait pouvoir dépasser les limites qu'imposent actuellement les possibilités d'extraction des gaz associés et permettre une meilleure utilisation des capacités importantes des installations de traitement de gaz pour faire face à la demande dans cette catégorie de produits.

Comme une installation de traitement des gaz associés extraits d'une installation de stabilisation de pétrole brut n'est généralement pas très éloignée de cette dernière, la distance n'excédant pas un kilomètre, on a imaginé, selon la présente invention, de créer la flexibilité désirée au moyen d'un recyclage de gaz de l'installation de traitement de gaz vers l'installation de stabilisation de pétrole brut.

Un objet de l'invention est ainsi un procédé de recyclage de gaz dans une installation de stabilisation de pétrole brut comportant plusieurs étages de séparation gaz/liquide reliés de l'un au suivant, parcourus en série par un flux de

pétrole brut du premier au dernier étage et munis chacun d'une conduite d'évacuation de gaz connectée à l'entrée d'une installation de traitement de gaz qui fournit un courant de gaz riche et un courant de gaz résiduel pauvre, caractérisé en ce que l'on injecte une partie réglable de ce courant de gaz résiduel pauvre dans le flux de pétrole brut en amont d'au moins un des étages de séparation gaz/liquide de l'installation de stabilisation de pétrole brut.

De préférence, cette injection est effectuée entre l'avant-dernier et le dernier étage de séparation gaz/liquide de l'installation de stabilisation de pétrole brut.

Le mélange du gaz résiduel pauvre recyclé avec le flux de pétrole brut dans lequel il est injecté peut s'effectuer soit directement dans la canalisation où s'écoule le flux de pétrole brut si celle-ci présente jusqu'à l'étage de séparation suivant une longueur suffisante par rapport à son diamètre (au moins 100 fois le diamètre) soit dans un mélangeur monté en dérivation sur cette canalisation.

Cette injection de gaz résiduel pauvre a un effet d'entraînement sur les gaz associés au pétrole brut. Ces gaz associés sont de plus en plus riches en hydrocarbures à grand nombre d'atomes de carbone quand on va du premier étage au dernier étage de séparation gaz/liquide de l'installation de stabilisation de pétrole brut. Le gaz résiduel pauvre recyclé se sature ainsi en hydrocarbures à nombre d'atomes de carbone au moins égal à trois et amène un flux supplémentaire de gaz riches dans l'installation de traitement de gaz.

Le volume de pétrole stabilisé obtenu se trouve, bien entendu, réduit. Si l'on désire maintenir la même production de pétrole stabilisé, il suffit d'augmenter un peu le débit de pétrole brut à l'entrée de l'installation de stabilisation, ce qui produit, en outre, une augmentation proportionnelle du gaz riche récupéré dans l'installation de traitement de gaz.

En réglant le débit de gaz résiduel pauvre recyclé on peut ajuster la production de gaz riche et adapter celle-ci aux demandes du marché indépendamment de la production de pétrole brut stabilisé. De plus, les installations de traitement de gaz peuvent fonctionner à plus grande capacité avec des rendements améliorés.

On va décrire, à titre non limitatif, un exemple de mise en œuvre du procédé objet de la présente invention en se référant au dessin joint dans lequel :

- la Fig. 1 est un schéma de l'ensemble d'une installation de stabilisation de pétrole brut et d'une installation de traitement de gaz ;

- la Fig. 2 représente le montage d'un mélangeur pour l'injection de gaz résiduel pauvre ; et

- les Fig. 3 à 7 représentent des courbes de variation de divers paramètres en fonction du taux de recyclage de gaz résiduel pauvre pour une injection de gaz résiduel pauvre en amont du premier étage de séparation gaz/liquide et pour une injection de gaz résiduel pauvre en amont du dernier étage de séparation gaz/liquide de l'installation de stabilisation de pétrole.

Sur la Fig. 1, une installation de stabilisation de pétrole brut 1 comprend un ballon de dégazage à haute pression 2 constituant le premier étage de séparation gaz/liquide, un ballon de dégazage à moyenne pression 3 constituant un second étage de séparation gaz/liquide, un ballon de dégazage à basse pression 4 constituant un troisième et dernier étage de séparation gaz/liquide, étage qui est à la pression atmosphérique ou au voisinage de celle-ci et un réservoir de stockage 5. Du pétrole brut arrive d'un puits pétrolier sur une entrée 6 du ballon 2. Le liquide séparé du gaz dans le ballon 2 s'écoule par une conduite 7 dans le ballon 3 d'où le liquide séparé du gaz est amené par une conduite 8 dans le ballon 4. Le liquide séparé du gaz dans le ballon 4 est amené par une conduite 9 dans le réservoir 5 qui comporte une sortie 10 pour le pétrole brut stabilisé et une sortie 11 pour le gaz qui s'échappe du pétrole brut dans le réservoir 5 et qui est envoyé à une torche pour y être brûlé.

Les gaz associés au pétrole brut qui se séparent de celui-ci dans les ballons 2, 3 et 4 sont recueillis dans des conduits 12, 13, 14 , respectivement. Ces conduits sont connectés à des entrées 15, 16, 17 respectivement d'une installation de traitement de gaz qui est une usine de liquides de gaz naturel dits LGN. Celle-ci n'a pas été représentée en détail car elle peut être de types divers, bien connus des personnes compétentes en la matière. On a figuré à la sortie de cette installation 18, la récupération en 19 d'un gaz riche commercialisable (GPL et condensats) tandis qu'en 20 est évacué un gaz résiduel pauvre.

Une partie réglable de ce gaz résiduel pauvre est recyclée par une conduite 21 munie d'une vanne de réglage 22 et débouchant dans la conduite 8, c'est-à-dire en amont du ballon 4, juste en aval de la vanne du système 23 de réglage de niveau de liquide dans le ballon 3.

La portion de conduite 8 comprise entre la jonction avec la conduite 21 et le ballon 4 peut être suffisamment longue pour assurer un bon mélange du gaz recyclé et du pétrole brut avant l'entrée dans le ballon 4. On peut, de toute façon, obtenir un mélange intime de ces deux phases en disposant un mélangeur 24 dans une dérivation 25 de la conduite 8 et en faisant déboucher la conduite 21 dans cette dérivation 25 en amont du mélangeur 24, tandis que des vannes 26, 27, 28 permettent de fixer le débit de pétrole brut passant dans la dérivation 25 (Fig. 2).

On a fait déboucher la conduite 21 en amont du ballon 4 car c'est ainsi que le recyclage de gaz résiduel pauvre est le plus efficace. Le courant de gaz qui sort du ballon 4 par la conduite 14, à une pression voisine de la pression atmosphérique, se trouve en équilibre au point de rosée en hydrocarbures à la température régnant dans le ballon 4 (60 à 70°C). Le gaz résiduel pauvre recyclé se sature en hydrocarbures à nombre élevé d'atomes de carbone dans la même proportion que le gaz associé normalement libéré dans le ballon 4. Le conduit 14 amène donc une quantité accrue de gaz riche dans l'installation 18 et le débit de gaz riche en 19 se trouve augmenté de la même quantité.

On a indiqué dans un tableau 1 et dans un tableau 2 un exemple de composition du débit de fluide en divers points de mesure 29 à 34, respectivement sans recyclage de gaz résiduels pauvres et avec un tel recyclage. Cette composition est donnée en kmoles par heure pour une production de pétrole brut stabilisé de 15 900 m^3 par jour. On a aussi indiqué le débit total en tonnes par heure (tonnes/h) et en m^3 par jour, ainsi que la pression, la température, le poids moléculaire et la densité. Les points de mesure sont situés de la manière suivante : 29 sur la conduite 8, avant l'entrée du gaz recyclé s'il y a recyclage ; 30 sur la conduite 9, 31 sur la sortie 11, 32 sur la sortie 10, 33 sur la conduite 21, 34 sur la conduite 14. On n'a pas donné les débits d'eau car tous les écoulements de fluides sauf l'écoulement de gaz recyclé (mesure 33) sont saturés d'eau. Dans le cas du tableau 2, le recyclage est effectué au taux de 20 m^3 de gaz dans les conditions normales par m^3 de pétrole brut stabilisé. Certains constituants ont été désignés par leur point d'ébullition normale : PEN.

On constate sur ces tableaux que le débit molaire de gaz dans la conduite 14 d'alimentation de l'installation de traitement de gaz 18 est multiplié par trois et le débit en poids est doublé par l'effet du recyclage. Cet accroissement est dû en

partie au débit de gaz recyclé mais surtout aux hydrocarbures extraits du pétrole brut par ce gaz recyclé.

La quantité d'hydrocarbures à nombre d'atomes de carbone supérieur à trois extraits du pétrole brut par le gaz résiduel pauvre recyclé est de 312 tonnes par jour, dont environ 75 % sont des hydrocarbures à nombre d'atomes de carbone supérieur à cinq.

Pour compenser la diminution de production de pétrole brut stabilisé que produirait le recyclage, on a dû augmenter le débit de pétrole brut à l'entrée 6 de 2,8 %.

Le poids moléculaire du gaz sortant du ballon 4 et envoyé dans l'installation 18 par la conduite 14 a diminué de 62,2 à 41,4 à l'état sec et de 49,2 à 36,9 à l'état humide, ce qui a un impact sur l'équipement de compression nécessaire dans l'installation de traitement de gaz 18.

La température dans le ballon 4 a diminué de 8°C par suite de l'effet refroidisseur de l'évaporation des gaz de saturation du gaz résiduel pauvre. Ce refroidissement réduit le dégazage dans le réservoir 5 à 17 % en moles et à 12 % en poids de ce qu'il serait sans le recyclage et améliore donc la récupération de pétrole stabilisé.

On a tracé à l'aide d'une simulation rigoureuse des conditions réelles de fonctionnement sur ordinateur, diverses courbes représentées sur les Fig. 3 à 7 permettant de mieux apprécier les effets du recyclage. Sur toutes ces figures on a porté en abscisse un rapport volumique entre le gaz recyclé et le pétrole brut stabilisé, ce qui donne donc une information sur le taux de recyclage R. On a, d'autre part, tracé sur toutes ces figures une courbe HP correspondant à une injection de gaz résiduel pauvre en amont du ballon 2 à haute pression et une courbe LP correspondant à une injection de gaz résiduel pauvre en amont du ballon 4 à basse pression. Cette dernière injection est celle représentée sur la Fig. 1.

Sur la Fig. 3 on a porté en ordonnée le pourcentage en poids P % de l'augmentation de la production de GPL et condensats due au recyclage. La courbe en trait pointillé entre les deux courbes HP et LP correspond au cas où l'on injecterait une moitié du gaz résiduel pauvre recyclé en amont du ballon 2

et l'autre moitié en amont du ballon 4. On a pu vérifier l'exactitude de ces résultats par des essais sur une installation réelle. Il en résulte clairement l'intérêt d'une injection de gaz recyclé en amont du dernier étage de séparation gaz/liquide de l'installation de stabilisation.

La fig. 4 représente le pourcentage de GPL dans la production supplémentaire totale de GPL et condensats due au recyclage. On voit qu'un fort recyclage augmente relativement plus la production de pentanes et de condensats que celles de GPL.

Les Fig. 5 et 6 sont relatives à l'effet du recyclage sur le pétrole brut stabilisé obtenu à la sortie 10. La Fig. 5 donne le pourcentage en moles de GPL contenu dans le pétrole brut stabilisé. On voit que ce pourcentage diminue lorsque le recyclage augmente, ce qui est naturel puisqu'il y a un effet d'entraînement plus important exercé par le gaz recyclé. La FiG. 6 donne la variation de la densité du pétrole brut stabilisé due au recyclage. Cette variation de densité s'accroît quand le recyclage augmente.

La Fig. 7 montre la variation de qualité du condensat supplémentaire produit par le recyclage. On a porté en ordonnée la variation du point final PF de distillation de ce condensat. Ce point s'élève quand le recyclage s'accroît du fait que le gaz recyclé enlève des hydrocarbures de plus en plus lourds.

Dans un tableau 3 on a donné les résultats de l'application du recyclage de gaz résiduel pauvre de l'installation de LGN vers l'installation de stabilisation de pétrole brut dans le cas de trois champs de production A, B, C munis chacun d'une installation de stabilisation et d'une installation de traitement de gaz alimentée par les gaz associés extraits du pétrole brut dans l'installation de stabilisation. On a supposé que chacun des trois champs opérait en dessous de sa capacité nominale et on a prévu un scénario optimisé où le taux de recyclage, différent pour chaque champ, atteint les capacités nominales des installations de LGN.

Dans ce tableau 3, on a donné d'une part la situation sans recyclage et d'autre part le scénario avec ce recyclage optimisé. Le taux de recyclage R indiqué est égal à 5,62 fois le rapport entre le volume de gaz recyclé et le volume de pétrole brut stabilisé exprimés dans la même unité de volume, par exemple en m3. C'est aussi le taux R qui a été indiqué sur les Fig. 3 à 7 et il a été choisi car il peut être directement obtenu d'après la manière dont, en pratique, la mesure de ces deux volumes est généralement effectuée.

Lorsqu'il n'y a pas de recyclage, on a une production de 6 323 tonnes par jour de GPL et condensats et de 79 490 m^3 par jour de pétrole brut stabilisé.

Avec le recyclage, on peut extraire du pétrole brut une quantité supplémentaire de GPL et condensats de 1 701 tonnes par jour, ce qui représente envrion 27 % d'augmentation. Pour maintenir la même production de pétrole brut stabilisé, on doit accroître le débit des puits des champs A, B C de moins de 3 % en volume.

TABLEAU 1

Points de mesure	29	30	31	32	33	34
Azote kmoles/h	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Bioxyde de carbone kmoles/h	3,06	0,16	0,07	0,09		2,90
Hydrogène sulfuré kmoles/h	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Méthane kmoles/h	16,06	0,44	0,27	0,17		15,62
Ethane kmoles/h	29,75	3,08	0,86	2,22		26,67
Propane kmoles/h	97,80	23,81	2,89	20,32		75,99
Butanes kmoles/h	181,98	82,52	4,18	78,34		99,46
Pentanes kmoles/h	114,09	77,81	1,57	76,24		36,28
Hexanes kmoles/h	51,27	44,11	0,31	43,80		7,16
Heptanes et plus kmoles/h	39,57	37,86	0,07	37,79		1,71
PEN 42°C	196,22	145,38	2,21	143,17		50,84
PEN 69°C	96,01	83,16	0,56	82,60		12,85
PEN 83°C	99,98	90,68	0,41	90,27		9,30
PEN 94°C	150,67	121,97	0,38	121,59		8,70
PEN 105°C	2 194,88	2 179,36	0,68	2 178,68		15,52
TOTAL kmoles/h	3 251,34	2 890,54	14,46	2 875,88		361,00
TOTAL tonnes/h	569,74	547,65	0,92	546,73		22,09
Pression (bars)	4,1	1,1	1,013	1,013		1,1
Température C°.	80	70	69	69		70
Poids moléculaire (gaz sec/ humide)	-	-	63,6/50,1			61,2/49,2
Densité (liquide)	0,815	0,828		0,829		
gaz sec/ humide m^3/jour			8 210 / 11 610			203 900 / 283 200
m^3/jour	16 860	15 900		15 900		

TABLEAU 2

Points de mesure	29	30	31	32	33	34
Azote kmoles/h	0,00	0,01	0,00	0,01	2,81	2,80
Bioxyde de carbone kmoles/h	3,15	0,62	0,07	0,55	28,30	30,83
Hydrogène sulfuré kmoles/h	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Méthane kmoles/h	16,53	5,13	0,97	4,16	494,23	505,63
Ethane kmoles/h	30,62	3,97	0,21	3,76	63,95	90,60
Propane kmoles/h	100,67	12,23	0,23	12,00	7,46	95,90
Butanes kmoles/h	187,32	47,96	0,33	47,63	0,36	139,72
Pentanes kmoles/h	117,44	56,37	0,15	56,22	0,00	61,07
Hexanes kmoles/h	52,78	38,78	0,03	38,75	0,00	14,00
Heptanes et plus kmoles/h	40,73	37,22	0,01	37,21	0,00	3,51
PEN 42°C	201,98	111,90	0,22	111,68	0,00	90,08
PEN 69°C	98,83	73,57	0,06	73,51	0,00	25,26
PEN 83°C	102,91	84,10	0,05	84,05	0,00	18,81
PEN 94°C	134,51	116,65	0,04	116,61	0,00	17,86
PEN 105°C	2 259,32	2 227,65	0,08	2 227,57	0,00	31,67
TOTAL kmoles/h	3 346,79	2 816,16	2,45	2 813,71	597,11	1 127,74
TOTAL tonnes/h	586,47	551,29	0,11	551,18	11,53	46,71
Pression (bars)	4,1	1,1	1,013	1,013	19	1,1
Température C°	80	62	62	62	51	62
Poids moléculaire (gaz sec/ humide)	-	-	43,8/38,4		19,3/19,3	41,4/36,9
Densité (liquide)	0,815	0,834		0,834		
gaz sec/ humide m^3/jour			1 410 / 1 700		339 800 / 339 800	640 030 / 795 790
m^3/jour	17 340	15 900		15 900		

TABLEAU 3

	SITE	A	B	C	TOTAL
Scénario avec recyclage	Production journalière finale de pétrole brut km^3	36,57	2,38	40,54	79,49
	Débit supplémentaire journalier en tête de puits km^3	1,59	0,16	1,27	3,02
	% Accroissement volumique du débit en tête de puits	3,25	4,33	2,36	2,84
	Accroissement de la production journalière en tonnes de GPL + C_{5+}	906	74	721	1 701
	% Accroissement en poids de GPL + C_{5+}	28	39	25	27
	Taux de recyclage R	120	150	70	95
Situation sans recyclage	Production journalière en tonnes de GPL + C_{5+}.	3 210	189	2 924	6 323
	Production journalière pétrole brut km^3	36,57	2,38	40,54	79,49

REVENDICATIONS

1 - Procédé de recyclage de gaz dans une installation de stabilistion de pétrole brut comportant plusieurs étages de séparation gaz/liquide reliés de l'un au suivant, parcourus en série par un flux de pétrole brut du premier au dernier étage et munis chacun d'une conduite d'évacuation de gaz connectée à l'entrée d'une installation de traitement de gaz qui fournit un courant de gaz riche et un courant de gaz résiduel pauvre, caractérisé en ce que l'on injecte une partie réglable (21, 22) de ce courant de gaz résiduel pauvre (20) dans le flux de pétrole brut (8) en amont d'au moins un (4) des étages de séparation gaz/liquide (2, 3, 4) de l'installation de stabilisation de pétrole brut (1).

2 - Procédé de recyclage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'injection (21) de gaz résiduel pauvre s'effectue entre l'avant-dernier (3) et le dernier étage (4) de séparation gaz/liquide de l'installation de stabilisation de pétrole brut (1).

Fig. 1

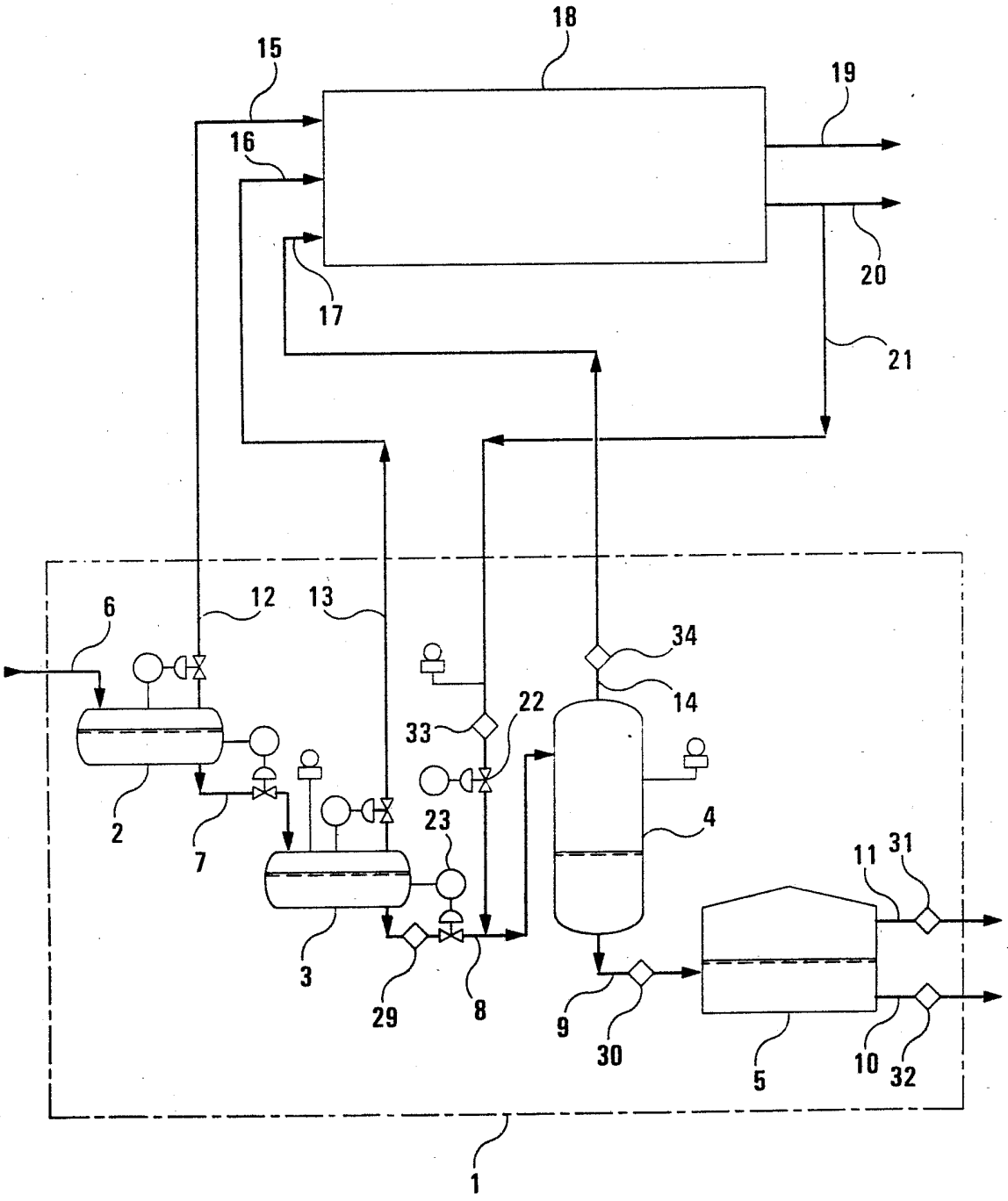


Fig. 2

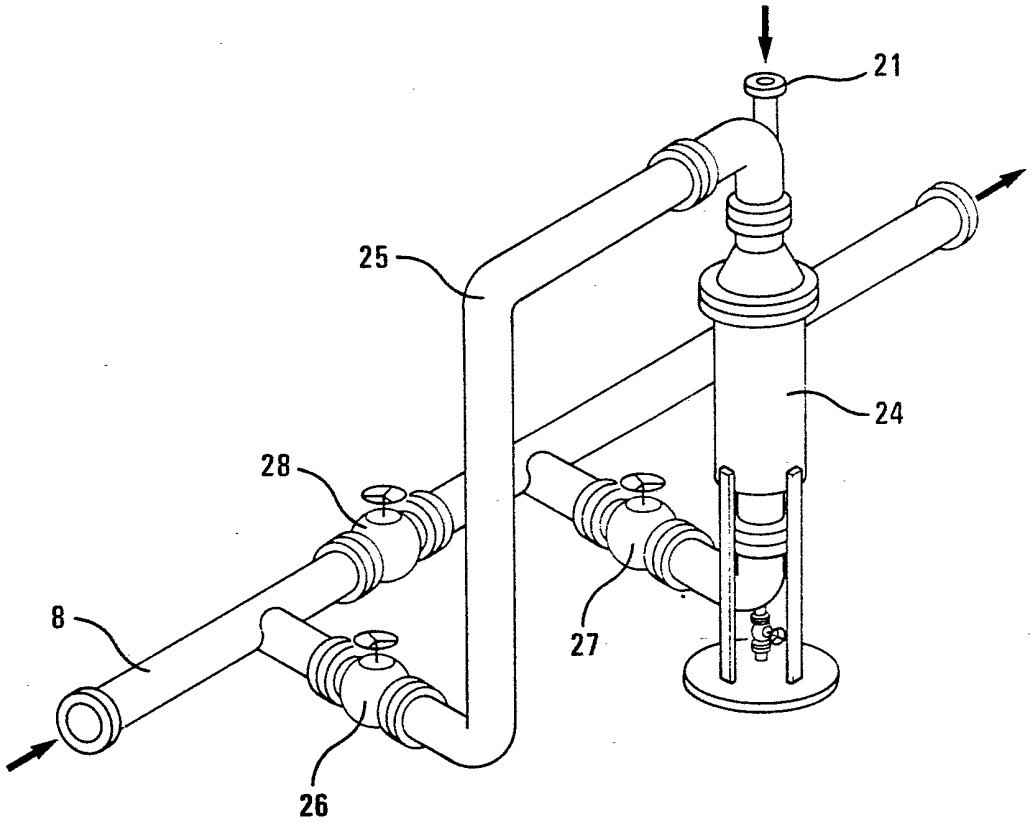


Fig. 3

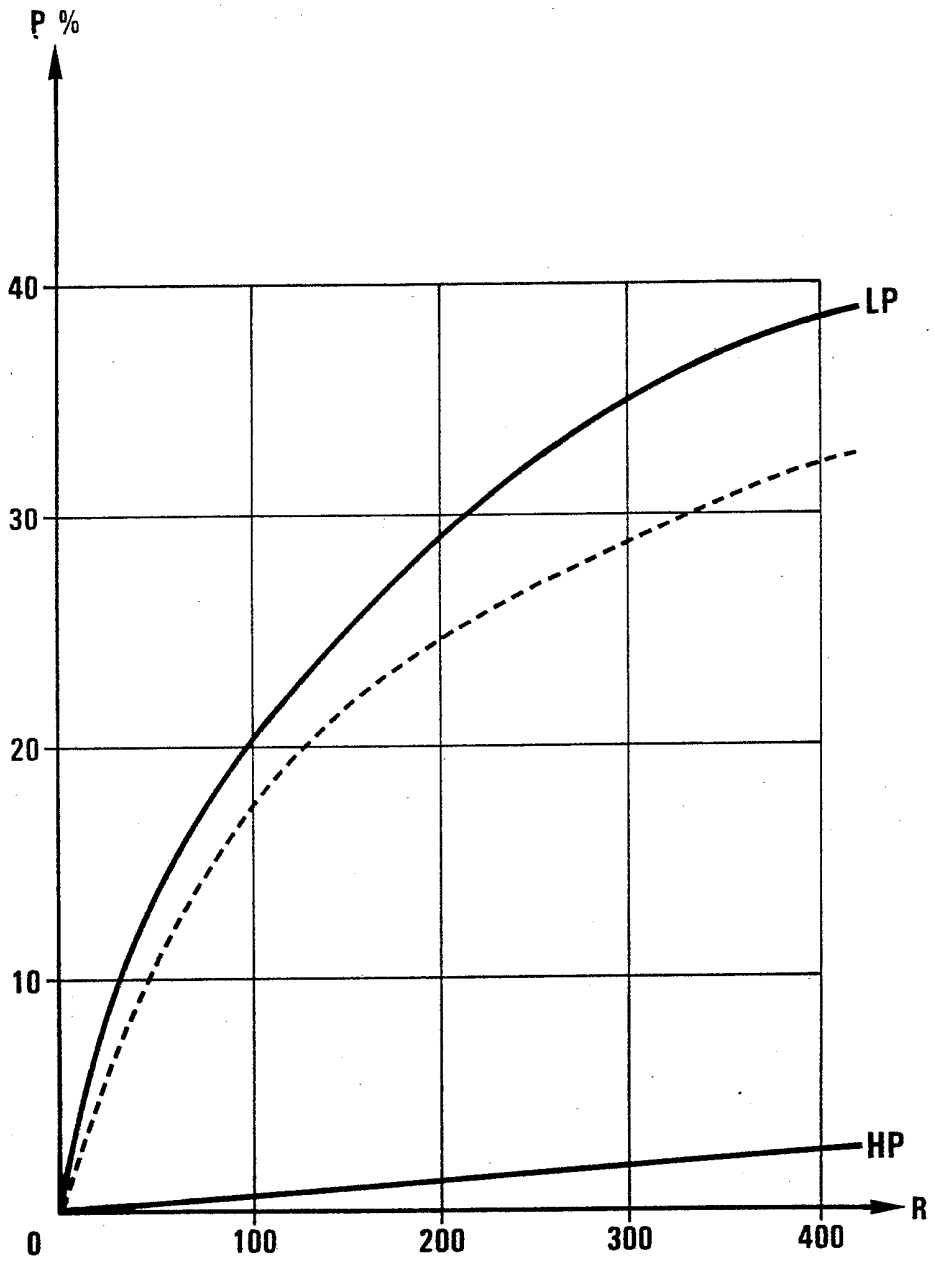


Fig. 4

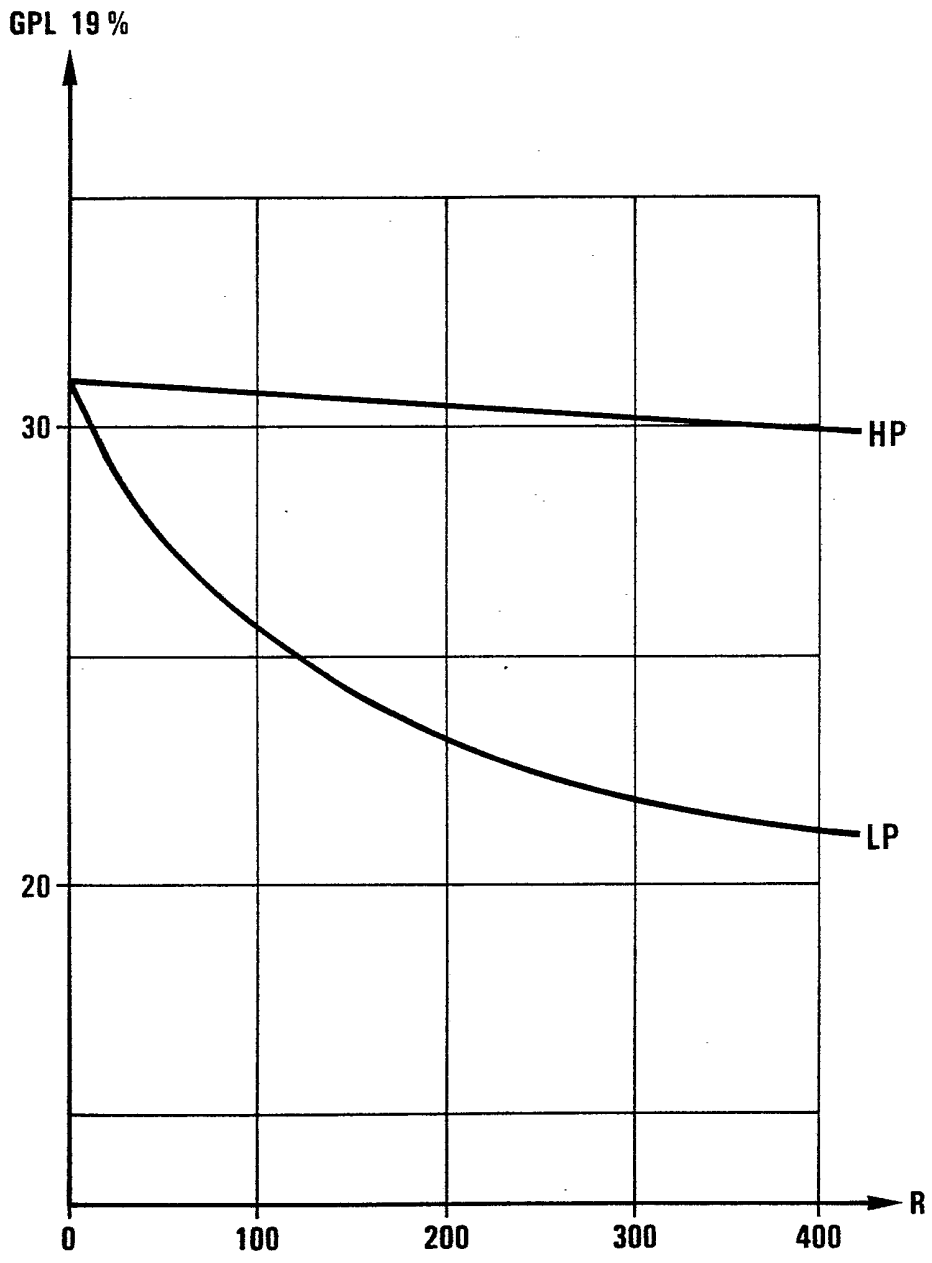


Fig. 5

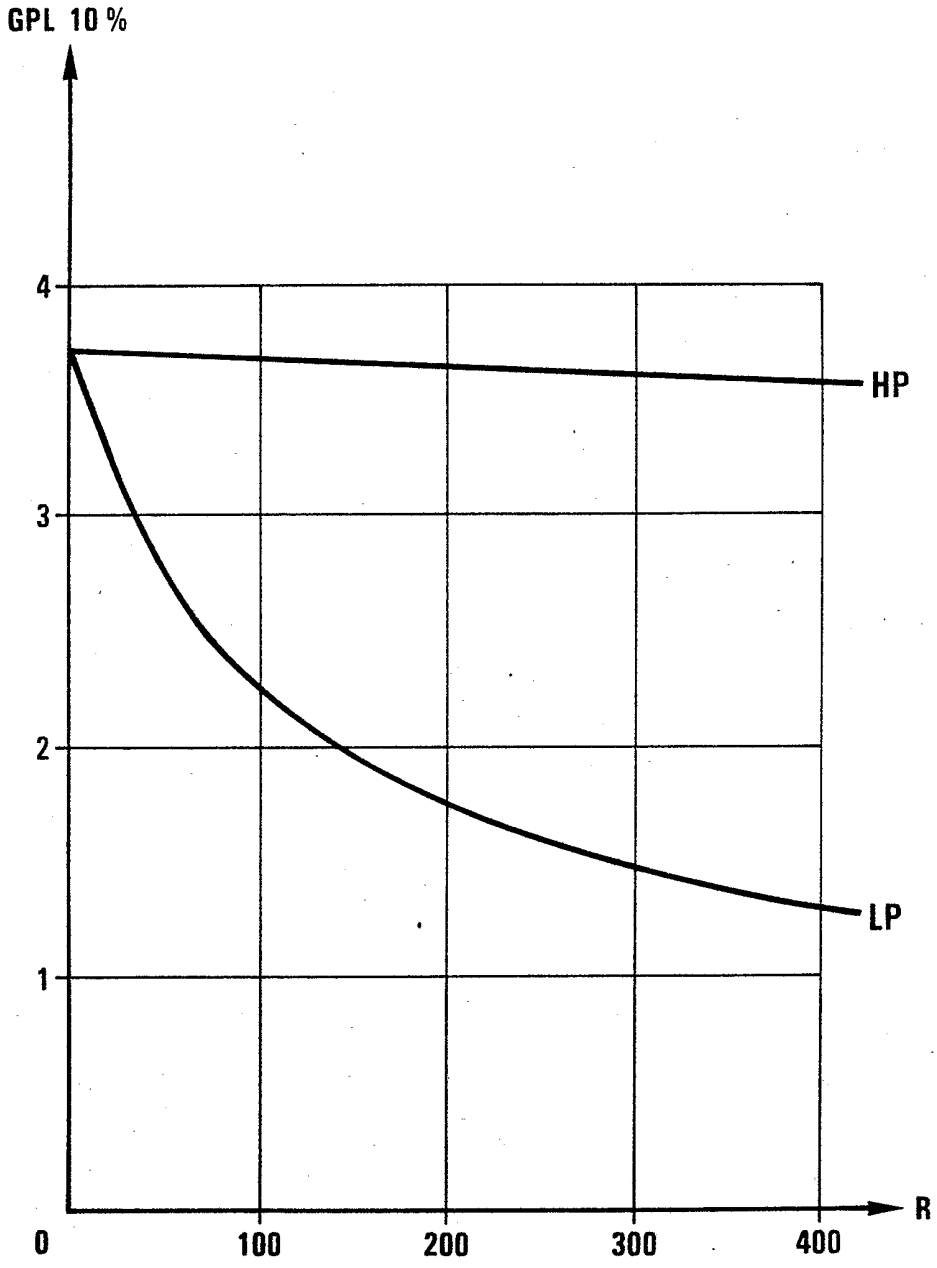


Fig. 6

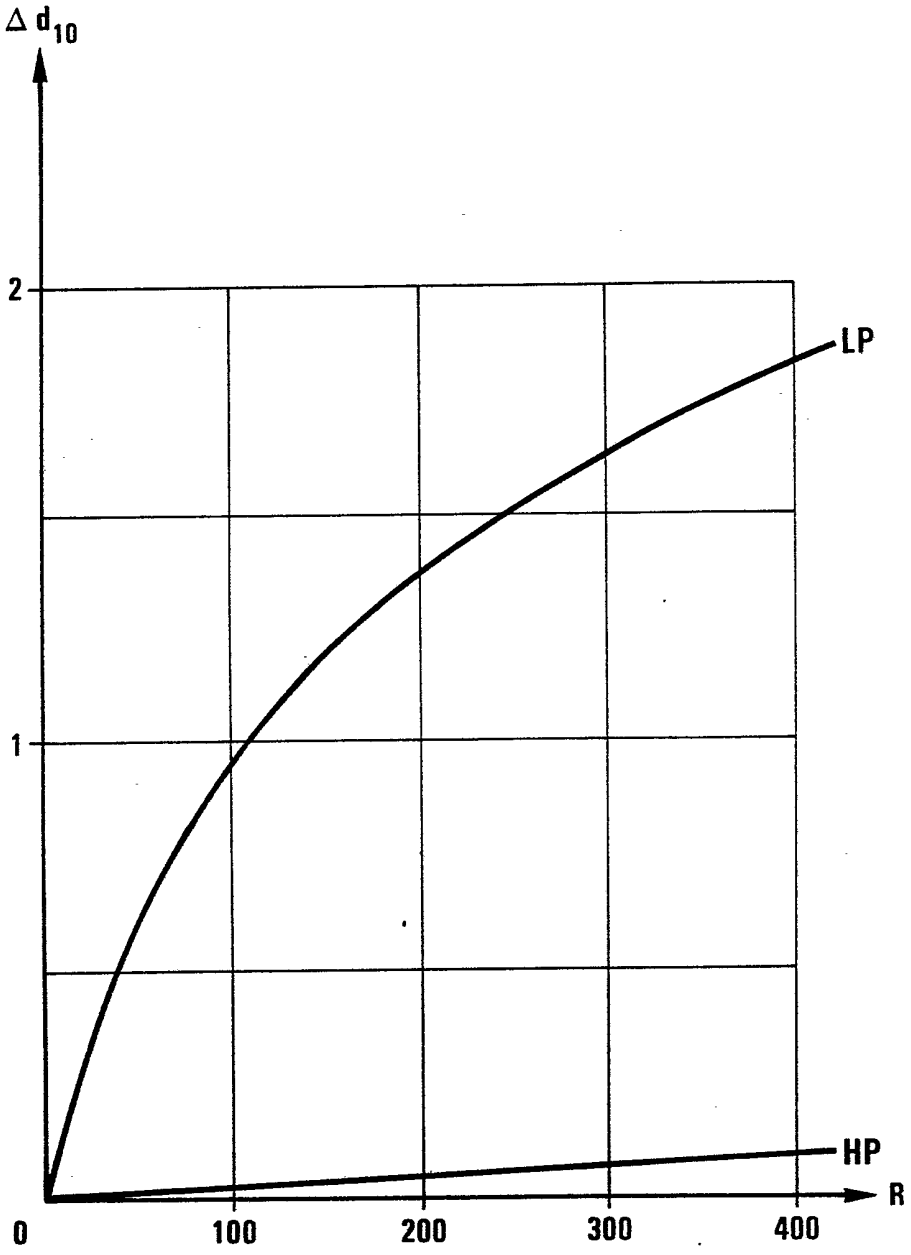


Fig. 7

